

Pembuatan Nitroselulosa Dari Tanaman Lidah Mertua (*Sansevieria*)
(Variabel Waktu Nittrasi dan Rasio Asam Penitrasi)

Mun Faiq Farhanudin, Bambang Kusmartono

Jurusan Teknik Kimia, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
munfaiqfarhanudin9@gmail.com

INTISARI

Dewasa ini maraknya isu tentang tanaman lidah mertua menjadi tren masyarakat Indonesia yang sedang digemari. Tanaman lidah mertua selain sebagai tanaman hias juga dikenal sebagai tanaman yang mengandung serat yang cukup tinggi. Dengan kadar serat yang tinggi, tanaman lidah mertua dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan nitroselulosa. Nitroselulosa dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar plastik, *lacquer* (bahan pelapis), *film*, bahan dasar semen, bahan baku propelan (peledak) dan *smokless powder*.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari proses nittrasi selulosa pada tanaman lidah mertua menjadi nitroselulosa. Selain itu juga bertujuan untuk mempelajari kondisi yang optimum pada proses nittrasi tanaman lidah mertua untuk menghasilkan nitroselulosa dengan kadar nitrogen yang tinggi. Penelitian ini dilakukan melalui dua tahapan, yaitu proses *pre-treatment* dan proses nittrasi. Proses *pre-treatment* bertujuan untuk meningkatkan kadar α -selulosa dalam bahan baku, melalui proses pre-hidrolisis, delignifikasi, dan *bleaching*. Sedangkan proses nittrasi menggunakan asam campuran yang terdiri dari asam nitrat dan asam sulfat sebagai katalisator. Pada penelitian ini dipelajari pengaruh waktu reaksi, dan perbandingan asam sulfat dengan asam nitrat.

Hasil penelitian menunjukkan proses nittrasi yang memberikan hasil terbaik pada waktu reaksi 90 menit, perbandingan asam sulfat terhadap asam nitrat 7:3. Pada kondisi ini diperoleh *yield* sebanyak 76,6% dengan kandungan nitrogen sebesar 11,6% dan termasuk dalam kualitas *AM grades* serta di bidang industri dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar *film* dan *lacquer*. Hasil uji FTIR menunjukkan bahwa telah terbentuk dua serapan gugus $-\text{NO}_2$ pada nitroselulosa, sehingga termasuk dalam jenis selulosa di-nitrat.

Kata kunci : Nitroselulosa, tanaman lidah mertua, waktu nittrasi, rasio asam penitrasi

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang sangat luas. Data dari BPS tahun 2016, Indonesia memiliki luas wilayah 1.913.578,68 Km² dan selama tiga tahun terakhir tercatat luas lahan panen tanaman lidah mertua dari 2014 sampai 2016 berturut-turut yaitu 195.043 m², 176.752 m², 150.897 m². BPS juga mencatat produksi tanaman lidah mertua dari 2014 sampai 2016 jumlahnya berturut-turut yaitu 1.256.147 pohon, 1.417.415 pohon, 809.573 pohon. Dari data tersebut menunjukkan produk tanaman hias yang sangat melimpah khususnya tanaman lidah mertua di negara Indonesia. Tanaman lidah mertua selama ini digemari masyarakat untuk dijadikan tanaman hias di rumah untuk memperindah lingkungan sekitarnya. Tetapi disisi lain semakin besarnya luas lahan panen dan produksi tanaman lidah mertua yang dihasilkan kurang sepadan jika digunakan hanya menjadi tanaman hias saja dan tanaman lidah mertua sendiri juga dikenal dengan tanaman yang mengandung serat cukup tinggi sehingga berdasarkan hal tersebut terdapat peluang untuk

memanfaatkannya menjadi bahan yang lebih bernilai dari sekedar menjadi tanaman hias saja.

Dengan kadar yang tinggi, lidah mertua dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan nitroselulosa. Nitroselulosa dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar plastik, *lacquer* (bahan pelapis), *film*, bahan dasar semen, bahan baku propelan (peledak) dan *smokless powder*.

Nitroselulosa dibuat dengan nittrasi terhadap selulosa menggunakan campuran asam nitrat dan asam sulfat dengan air. Nitroselulosa dibuat dengan reaksi selulosa yaitu proses substitusi (penggantian) gugus –OH dengan gugus –ONO₂. Di dalam industri, nitroselulosa dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar plastik, *lacquer* (bahan pelapis), *film*, bahan dasar semen, bahan baku propelan (peledak) dan *smokless powder*.

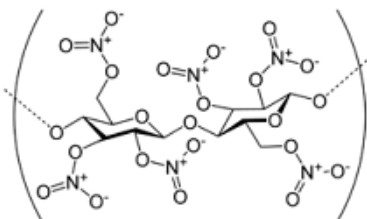
Tabel 1. Jenis-jenis Selulosa Nitrat dan Kegunaannya

% N	Bidang Aplikasi	Pelarut
-----	-----------------	---------

10,7 – 11,2	<i>Plastic, Lacquer</i>	Etil Alkohol
11,2 – 11,7	<i>Film, Lacquer</i>	Etil alkohol, metanol, etil, butil, amil
11,8 -12,3	<i>Film, Lacquer, Coated fabric, cement.</i>	asetat, aseton, metil etil keton.
12,5 – 13,5	<i>Smokeless powder</i>	Aseton

Sumber: [Shreve's, 1984]

Selulosa nitrat memiliki nilai derajat polimerisasi (n)= 100-3500, berat molekul 459,28–594,28, memiliki warna putih dan kuning, berbau, mudah terbakar dan meledak, densitas relatif 1,58 - 1,65, melting point 160°C sampai dengan 170°C, flash point 12,78°C dan akan mudah terbakar pada suhu 170°C. Selulosa nitrat tidak larut dalam air, larut dalam keton, ester, alkohol dan solven lainnya. Selulosa nitrat merupakan zat yang tidak stabil dan mudah terbakar apabila suhunya mencapai di atas 170°C karena terjadi perubahan komposisi akibat panas yang tiba-tiba. [Austin, 1984].



Gambar 1. Struktur Molekul Selulosa Nitrat

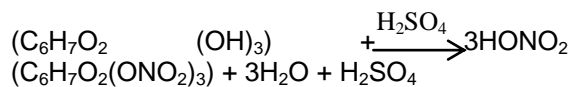
Selulosa dengan kadar α -selulosa diatas 92% memenuhi syarat untuk digunakan sebagai bahan baku utama pembuatan propelan dan/atau bahan peledak, yaitu apabila kadar nitrogen yang diperoleh >12,5% [Isroi, 2008].

Sehingga untuk mendapatkan kadar α -selulosa yang tinggi, maka hemiselulosa dan lignin harus dihilangkan terlebih dahulu. Penghilangan hemiselulosa bisa dengan cara pre-hidrolisis menggunakan aquadest pada suhu mendidih [Syahputra, 2011], sedangkan penghilangan lignin dapat dilakukan dengan menambahkan alkali/basa agar menjadi senyawa lain yang mudah larut [Nuringtyas, 2010]. Dan untuk memaksimalkan penghilangan lignin tersebut, bisa juga dilakukan melalui proses pemurnian dengan hidrogen peroksida [Saragih E, 2013].

Proses nitrasi adalah masuknya gugus nitro ke dalam zat-zat organik atau kimia lainnya dengan menggunakan campuran asam nitrat dan asam sulfat. Perbandingan (dalam mol) antara asam sulfat, asam nitrat, dan air adalah 1:2:2, sedangkan untuk % beratnya

adalah 21,3% : 66,4% : 12,2 % [Ullman's, 2006].

Reaksi yang terjadi adalah :



Kadar N akan menentukan sifat fisik dan kimia nitroselulosa. Substitusi berlangsung sepanjang rantai polimer bukan mengumpul pada satu monomer. Nitroselulosa dibuat dengan reaksi nitrasi selulosa yaitu proses penggantian gugus -OH dengan gugus -ONO₂. Proses ini dikendalikan oleh rasio diantara asam, rasio asam-selulosa, dan suhu reaksi. Jika terjadi penggantian satu gugus [C₆H₇O₂(OH)₂(ONO₂)], dua gugus [C₆H₇O₂(OH)(ONO₂)₂], tiga gugus [C₆H₇O₂(ONO₂)₃], maka kadar nitrogen dalam nitroselulosa adalah berturut-turut 7,3%, 12,73%, dan 16,86% [Hartaya, 2009].

Metode analitik yang paling umum digunakan dalam penentuan kadar nitrogen adalah metode *Kjeldahl* [Sudarmadji, 1996]. Sedangkan analisis kualitatif dapat menggunakan alat *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) untuk mendeteksi keberadaan gugus -NO₂ dalam nitroselulosa [Hartaya, 2008].

Dalam proses nitrasi pembuatan nitroselulosa ini, sebelumnya pernah dilakukan penelitian yang serupa, namun ada beberapa perbedaan pada jenis bahan baku yang digunakan. Berikut ringkasan mengenai hasil penelitian terdahulu:

Penelitian yang dilakukan Yuki Mulyadi (2017) merupakan optimasi pembuatan nitroselulosa dari bahan limbah serabut kelapa, dimana dalam penelitian ini sebelum proses nitrasi dilakukan proses delignifikasi untuk mengurangi kandungan lignin dalam bahan baku. Proses nitrasi dilakukan dalam waktu 90 menit, pada suhu 5-15 °C, pada kecepatan pengadukan 200 rpm, rasio bahan terhadap asam campuran sebanyak 1: 20, dan dengan variasi rasio asam campuran. Kadar nitrogen maksimum pada nitroselulosa yang didapatkan sebesar 10,85%, yaitu terjadi pada saat rasio H₂SO₄ 95% dengan HNO₃ 65% sebesar 7:3.

Menurut Setiadi (2017) nitroselulosa dengan substitusi dua gugus -NO₂ memiliki kandungan nitrogen >12,73%. Dan dapat disimpulkan juga bahwa semakin lama waktu nitrasi maka *yield* produk & kadar N yang dihasilkan juga akan semakin besar. Akan tetapi jika sudah mencapai kondisi setimbang, *yield* produk dan kadar nitrogennya cenderung akan semakin berkurang. Sedangkan pengaruh rasio asam campuran terhadap *yield* produk adalah semakin besar rasio asam

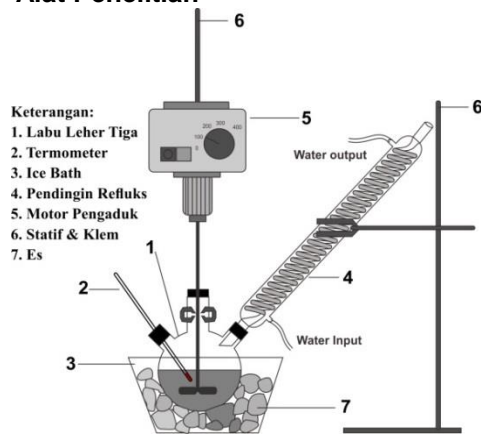
sulfat terhadap asam nitrat maka *yield* produk akan semakin menurun.

METODE PENELITIAN

1. Bahan Penelitian

Selulosa diperoleh dari tanaman lidah mertua. Larutan HNO_3 65% dan larutan H_2SO_4 95% digunakan sebagai pereaksi dalam reaksi nitrasi selulosa menjadi nitroselulosa. Larutan NaHCO_3 10% dan aquadest digunakan sebagai zat pencuci hasil proses nitrasi. Dan larutan NaOH 17,5% digunakan dalam proses penghilangan lignin (lignifikasi) pada tanaman lidah mertua. Bahan lainnya H_2O_2 3%, HCl 0,1 N, CH_3COOH 10 %, Asam Borat 4%, H_2SO_4 72%, H_2SO_4 1 N, NaOH 40 % dan NaOH 8,3 %.

2. Alat Penelitian



Gambar 2. Rangkaian alat nitrasi

Alat Utama terdiri dari labu leher tiga 500 mL, thermometer, *ice bath*, pendingin refluks, motor pengaduk, statif & klem. Sedangkan alat penunjang terdiri dari *Blender*, ayakan, Corong, pemanas, timbangan digital, gelas kimia 1000 mL, gelas ukur 100 mL, 50 mL, pipet tetes, pipet volume 10 mL, batang pengaduk, erlenmeyer 250 mL, labu *Kjeldahl*, alat distilasi, dan buret.

3. Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam tiga tahapan, yaitu tahap *pre-treatment* bahan baku, tahap penelitian pembuatan nitroselulosa dan tahap analisis produk nitroselulosa yang meliputi perhitungan besarnya % *yield* dan analisis kadar nitrogen produk nitroselulosa [Purnawan, 2010].

4. Pre-treatment Bahan Baku

Tanaman lidah mertua dicuci dengan air untuk menghilangkan kotorannya. Lalu dijemur atau dikeringkan dibawah sinar matahari selama dua hari. Kemudian diperkecil ukurannya menggunakan *blender* dan setelah itu diayak pada ukuran 20 – 50 *mesh*.

Proses pre-hidrolisis: Sampel dimasak dalam aquadest pada suhu $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 1 jam, dengan rasio bahan terhadap cairan pemasak 1:6, lalu serat yang didapat dikeringkan dalam oven pada suhu $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ [Nuraini, 2011].

Proses Delignifikasi: Serat di-delignifikasi dalam larutan NaOH 17,5% pada suhu $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 1 jam, dengan rasio berat serat terhadap volume larutan NaOH sebesar 1:8, setelah itu serat dicuci hingga bersih lalu dikeringkan dalam oven [Anonim, 2009].

Proses pemurnian (*bleaching*): Proses pemurnian dilakukan dengan hidrogen peroksida selama 1 jam pada suhu $70\text{ }^{\circ}\text{C}$, dengan rasio berat serat terhadap volume H_2O_2 3% sebanyak 1:10, serat dicuci dengan aquadest sampai pH netral lalu dikeringkan, kemudian diambil sedikit sampel untuk dilakukan analisis kadar α -selulosa [Zulfieni, 2011].

5. Proses Pembuatan Nitroselulosa

Merangkai alat untuk proses nitrasi, Lalu memasukkan 100 mL campuran H_2SO_4 95% dan HNO_3 65% dengan perbandingan 1:4 ke dalam labu leher tiga, dan suhu didalam labu diatur antara $5\text{--}15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Kemudian 5 gram sampel dimasukkan ke dalam campuran asam tersebut. Labu ditutup rapat dengan lak, kemudian motor pengaduk dihidupkan pada kecepatan pengadukan 200 rpm. Proses nitrasi dilakukan selama waktu yang telah divariasikan (30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, dan 150 menit). Kemudian sampel dicuci dengan aquadest dingin dan larutan NaHCO_3 10%, lalu dicuci kembali menggunakan aquadest. Setelah itu sampel dikeringkan di bawah sinar matahari. Sampel siap untuk dianalisis *yield* produk dan kadar nitrogen-nya. Menentukan waktu optimum nitrasi berdasarkan % N terbesar. Setelah didapatkan waktu optimum, proses nitrasi dilanjutkan dengan variasi rasio asam penitrasi (1:2, 1:3, 1:4, 2:1, 7:3 (2,3:1), 3:1, dan 4:1), dan dengan menjaga parameter lainnya tetap.

6. Tahap Analisis

Tahap analisis bertujuan untuk mengetahui kualitas nitroselulosa yang dihasilkan. Analisis yang dilakukan pada percobaan meliputi: Analisis kadar selulosa bahan baku, analisis kadar air, analisis kadar α -selulosa hasil *pre-treatment*, analisis *yield* produk, analisis kadar nitrogen dengan metode semi mikro *kjeldahl* [Dalal, 1984], analisis gugus nitro dengan FTIR, dan uji fisik nitroselulosa (uji nyala, massa jenis, dan daya larut).

HASIL & PEMBAHASAN

1. Analisis Kandungan Selulosa & Lignin Bahan Baku

Sampel dianalisis untuk mengukur kandungan selulosa dan lignin dalam bahan baku, berdasarkan metode *Datta* yang dikemukakan oleh Chesson (1981). Berikut merupakan hasil analisis dan perhitungannya:

Kadar selulosa = 59%
Kadar lignin = 12%

2. Analisis Kadar Air Bahan Baku

Hasil analisis kadar air dalam bahan baku pada penelitian ini adalah 9,9%. Menurut Ullman's (2006) untuk mencapai kondisi yang optimum pada saat nitrasasi, kadar air dalam bahan baku diusahakan tidak melebihi 10%, karena dapat mengganggu kesetimbangan reaksinya.

3. Analisis Kandungan α-Selulosa Hasil Pre-treatment Bahan Baku

Pada proses *pre-treatment* bahan baku ini terdapat tiga tahapan proses, yaitu proses prehidrolisis, proses delignifikasi, dan proses *bleaching*.

Tabel 2. Hasil analisis α-selulosa *pre-treatment* bahan baku

No	Proses	α-selulosa
1.	Prehidrolisis (H ₂ O)	60 %
2.	Delignifikasi (NaOH)	85 %
3.	Bleaching (H ₂ O ₂)	93,5 %

4. Analisis yield Produk

Presentase *yield* produk diperoleh dari perbandingan massa produk nitroselulosa kering dengan massa bahan awal.

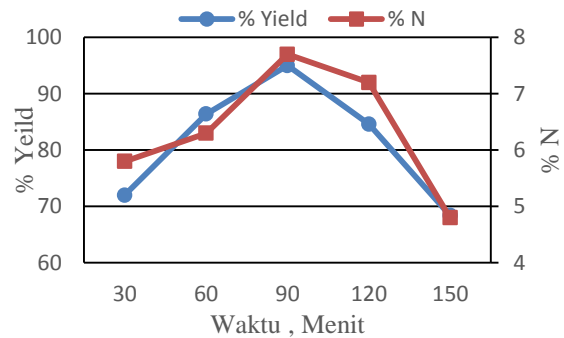
5. Analisis Kadar Nitrogen

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui kuantitas unsur nitrogen yang terkandung dalam produk nitroselulosa. Semakin besar kadar nitrogen yang terkandung dalam nitroselulosa, maka semakin baik mutunya.

6. Pengaruh Waktu Nitrasasi terhadap Yield Produk & Kadar Nitrogen

Tabel 3. Hasil Perhitungan *Yield* & Kadar Nitrogen pada Optimasi Waktu

No.	Waktu Nitrasasi	% Yield	% N
1.	30 menit	72,0	5,8
2.	60 menit	86,4	6,3
3.	90 menit	95,0	7,7
4.	120 menit	84,6	7,2
5.	150 menit	68,4	4,8



Gambar 3. Pengaruh Waktu Nitrasasi terhadap *Yield* Produk & Kadar Nitrogen

Pada percobaan optimasi waktu nitrasasi ini, *yield* produk dan kadar nitrogen terbesar didapatkan pada waktu 90 menit. Dengan demikian maka semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk nitrasasi, *yield* produk dan kadar nitrogen yang dihasilkan akan semakin besar atau bertambah (Gambar 3). Namun dalam penelitian ini terjadi penurunan kadar *yield* dan kadar nitrogen pada menit ke-120 dan ke-150, hal yang demikian bisa terjadi karena pada proses ini jenis reaksi yang terjadi adalah reaksi *reversible*, dimana ada sebagian produk yang kembali lagi menjadi reaktan atau kecepatan reaksi cenderung bergeser ke arah reaktan, sehingga jumlah produk yang dihasilkan akan mengalami penurunan, sedangkan jumlah reaktan mengalami peningkatan.

Dengan demikian, waktu optimum tersebut yang dijadikan sebagai parameter tetap pada proses nitrasasi dengan variasi rasio asam campuran penitrasasi.

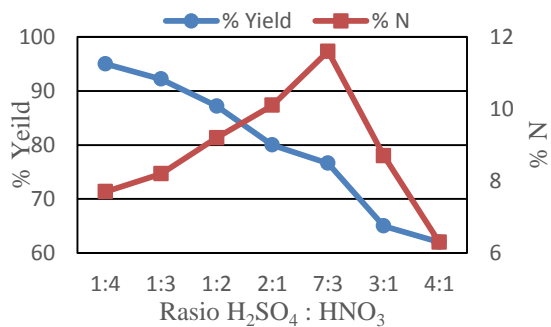
7. Pengaruh Rasio Asam Penitrasasi terhadap Yield Produk & Kadar Nitrogen

Pengaruh rasio asam penitrasasi dipelajari dengan menjaga parameter lainnya tetap. Proses nitrasasi dilakukan berdasarkan waktu optimum pada percobaan optimasi waktu nitrasasi (waktu yang dicapai untuk memperoleh produk dengan kadar nitrogen tertinggi).

Hasil analisis *yield* produk dan kadar nitrogen berdasarkan pengaruh rasio asam penitrasasi, dapat dilihat dalam tabel berikut:

Tabel 4. Hasil Perhitungan *Yield* & Kadar Nitrogen pada Rasio Asam Penitrasasi

No	H ₂ SO ₄ : HNO ₃	% Yield	% N
1.	1:4	95,0	7,7
2.	1:3	92,2	8,2
3.	1:2	87,2	9,2
4.	2:1	80,0	10,1
5.	7:3	76,6	11,6
6.	3:1	65,0	8,7
7.	4:1	62,0	6,3



Gambar 4. Pengaruh Rasio Asam Penitrasi terhadap Yield Produk

Secara keseluruhan persentase produk mengalami penurunan karena ada sebagian selulosa yang ikut terdestruksi dan larut dalam H₂SO₄ sehingga ikut terbang pada saat penyaringan. Jadi semakin besar rasio H₂SO₄ terhadap HNO₃, maka *yield* produknya akan semakin berkurang (Gambar 4). Hal ini dikarenakan konsentrasi H₂SO₄ menjadi semakin pekat dibanding konsentrasi HNO₃ sehingga bersifat destruktif.

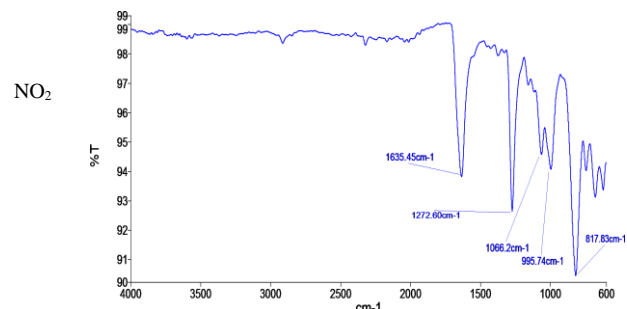
Dari Tabel 4 dan Gambar 4 juga dapat dilihat bahwa perbandingan asam campuran sangat berpengaruh terhadap kadar nitrogen dalam produk, dimana H₂SO₄ selain sebagai katalis juga sebagai *dehydrating agent* yang berfungsi sebagai pengikat air yang terbentuk pada reaksi nitrasi. Pada saat jumlah H₂SO₄ kecil maka semakin banyak air yang tidak terikat sehingga akan menghambat substitusi gugus -OH oleh gugus -NO₂. Sebaliknya, jika jumlah H₂SO₄ semakin besar maka H₂SO₄ sebagai katalis dapat menurunkan energi aktivasi yang secara langsung dapat mempercepat laju reaksi, sehingga kadar nitrogen akan semakin tinggi hingga perbandingan optimum tercapai yaitu pada perbandingan 7:3 (H₂SO₄ : HNO₃).

Di atas perbandingan 7:3, kadar nitrogen mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan jika H₂SO₄ berlebihan maka akan mendestruksi sebagian selulosa sehingga selulosa yang bereaksi menjadi lebih kecil, demikian pula dengan semakin besar jumlah HNO₃ maka reaksi akan bergeser ke arah pembentukan produk.

Hasil optimum pada rasio asam campuran 7:3 (H₂SO₄ : HNO₃) yang menunjukkan kadar 11,6% merupakan capaian yang cukup baik, mengingat kadar nitrogen maksimum teoritis pada nitroselulosa sebesar 14,14%.

8. Analisis Gugus Nitro dengan FTIR

Gambar 5. Spektrum FTIR Nitroselulosa pada



Rasio 7:3 (H₂SO₄ : HNO₃)

Keberhasilan proses nitrasi dapat dibuktikan dengan analisa kualitatif menggunakan spektrofotometer *Fourier Transform Infra Red* (FTIR).

Pada Gambar 5 dapat dilihat puncak-puncak pada kisaran angka gelombang 1390–1260 cm⁻¹ dan 1660-1560 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya gugus -NO₂. Fordham (2013) melakukan estimasi kadar nitrogen pada nitroselulosa berdasarkan derajat substitusi gugus -NO₂ pada selulosa. Nitroselulosa dengan derajat substitusi satu memiliki kadar nitrogen >7,3% dan derajat substitusi dua memiliki kadar nitrogen >12,73% serta derajat substitusi tiga memiliki kadar nitrogen >16,86%. Jadi hasil uji FTIR pada penelitian ini pada rasio 7:3 cenderung menghasilkan derajat substitusi satu, sehingga jika diestimasi kadar nitrogen pada nitroselulosa mencapai >12,73%.

Tabel 5. Perbandingan Mutu Nitroselulosa

Sifat	Nitroselulosa Hasil Penelitian	Nitroselulosa Standard
Warna	Kuning Keputihan	Putih, Kekuningan
Bentuk	Serbuk	Serbuk halus
Kadar N	11,60%	11,2-11,7%
Densitas	1,56 gr/cm ³	1,58-1,65 gr/cm ³
Kelarutan dalam Aseton	Larut Sebagian	Larut
Kualitas nyala	Cepat & sedikit residu	Cepat & tanpa residu

PENUTUP

1. Kesimpulan

Dari penelitian diatas apat disimpulkan bahwa:

- Proses *pre-treatment* dapat meningkatkan kadar α -selulosa dalam tanaman lidah mertua yaitu sebesar 93,5%. Sehingga kandungan selulosa dapat dimanfaatkan untuk pembuatan nitroselulosa.
- Pengaruh waktu terhadap *yield* produk & kadar N, adalah semakin lama waktu nitrasi maka *yield* produk & kadar N yang dihasilkan juga akan semakin besar. Akan tetapi jika sudah mencapai kondisi setimbang *yield* produk dan kadar nitrogennya cenderung akan semakin berkurang. Sedangkan pengaruh rasio asam campuran terhadap *yield* produk adalah semakin besar rasio asam sulfat terhadap asam nitrat maka *yield* produk akan semakin menurun.
- Pengaruh rasio asam campuran terhadap kadar nitrogen ialah semakin besar rasio H_2SO_4 terhadap HNO_3 , maka kadar nitrogen pada nitroselulosa akan semakin besar. Namun setelah mencapai kondisi optimum, kadar nitrogen menjadi semakin berkurang.
- Kondisi optimal proses pembuatan nitroselulosa dari tanaman lidah mertua dicapai pada rasio H_2SO_4 95% terhadap HNO_3 65% sebesar 7:3 dengan waktu nitrasi selama 90 menit. Pada kondisi ini diperoleh *yield* produk sebesar 76,6% dengan kadar nitrogen sebesar 11,6% dan termasuk dalam kualitas *AM grades* [Anonim, 2012] serta di bidang industri dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar *film* dan *lacquer*.
- Produk yang diperoleh pada kondisi optimal, hasil analisisnya menggunakan FTIR menunjukkan bahwa telah terbentuk nitroselulosa yang ditandai dengan munculnya dua serapan gugus -NO₂, sehingga termasuk dalam jenis selulosa di-nitrat.

2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah:

- Sebaiknya larutan HNO_3 yang digunakan untuk proses nitrasi memiliki konsentrasasi >65%, agar nitroselulosa yang dihasilkan memiliki kadar nitrogen yang lebih tinggi.
- Memilih bahan baku dengan kandungan selulosa yang lebih tinggi, agar

dihasilkan produk nitroselulosa dengan kadar N yang tinggi.

- Penelitian ini masih menghasilkan pertukaran dua buah gugus -NO₂ yang sempurna, oleh karena itu agar menghasilkan pertukaran tiga buah gugus -NO₂ secara sempurna dapat dilakukan nitrasi bertingkat dengan N₂O₃ (nitrogen trioksida) sehingga dihasilkan nitroselulosa dengan kadar nitrogen yang lebih tinggi.
- Produk nitroselulosa hasil penelitian ini masih berwarna kuning keputihan, agar diperoleh produk dengan warna yang putih lagi maka proses *pre-treatment* bahan baku bisa menggunakan metode soda-klor maupun soda-nitrat. Selain itu sebaiknya saat pencucian nitroselulosa hasil nitrasi larutan yang digunakan adalah etanol 95%, karena larutan NaHCO₃ dapat menyebabkan warna produk berubah menjadi kuning.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2010. Dikutip dari <http://wahyurahman92.blogspot.co.id/2010/10/analisa-kadar-nitrogen.html/> yang diakses pada tanggal 03 juni 2017, pukul 13.18 WIB.
- Anonim. 2012. Dikutip dari <http://dowwolffcellulosics.com/> yang diakses pada tanggal 11 Juni 2017, pukul 10.30 WIB.
- Austin, G. T. 1984. *Shreve's Chemical Process Industries*. Mc.Graw Hill International Edition. Singapura.
- Chesson, A. 1981. *Effects of sodium hydroxide on cereal straws in relation to the enhanced degradation of structural polysaccharides by rumen microorganisms*. J. Sci. Food Agric. 32:745-758.
- Dalal. 1984. *Inclusion of Nitrate and Nitrite in The Kjeldahl Nitrogen Determination of Soils and Plant Materials Using Sodium Thiosulphate*. Queensland Wheat Research Institute. Toowoomba 4350. Australia.
- Dirjen Perkebunan. 2015. Statistik Perkebunan Kelapa Indonesia. Jakarta. Dirjen Perkebunan.
- Fordham, S. 1980. *Height Explosives and Propellants*, Ed. II. Pergamonpress: New York.
- 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.
- Mulyadi, Yuki. 2017. Optimasi Proses Nitrasi pada Pembuatan Nitroselulosa dengan Memanfaatkan Limbah Serabut Kelapa Sebagai Bahan Baku dalam Upaya Mewujudkan Sumber Energi Bersih dan Terbarukan. Jurusan Teknik Kimia, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta, Prosiding Seminar Nasional XII "Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi 2017 Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta.
- Nuraini, Padil, Yelmida. 2010. Proses Pembuatan Nitroselulosa dari Limbah Pelelah Sawit. Jurusan Teknik Kimia, Universitas Riau, 1-10.
- Nuringtyas, Tri Rini. 2010. Karbohidrat. Gajah Mada University Press: Yogyakarta.
- Purnawan. 2010. Optimasi Proses Nitrasi pada Pembuatan Nitroselulosa dari Serat Industri Limbah Sagu. Jurusan Teknik Lingkungan, IST AKPRIND. Yogyakarta.
- Saragih, E. 2013. Pembuatan Nitroselulosa dari Selulosa Hasil Pemurnian Pelelah Sawit dengan Hidrogen Peroksida (H_2O_2) sebagai Bahan Baku Pembuatan Propelan. Cetakan Pertama. UI Press : Jakarta.
- Setiadi. 2017. Optimasi Pembuatan Nitroselulosa Dari Daun Nanas dengan Proses Delignifikasi Dalam Upaya Mewujudkan Sumber Energi Bersih dan Terbarukan. Jurusan Teknik Kimia, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta, Prosiding Seminar Nasional XII "Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi 2017 Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta.
- Shreve, R.N. 1977. *The Chemical Process Industries, second ed.* pp. 630-660. Mc Graw Hill Book Company. Inc. New York.
- Syahputra, M. 2011. Kajian Proses Isolasi α -selulosa dari Limbah Batang Tanaman *Plectranthus Rotundifolius* yang Efisien. Universitas Diponegoro.
- Ullmann's. 2006. *Chemical Properties Handbook, Encyclopedia of Industria Chemistry.* McGraw Hill Companies. New York.
- Zulfieni, W.Y. 2011. *Research into Hidrolisis Pelelah Sawit Untuk Memurnikan Selulosa- α Menggunakan Larutan Pemasak dari Ekstrak Abu TKS,* Skripsi. Universitas Riau.