

Optimasi Proses Nitrasi pada Pembuatan Nitroselulosa dengan Memanfaatkan Limbah Serabut Kelapa Sebagai Bahan Baku dalam Upaya Mewujudkan Sumber Energi Bersih dan Terbarukan

(Variabel Waktu Nitrasi dan Rasio Asam Penitrasi)

Yuki Mulyadi¹, Setiadi², Bambang Kusmartono³

Jurusan Teknik Kimia, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
yuki.mulyadi@windowslive.com

INTISARI

Nitroselulosa merupakan salah satu bahan dasar dari propelan jenis *single base* yang dibuat dengan nitrasi terhadap selulosa menggunakan campuran asam nitrat dan asam sulfat dengan air. Di dalam industri, nitroselulosa dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar plastik, *lacquer* (bahan pelapis), *film*, bahan dasar semen,

1. PENDAHULUAN

Sumber energi merupakan isu pokok yang terjadi di Indonesia. Keterbatasan sumber daya energi masih belum teratasi dengan baik, meskipun demikian Indonesia merupakan negara yang banyak dan kaya akan sumber daya alamnya. Salah satu yang potensial dimanfaatkan di masa mendatang adalah sumber daya selulosa.

Selulosa terdapat pada semua tanaman tingkat tinggi hingga organisme tumbuhan primitif. Sumber selulosa dapat ditemukan dalam berbagai macam tanaman yang ada di Indonesia, diantaranya adalah kelapa yang mengandung selulosa pada bagian serabutnya.

Buah kelapa pada umumnya dimanfaatkan untuk dua jenis, yang pertama adalah buah kelapa muda yang dimanfaatkan untuk membuat minuman, dan yang kedua buah kelapa tua yang diambil daging buahnya untuk diolah menjadi kopra. Buah kelapa terdiri dari 45% serabut kelapa, kemudian sisanya terdiri dari batok dan daging buah kelapa. Oleh karena itu jumlah serabut kelapa yang dihasilkan sangat melimpah dan belum bisa dimanfaatkan

bahan bakupropelan (peledak) dan *smokless powder*. Serabut Kelapa mengandung senyawa selulosa yang lumayan tinggi dan dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan nitroselulosa.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari proses nitrasi selulosa pada serabut kelapa menjadi nitroselulosa. Selain itu juga bertujuan untuk mempelajari kondisi yang optimum pada proses nitrasi serabut kelapa untuk menghasilkan nitroselulosa dengan kadar nitrogen yang tinggi.

Penelitian ini dilakukan melalui dua tahapan, yaitu proses *pre-treatment* dan proses nitrasi. Proses *pre-treatment* bertujuan untuk meningkatkan kadar selulosa dalam bahan baku, melalui proses pre-hidrolisis, delignifikasi, dan *bleaching*. Sedangkan proses nitrasi 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 bahwa proses nitrasi akan memberikan hasil terbaik pada waktu reaksi 90 menit, perbandingan asam sulfat terhadap asam nitrat 7:3. Pada kondisi ini diperoleh *yield* sebanyak 70% dengan kandungan nitrogen sebesar 10,85% dan termasuk dalam kualitas *A grades* serta di bidang industri dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar *plastic* dan *lacquer*. Hasil uji FTIR menunjukkan bahwa telah terbentuk dua serapan gugus -NO₂ pada nitroselulosa, sehingga termasuk dalam jenis selulosa di-nitrat.

Kata kunci : Nitroselulosa, serabut kelapa, rasio asam penitrasi, waktu nitrasi

secara sempurna. Mengacu data pada Statistik Perkebunan Indonesia Komoditas Kelapa tahun 2014, produksi buah kelapa Indonesia mencapai 3.005.916 ton pada tahun 2014. Dengan jumlah produksi yang cukup besar tersebut, tentunya serabut kelapa yang dihasilkan cukup banyak, jumlah pemanfaatan serabut kelapa sendiri hanya mencapai 2% saja, dan sisanya hanya dibuang sebagai limbah. (Universitas Teklom, 2015).

Serabut kelapa mengandung senyawa selulosa yang lumayan tinggi, sehingga berdasarkan hal tersebut ada peluang untuk memanfaatkannya menjadi bahan yang lebih bernilai dari sekedar limbah. Salah satu pemanfaatan yang bisa dilakukan adalah pembuatan nitroselulosa dari bahan dasar serabut kelapa.

Nitroselulosa dibuat dengan nitrasi 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*,

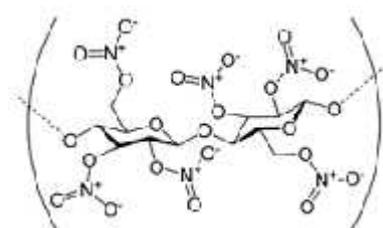
bahan dasar semen, bahan baku propelan (peledak) dan *smokless powder*.

Tabel 1. Jenis-jenis Selulosa Nitrat dan Kegunaannya

N	Bidang Aplikasi	Pelarut
0,7 – 11,2	<i>Plastic, Lacquer</i>	Etil Alkohol
1,2 – 11,7	<i>Film, Lacquer</i>	Etil alkohol, metanol, etil, butil, amil aasetat, aseton, metil etil keton.
1,8 -12,3	<i>Film, Lacquer, Coated fabric, cement.</i>	
2,5 – 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

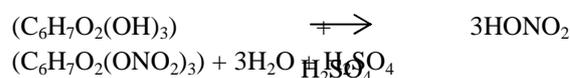
Selulosadengankadar - selulosadiatas92%memenuhi syaratuntuk digunakan sebagaibahan bakuutamapembuatan propelandan/ataubahanpeledak, yaitu apabila kadar nitrogen yang diperoleh >12,5% [Isroi, 2008].

Sehingga untukmendapatkankadar -selulosayang tinggi, maka hemiselulosa dan lignin harusdihilangkan terlebih dahulu. Penghilangan hemiselulosa bisa dengan cara pre-hidrolisis

menggunakan aquadest pada suhu mendidih[Syahputra, 2011], sedangkan penghilangan lignin dapatdilakukan dengan menambahkanalkali/basaagarmenjadi 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].

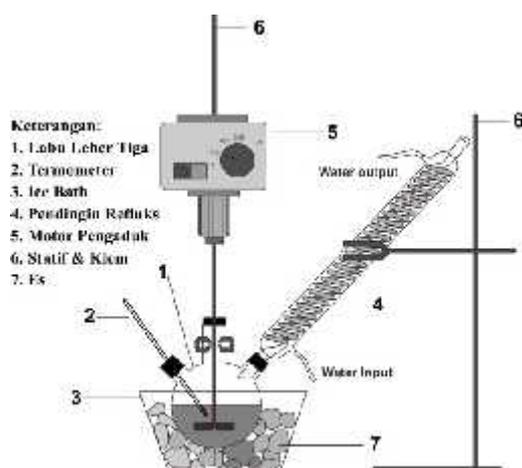
Metode analitik yang paling umum digunakan dalam penentuan kadar nitrogen adalah metode *Kjeldahl*[Sudarmadji, 1996]. Sedangkan analisis kualitatif dapat menggunakan alat *Fourier Transform Infra Red*(FTIR) untuk mendeteksi keberadaan gugus –NO₂ dalam nitroselulosa [Hartaya, 2008].

2. METODE

Selulosa diperoleh dari serabut kelapa. Larutan HNO₃ 65% dan larutan H₂SO₄ 95% digunakan sebagai pereaksi dalam reaksi nitrasi selulosa menjadi nitroselulosa. Larutan NaHCO₃ 10% dan aquadest digunakan sebagai zat pencuci hasil

proses nitirasi. Dan larutan NaOH 17,5% digunakan dalam proses penghilangan lignin (lignifikasi) pada serabut kelapa. Bahan lainnya H₂O₂ 3%, HCl 0,1 N, CH₃COOH 10 %, Asam Borat 4%, H₂SO₄ 72%, H₂SO₄ 1 N, NaOH 40 % dan NaOH 8,3 %.

Alat Penelitian



Gambar 2. Rangkaian alat nitirasi

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.

2.1. Metode Pengumpulan Data

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].

Pre-treatment Bahan Baku

Serabut kelapa 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 °C selama 1 jam, dengan

rasio bahan terhadap cairan pemasak 1:6, lalu serat yang didapat dikeringkan dalam oven pada suhu 100 °C [Nuraini, 2011].

Proses Delignifikasi: Serat di-delignifikasi dalam larutan NaOH 17,5% pada suhu 100°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 °C, dengan rasio berat serat terhadap volume H₂O₂ 3% sebanyak 1:10, serat dicuci dengan aquadest sampai pH netral lalu dikeringkan, kemudian diambil sedikit sampel untuk dilakukan analisis kadar selulosa [Zulfien, 2011].

Proses Pembuatan Nitroselulosa

Merangkai alat untuk proses nitirasi, Lalu memasukkan 100 mL campuran H₂SO₄ 95% dan HNO₃ 65% dengan perbandingan 1:4 ke dalam labu leher tiga, dan suhu didalam labu diatur antara 5-15 °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 nitirasi 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 NaHCO₃ 10%, lalu dicuci kembali menggunakan aquadest. Setelah itu sampel dikeringkan di bawah sinar matahari. Sampel siap untuk dianalisis *yield* produk dan kadar nitrogennya. Menentukan waktu optimum nitirasi berdasarkan % N terbesar. Setelah didapatkan waktu optimum, proses nitirasi dilanjutkan dengan variasi rasio asam penitirasi (1:2, 1:3, 1:4, 2:1, 7:3 (2,3:1), dan 3:1), dan dengan menjaga parameter lainnya tetap.

2.2. Metode Analisis Data

Analisis bertujuan untuk mengetahui kualitas nitroselulosa yang dihasilkan. Analisis yang dilakukan pada percobaan meliputi: Analisis kadar selulosa bahan baku, analisis kadar air, analisis kadar 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).

3. HASIL & PEMBAHASAN

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 = 45 %

Kadar lignin = 13,2 %

Analisis Kadar Air Bahan Baku

Hasil analisis kadar air dalam bahan baku adalah 3 %. Menurut Ullman's (2006) untuk mencapai kondisi yang optimum pada saat nitrasi, kadar air dalam bahan baku diusahakan tidak melebihi 10 %, karena dapat mengganggu kesetimbangan reaksinya.

Analisis Kandungan -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 -selulosa *pre-treatment* bahan baku

No	Proses	-selulosa
1.	Prehidrolisis (H ₂ O)	65 %
2.	Delignifikasi (NaOH)	85 %
3.	Bleaching (H ₂ O ₂)	92,5 %

Analisis *yield* Produk

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

Analisis Kadar Nitrogen

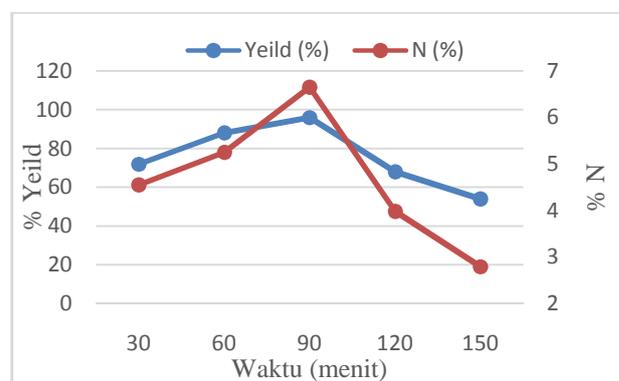
Analisis ini bertujuan untuk mengetahui kuantitas unsur nitrogen yang terkandung dalam produk nitroselulosa. Semakin besar kadar nitrogen yang terkandung dalam nitroselulosa, maka semakin baik mutunya.

Pengaruh Waktu Nitrasi terhadap *Yield* Produk & Kadar Nitrogen

Tabel 3. Hasil Perhitungan *Yield* & Kadar

Nitrogen pada Optimasi Waktu

No	Waktu Nitrasi	% <i>Yield</i>	% N
1.	30 menit	72	4,55
2.	60 menit	88	5,25
3.	90 menit	96	6,65
4.	120 menit	68	3,98
5.	150 menit	54	2,80



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

Pada percobaan optimasi waktu nitrasi ini, *yield* produk dan kadar nitrogen terbesar didapatkan pada waktu 90 menit. Dengan demikian maka semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk nitrasi, *yield* produk dan kadar nitrogen yang dihasilkan akan semakin besar atau bertambah (Gambar 3). Namun dalam penelitian ini terjadi penurunan kadaryield 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 nitrasi dengan variasi rasio asam campuran penitrasi.

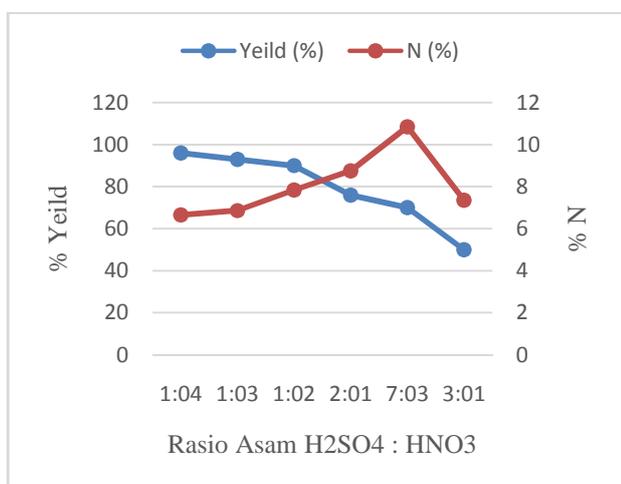
Pengaruh Rasio Asam Penitrasi terhadap *Yield* Produk & Kadar Nitrogen

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

Hasil analisis *yield* produk berdasarkan pengaruh rasio asam penitrasi, dapat dilihat dalam tabel berikut:

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

No	H ₂ SO ₄ : HNO ₃	% Yield	% N
1.	1:4	96	6,65
2.	1:3	93	6,86
3.	1:2	90	7,84
4.	2:1	76	8,75
5.	7:3	70	10,85
6.	3:1	50	7,35



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 terbuang pada saat penyaringan. Jadi semakin besar rasio H₂SO₄ terhadap HNO₃, maka *yield* produknya akan semakin berkurang (Gambar 4). Hal ini dikarenakan konsentrasi H₂SO₄ menjadi

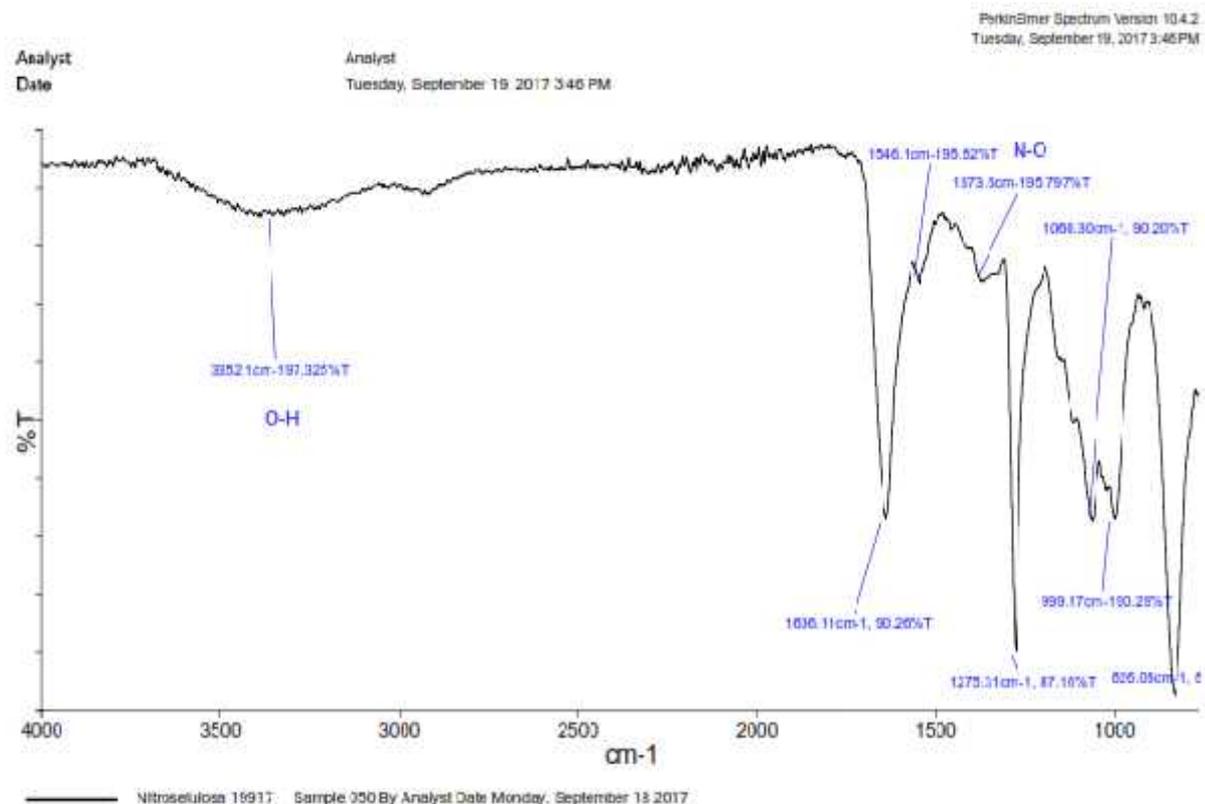
semakin pekat dibanding konsentrasi HNO₃ sehingga bersifat destruktif.

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 nitration. 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 10,85% merupakan capaian yang cukup baik, mengingat kadar nitrogen maksimum teoritis pada nitroselulosa sebesar 14,14%.

Analisis Gugus Nitro dengan FTIR



Gambar 5. Spektrum FTIR Nitroselulosa pada Rasio 7:3 (H₂SO₄:HNO₃)

Keberhasilan proses nitrasasi 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 subsitusi gugus –NO₂ 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%. Jadi hasil uji FTIR pada penelitian ini pada rasio 7:3 cenderung menghasilkan derajat subsitusi dua, sehingga jika diestimasi kadar nitrogen pada nitroselulosa mencapai >12,73%.

4. Kesimpulan

Proses *pre-treatment* dapat meningkatkan kadar selulosa dalam serabut yaitu sebesar 92,4%. Sehingga kandungan selulosa dalam serabut kelapa dapat dimanfaatkan untuk pembuatan nitroselulosa.

Pengaruh waktu terhadap *yield* produk & kadar N, adalah semakin lama waktu nitrasasi 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 H₂SO₄ terhadap HNO₃, maka kadar nitrogen pada nitroselulosa akan semakin besar. Namun setelah mencapai kondisi optimum, kadar nitrogen menjadi semakin berkurang.

Kondisi optimal proses pembuatan nitroselulosa dari serabut kelapa dicapai pada rasio H₂SO₄ 95% terhadap HNO₃ 65% sebesar 7:3 dengan waktu nitrasasi selama 90 menit. Pada kondisi ini diperoleh *yield* produk sebesar 70% dengan kadar nitrogen sebesar 10,85% dan termasuk dalam kualitas *A grades* [Anonim, 2012] serta di bidang industri dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar *plastic* dan *lacquer*.

Produk yang diperoleh pada kondisi optimal, hasil analisisnya menggunakan FTIR menunjukkan bahwa telah terbentuk nitroselulosa yang ditandai dengan munculnya dua serapan gugus $-NO_2$, sehingga termasuk dalam jenis selulosa di-nitrat.

Ucapan Terimakasih

1. Terimakasih Kepada Allah SWT Tuhan yang Maha Kuasa.

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.
- Anonim. 2014. Dikutip dari <http://deptan.go.id/> yang diakses pada tanggal 11 Agustus 2017, pukul 13.30 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.
- Handono, Aji wisnu. 2016. Pembuatan Nitroselulosa dari Kulit Kacang Tanah. Jurusan Teknik Kimia. IST Akprind Yogyakarta.
- 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.
- Nuraini, Padil, Yelmida. 2010. Proses Pembuatan Nitroselulosa dari Limbah Pelepah Sawit. Jurusan Teknik Kimia, Universitas Riau, 1-10.
- Nuringtyas, Tri Rini. 2010. Karbohidrat. Gajah Mada University Press: Yogyakarta.
- Purnawan. 2010. Optimasi Proses Nitration pada Pembuatan Nitroselulosa dari Serat Industri Limbah Sagu. Jurusan Teknik Lingkungan, IST AKPRIND. Yogyakarta.
- Saragih, E. 2013. Pembuatan Nitroselulosa dari Selulosa Hasil Pemurnian Pelepah Sawit dengan Hidrogen Peroksida (H_2O_2) sebagai Bahan Baku Pembuatan Propelan. Cetakan Pertama. UI Press : Jakarta.
- 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 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 Pelepah Sawit Untuk Memurnikan Selulosa- Menggunakan Larutan Pemasak dari Ekstrak Abu TKS*, Skripsi. Universitas Riau.



SEMINAR NASIONAL
REKAYASA TEKNOLOGI INDUSTRI DAN INFORMASI
SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA

Jl. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman 55281 Telp. (0274) 485390, 486986 Fax. (0274) 487294
Email : seminar@sttnas.ac.id website : www.retii.sttnas.ac.id



CERTIFICATE NO. ID10/01471

BERITA ACARA
KEGIATAN SEMINAR NASIONAL ReTII KE-12 TAHUN 2017

Pada hari ini Sabtu, Tanggal 9 Desember, Tahun 2017 telah dilaksanakan Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi (ReTII) ke-12, atas :

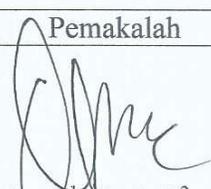
- Nama Pemakalah : Yuki Mulyadi¹, Setiadi², Bambang Kusmartono³
Judul Makalah : OPTIMASI PROSES NITRASI PADA PEMBUATAN NITROSELULOSA DENGAN MEMANFAATKAN LIMBAH SERABUT KELAPA SEBAGAI BAHAN BAKU DALAM UPAYA MEWUJUDKAN SUMBER ENERGI BERSIH DAN TERBARUKAN (VARIABEL WAKTU NITRASI DAN RASIO ASAM PENITRASI)
Pukul : 15.45 – 16.00
Bertempat di : Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta
Dengan alamat : Jln. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman, DIY
Ruang : D.21
Moderator : Tugino, S.T., M.T
Notulen : Mutiasari K.D, S.T., M.Sc .

Susunan Acara Seminar ini dibuka oleh Moderator, diikuti oleh Pemaparan Singkat Hasil Penelitian oleh Pemakalah, Tanggapan (Pertanyaan/Kritik/Saran) dari Peserta Seminar dan Tanggapan Pemakalah, dan ditutup kembali oleh Moderator.

Jumlah Peserta yang hadir : _____ orang (Daftar Hadir Terlampir)

Demikian Berita Acara ini dibuat dengan sebenarnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 9 Desember 2017

Ketua Panitia	Moderator	Pemakalah
 Dr. Ir. Sugiarto, MT	 Tugino, S.T., M.T	 Yuki Mulyadi ¹ , Setiadi ² , Bambang Kusmartono ³



**SEMINAR NASIONAL
REKAYASA TEKNOLOGI INDUSTRI DAN INFORMASI
SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA**

Jl. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman 55281. Telp. (0274) 485390, 486986 Fax. (0274) 487294
Email : seminar@sttnas.ac.id website : www.retii.sttnas.ac.id



CERTIFICATE NO. ID10/01471

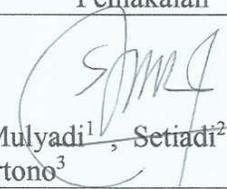
**NOTULEN
KEGIATAN SEMINAR NASIONAL ReTII KE-12 TAHUN 2017**

Pada hari ini Sabtu, Tanggal 9 Desember, Tahun 2017 telah dilaksanakan Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi (ReTII) ke-12, atas :

- Nama Pemakalah : Yuki Mulyadi¹, Setiadi², Bambang Kusmartono³
 Judul Makalah : OPTIMASI PROSES NITRASI PADA PEMBUATAN NITROSELULOSA DENGAN MEMANFAATKAN LIMBAH SERABUT KELAPA SEBAGAI BAHAN BAKU DALAM UPAYA MEWUJUDKAN SUMBER ENERGI BERSIH DAN TERBARUKAN (VARIABEL WAKTU NITRASI DAN RASIO ASAM PENITRASI)
 Pukul : 15.45 – 16.00
 Bertempat di : STTNAS Yogyakarta
 Dengan alamat : Jl. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman, DIY
 Ruang : D.21

Pertanyaan/Kritik/Saran	Tanggapan Pemakalah
① Bagaimana Ate produksi massal? ② Bagaimana menghubungkan ke yg membutuhkan nitroselulosa? ③ Efisiensi bahan?	① Produksi sdh ada PT. ICA bisa kolaborasi di produsen ② Kerjasama dg LAPAN, produsen roket yg membutuhkan bahan ③ 100 gr daun nenas → 20 gr alphaselulosa.

Yogyakarta, 9 Desember 2017

Ketua Panitia	Moderator	Pemakalah
 Dr. Ir. Sugianto, MT	S.T., M.T	 Yuki Mulyadi ¹ , Setiadi ² , Bambang Kusmartono ³