WARTA PPKS 2007, Vol. 15 (2): 1 - 8

KAJIAN MENGENAI PEMANFAATAN TANDAN KOSONG SAWIT UNTUK PEMBUATAN SELULOSA NITRAT

Nita Marikena[1], Setiaty Pandia[1], dan Eka Nuryanto

Tandan Kosong Sawit (TKS) merupakan limbah terbesar yang dihasilkan oleh perkebunan kelapa sawit dan mengandung kadar selulosa terbesar dibandingkan dengan komponen lain seperti serat, cangkang, batang pohon dan pelepah daun yaitu 45,95 %. Pada penelitian ini mencoba untuk mengkaji sejauh mana pemanfaatan pulp TKS dengan proses nitrasi menggunakan larutan asam nitrat dan asam fosfat (HNO_3 + H_3PO_4) dengan variasi variabel yang telah ditentukan berpengaruh terhadap kualitas selulosa nitrat sebagai produk yang dihasilkan pada skala laboratorium. Tujuan utama pembuatan pulp adalah menghilangkan lignin dari serat-serat selulosa (bilangan kappa rendah). Selulosa nitrat merupakan salah satu turunan selulosa paling awal dan salah satu ester yang paling penting dan tergantung pada tingkat nitrasi yang digunakan untuk pembuatan bahan peledak (guncotton), *film fotografik, pernis, serat tekstil, beberapa aplikasi pencetakan (misalnya sebagai substitusi gading untuk bola bilyar), dan bahan bakar roket. Pulp TKS dibuat dengan proses kraft menggunakan bahan pemasak NaOH dan Na_2S dengan kondisi pemasakan alkali aktif 17 %, sulfiditas 25 %, rasio 4 : 1, suhu maksimum 165 °C, waktu tuju 2 jam, dan waktu pada 1,5 jam, menghasilkan bilangan kappa sebesar 16,68 dan α-selulosa sebesar 75,93 %. Pulp TKS dititrasi menggunakan larutan asam nitrat dan asam fosfat (sebagai katalis) dan dianalisa dengan menggunakan metoda Kjeldahl, menghasilkan persentase kadar nitrogen rata-rata terbesar yaitu 2,427 % pada kondisi suhu lingkungan 20 °C, konsentrasi larutan HNO_3 dan H_3PO_4 dengan rasio 60,18 : 29,63 % dan waktu reaksi 9 jam. Karakterisasi selulosa pada pulp TKS menggunakan FT-IR menunjukkan keberadaan gugus hidroksil (-OH) pada 3382,9 cm^{-1}, C-H alifatik pada 2900,7 cm^{-1}, -OH vibrasi ulur dari alkohol sekunder pada 1373,2 cm-1, C-O-C glikosida pada 1056,9 cm^{-1}, C-O-C siklik jenuh pada 1164,9 cm^{-1}, dan gugus C-H khas piranosa pada 898,8 cm^{-1}. Sedangkan karakterisasi selulosa nitrat menggunakan FT-IR menunjukkan keberadaan nitramine asimetrik (1627,8 cm^{-1}) dan nitramine simetrik (1284,5 cm^{-1}), serta nitrat ester asimetrik (1627,8 - 1643,2 cm^{-1}) dan ester simetrik (284,5 cm^{-1}).*

Kata kunci: *pulp TKS, selulosa nitrat, metoda Kjeldahl, FT-IR*

1. PENDAHULUAN

Tandan Kosong Sawit (TKS) merupakan limbah padat terbesar yang dihasilkan oleh perkebunan kelapa sawit. Pemanfaatan TKS sampai saat ini masih terus diteliti dan dikembangkan. Apabila jumlah TKS tersebut tidak dikelola ataupun dimanfaatkan secara maksimal akan memberikan dampak pencemaran terhadap lingkungan. Hal ini juga akan memberikan kerugian bagi perusahaan yaitu masalah tempat penampungan TKS, waktu dan biaya untuk mengurus limbah padat tersebut.

Berbagai penelitian telah dilakukan dalam upaya meningkatkan nilai tambah TKS menjadi produk-produk yang lebih berguna, diantaranya adalah produksi pulp dan kertas, sumber energi altenatif melalui

1 Jurusan Teknik Kimia - USU

proses gasifikasi, bahan pengisi plastik terdegradasi, serat rayon, briket arang, bahan insulasi dan kompos (Arya, 1998; Goenadi et al., 1998; Guritno et al., 1995; Schuchardt et al., 1998; Susanto dan Budhi, 1997; Wiryosentono dan Guritno, 1998) seperti yang telah dirangkumkan oleh Tobing.P.L et al (5). Berdasarkan penelitian sebelumnya, tandan kosong sawit mengandung kadar selulosa yang terbanyak dibandingkan serat, cangkang, batang pohon dan pelepah daun yaitu 45,95 % (1).

Sejumlah besar turunan selulosa telah disintesa termasuk ester dari asam anorganik dan organik (selain dari ester-ester ksantat), eter-eter, dan kopolimer cangkok. Produk-produk yang memiliki nilai komersial dari turunan selulosa mencakup ester-ester nitrat, asetat, propionate, butirat dan eter-eter metil, etil, dan hidroksietil (4).

Selulosa nitrat adalah salah satu ester yang paling penting dan tergantung pada tingkat nitrasi digunakan untuk plastik (celluloid), pernis, perekat, dan bahan peledak (bubuk tanpa asap, dinamit) (2). Berdasarkan majalah Cakrawala TNI AL (2006), selulosa nitrat ditambah dengan aditif aluminium adalah sebuah resep untuk bahan bakar roket modern saat ini, dan merupakan kombinasi bahan yang sangat mudah meledak.

Penelitian kali ini mencoba mengkaji sejauh mana pemanfaatan pulp TKS dengan proses nitrasi menggunakan larutan asam nitrat dan asam fosfat (HNO_3 + $H3PO_4$) dengan variasi konsentrasi larutan asam, suhu lingkungan, dan waktu reaksi, berpengaruh terhadap kualitas selulosa nitrat (persentase kadar nitrogen total) sebagai produk yang dihasilkan.

2. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan pada laboratorium di Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Medan.

2.1 Tahap persiapan TKS menjadi Pulp TKS

Pulp TKS diperoleh dari Balai Besar Penelitian & Pengembangan Industri Selulosa, Bandung. Proses pembuatan pulp TKS dari tandan kosong sawit hasil buangan pabrik kelapa sawit diolah dengan Proses Kraft dan menggunakan bahan kimia NaOH dan Na_2S dengan ketentuan proses sebagai berikut: alkali aktif (AA) = 17 %, sulfiditas = 25 %, ratio = 4:1, suhu maksimum = 165 °C, waktu tuju = 2 jam, dan waktu pada = 1,5 jam.

2.2 Tahap pembuatan selulosa nitrat

Pada tahap pertama penelitian, siapkan larutan asam nitrat dan asam fosfat (HNO_3 + H_3PO_4) berdasarkan variasi konsentrasi larutan asam (60,18 : 29,63% dan 16,84 : 74,61%) dan masukkan ke dalam gelas beaker. Kemudian larutan diaduk sampai homogen dan diamkan beberapa saat.

Timbang pulp TKS yang telah disiapkan sebanyak 5 gram. Masing-masing pulp TKS yang telah di timbang dimasukkan ke dalam larutan yang telah disiapkan. Pada suhu 20 °C, gelas beaker yang berisi pulp TKS dan larutan asam dimasukkan ke dalam wadah yang berisi es. Suhu pada wadah yang berisi es diatur sehingga tidak melebihi 20 °C, dibiarkan terbuka di dalam ruang asam dan didiamkan berdasarkan variasi waktu yang telah ditentukan yaitu 1, 5, dan 9 jam. Pada suhu ruang, gelas beaker yang berisi pulp TKS dan larutan asam dibiarkan terbuka di dalam ruang asam dan didiamkan berdasarkan variasi waktu yang telah ditentukan yaitu 1, 5, dan 9 jam. Sedangkan pada suhu 50°C, gelas beaker yang berisi pulp TKS dan larutan asam dimasukkan ke dalam wadah yang berisi air dan dipanaskan dengan *hot plate* (pemanasan tidak langsung mengenai beaker). Suhu pada wadah yang berisi air diatur sehingga tidak melebihi 50°C, dibiarkan terbuka di dalam ruang asam dan didiamkan berdasarkan variasi waktu yang telah ditentukan yaitu 1, 5, dan 9 jam. Apabila waktu telah tercapai, cuci masing-masing larutan dengan Aquades DM yang telah dipanaskan dan disaring dengan kertas saring. Setelah itu, pulp yang tersaring diangin-anginkan hingga kering.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Pulp TKS

Pulp TKS yang digunakan sebagai bahan dasar pembuatan selulosa nitrat mempunyai karakteristik (Tabel 1).

Tabel 1 Karakteristik Pulp TKS

No.	Bahan baku	Proses	A.A (%)	Sulfiditas (%)	Rasio	Suhu max (°C)	Waktu tuju (jam)	Waktu pada (jam)	Total *yield* (%)	*Screened yield* (%)	KN	α-selulosa (%)
1.	TKS	*Kraft*	17,0	25,0	4 : 1	165	2	1,5	31,72	31,38	16,68	75,93
2.	TKS	*Kraft*	17,0	25,0	4 : 1	165	2	1,5	32,25	31,65		
3.	TKS	*Kraft*	17,0	25,0	4 : 1	165	2	1,5	32,10	31,92		
Rata-rata									32,02	31,65		

Sumber: Balai Besar Penelitian & Pengembangan Industri Selulosa

AA (alkali aktif) menyatakan jumlah larutan NaOH dan Na_2S yang ditambahkan sebagai larutan pemasak. Sulfiditas berfungsi untuk mengetahi perbandingan antara NaOH dan Na_2S dalam larutan pemasak. Dengan kata lain sufiditas adalah perbandingan antara Na_2S dengan AA. Rasio merupakan perbandingan antara berat total bahan pemasak terhadap berat bahan baku kering. Suhu maksimum adalah suhu yang ingin dicapai. Waktu tuju menyatakan lamanya waktu yang diinginkan untuk mencapai suhu maksimum. Jika waktu untuk kenaikan suhu terlalu cepat berarti bahan pemasak

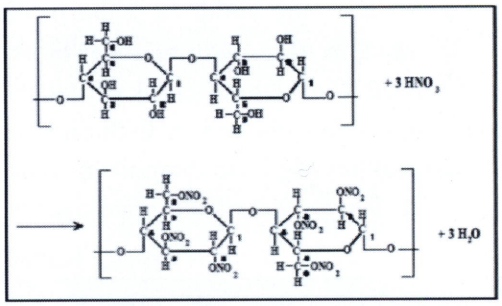
belum terdispersi dan berdifusi ke dalam chip dengan merata. Waktu pada adalah lamanya waktu yang dibutuhkan setelah proses mencapai suhu maksimum. Rendemen total (total *yield*) menyatakan total banyaknya produk yang dihasilkan dibandingkan dengan bahan baku yang dipakai. Sedangkan rendemen tersaring (*screened yield*) merupakan selisih antara rendemen total dengan pulp yang rusak (*reject*) akibat pemasakan yang kurang sempurna. Dari keseluruhan proses *kraft* didapat pulp TKS dengan karakteristik bilangan kappa sebesar 16,68 dan α-selulosa sebesar 75,93 %. Bilangan kappa merupakan parameter untuk mengendalikan proses delignifikasi (proses pemisahan lignin) dan memperkirakan kadar lignin sisa dalam pulp.

3.2 Uji Persentase Kadar Nitrogen Total

Dari hasil penelitian secara umum menunjukkan bahwa pada tiap perlakuan dari masing-masing variasi yaitu: konsentrasi larutan, suhu lingkungan dan waktu reaksi memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap kadar persen nitrogen yang dihasilkan. Untuk lebih jelasnya melihat bagaimana pengaruh dari parameter yang diamati dalam penelitian ini terhadap peningkatan persen nitrogen yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 2. Reaksi dasar dari proses pembuatan dari selulosa menjadi selulosa nitrat adalah sebagai berikut:

$$2HNO_3 + C_6H_{10}O_5 + C_6H_8(NO_2)_2O_5 + 2H_2O \quad (7)$$

Reaksi esterifikasi selulosa menjadi selulosa nitrat ditunjukkan pada Gambar 1 (3) di bawah ini:



Gambar 1. Reaksi Esterifikasi Selulosa dan Selulosa Nitrat

Tabel 2 Hasil Perhitungan Persentase Kadar Nitrogen

Suhu Lingkungan (°C)	Persentase Rata-rata Kadar Nitrogen Total (%)					
	Konsentrasi Larutan (%) (HNO_3 : H_3PO_4)					
	60,18 : 29,63			16,84 : 74,61		
	Waktu Reaksi (jam)					
	1	5	9	1	5	9
20	1.4875	1.1665	**2.4270**	1.0580	1.2650	0.1495
Suhu Ruang	1.3445	1.4800	1.6700	0.9905	0.4805	1.6425
50	0.9750	1.6210	0.8215	1.0285	1.5770	0.3430

Dari hasil penelitian yang dilakukan pada skala laboratorium terhadap pulp TKS berdasarkan hasil uji metoda Kjeldahl diperoleh persentase kadar nitrogen rata-rata tertinggi yaitu 2,427 % dari kondisi suhu lingkungan 20 °C, konsentrasi larutan asam nitrat dan asam fosfat dengan rasio 60,18 : 29,63 % dan

waktu reaksi 9 jam. Jika dibandingkan dengan reaksi selulosa mononitrat ($C_6H_7O_2(OH)^2(ONO_2)$) yang bereaksi secara sempurna (6,75 % N), maka hasil yang didapat (2,247 % N) sebesar 35,96 % saja yang terbentuk menjadi selulosa mononitrat. Hal ini diakibatkan adanya reaksi-reaksi lain yang terjadi di dalam proses pembuatan selulosa nitrat. Dari hasil Disertasi yang dilakukan oleh Lindblom (3) dan RFAAP (6), di dalam proses nitrasi, reaksi-reaksi dan jaringan reaksi (6) yang dapat terjadi adalah sebagai berikut:

$RCH_2O\text{-}NO_2 \rightarrow RCH_2O.+.NO_2 \rightarrow$
$RCH_2OO. + NO \uparrow$ (3)

$RCH_2OO. \xrightarrow{[H]} RCH_2OOH \rightarrow$
$RCHO.+.H_2O$ (3)

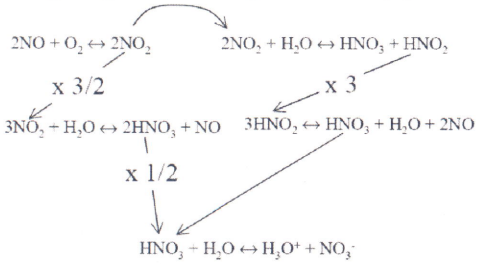
$2RCH_2OO. \rightarrow RCHO +$
$RCH_2OH + O_2$ (3)

$2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2 \uparrow$ (3)

$2NO_2 + H_2O \rightarrow HNO_3 + HNO_2$ (6)

$3HNO_2 \leftrightarrow HNO_3 + H_2O + 2NO$ (6)

$3NO_2 + H_2O \rightarrow 2HNO_3 + NO$ (6)



Gambar 2. Jaringan Reaksi

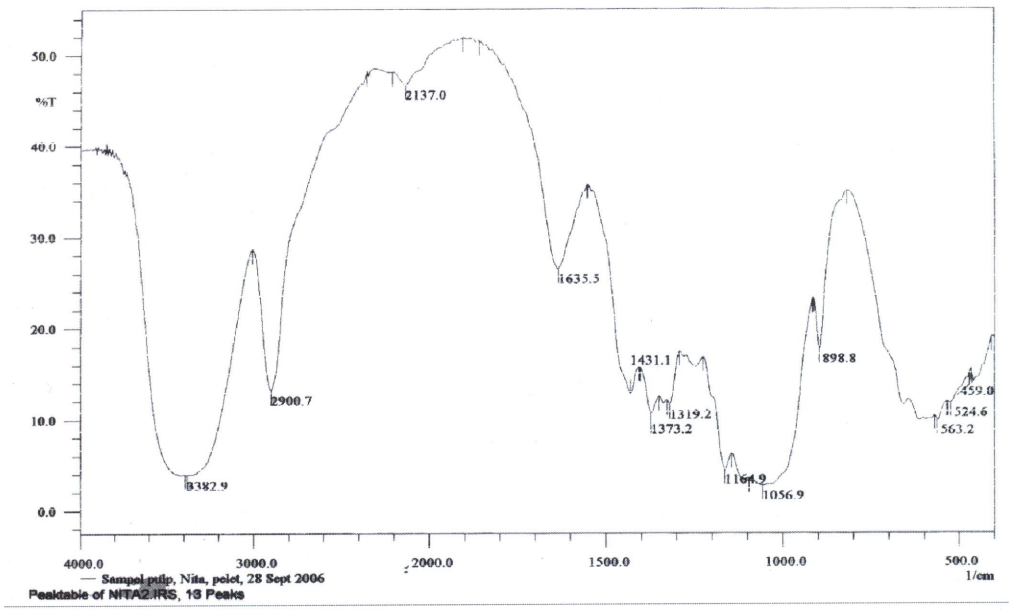
Pada penelitian ini kadar selulosa (α-selulosa) yang terkandung di dalam pulp TKS adalah 75,93 %, bilangan kappa sebesar 16,68, dan kadar air pulp TKS rata-rata yaitu 8,28 %. Dari karakteristik pulp TKS yang merupakan bahan dasar pada penelitian ini terlihat bahwa selulosa yang terkandung tidak murni. Ketidak-murnian ini memungkinkan selulosa nitrat tidak terbentuk secara sempurna sehingga persentase kadar nitrogen yang dihasilkan kecil. Selain itu pada saat uji persentase kadar nitrogen dengan menggunakan metoda Kjeldahl, kemungkinan hilangnya NO_x dari ikatan selulosa nitrat adalah pada tahap destruksi. Hal ini disebabkan pada tahap destruksi, produk dilarutkan dengan larutan H_2SO_4 pekat dan dipanaskan dengan temperatur tinggi dan dalam keadaan tidak tertutup (labu Kjeldahl dalam keadaan terbuka).

3.3. Uji Spektroskopi FT-IR

Untuk mengidentifikasi senyawa selulosa di dalam pulp TKS dan selulosa nitrat yang merupakan hasil dari penelitian ini maka dilakukan uji spektroskopi FT-IR. Hasil pengujian FT-IR terhadap selulosa di peroleh data serapan yang muncul adalah serapan pada 3382,9 cm^{-1} adalah serapan gugus hidroksil (-OH), serapan pada 2900,7 cm^{-1} adalah serapan gugus C-H alifatik, serapan pada 1373,2 cm^{-1} adalah serapan gugus OH vibrasi ulur dari alkohol sekunder, serapan pada 1056,9 cm^{-1} adalah

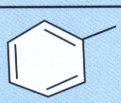
serapan gugus C-O-C glikosida, serapan pada 1164,9 cm^{-1} adalah serapan gugus C-O-C siklik jenuh, dan serapan pada 898,8 cm^{-1} adalah serapan gugus C-H khas piranosa (Gambar 3).

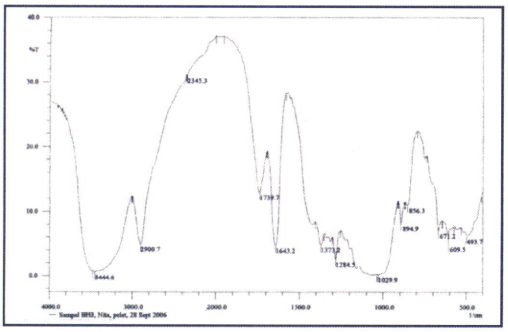
Hasil pengujian FT-IR terhadap selulosa nitrat hasil penelitian ini di peroleh data sebagai berikut:



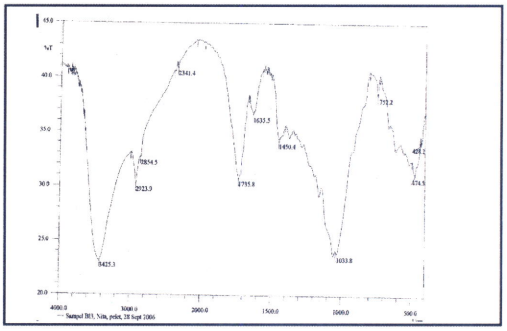
Gambar 3. Spektrum Inframerah dari Sampel Pulp TKS

Tabel 3. Bilangan gelombang identifikasi selulosa nitrat

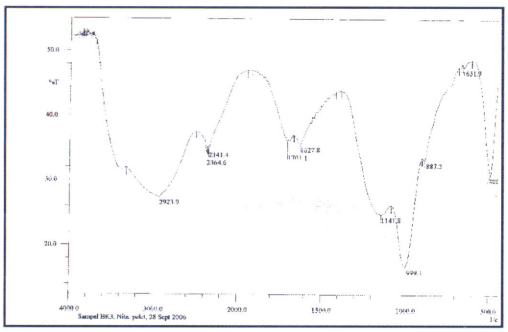
Sampel	Tipe Formula (cm^{-1})							
	-OH		$R-NO_2$		$R-NH.NO_2$		$R-O-NO_2$	
	Polymeric	Dimeric			NO_2 asimetrik	NO_2 simetrik	NO_2 asimetrik	NO_2 simetrik
AA31	-	-	-	-	-	1284,5	1643,2	1284,5
AC31	-	-	-	-	-	-	1635,5	-
BB31	-	-	-	-	-	-	1635,5	-
BA32	-	-	-	-	1627,8	-	1627,8	-



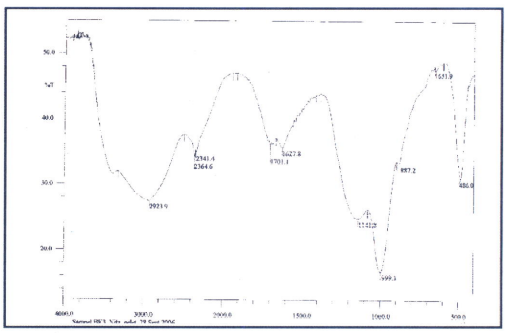
Gambar 4. Spektrum Infra Merah dari Sampel AA31



Gambar 6. Spektrum Infra Merah dari Sampel BB31



Gambar 5. Spektrum Infra Merah dari Sampel AC31



Gambar 7. Spektrum Infra Merah dari Sampel BA31

4. KESIMPULAN

Hasil percobaan yang dilakukan pada skala laboratorium terhadap pulp TKS menggunakan larutan asam nitrat dan asam fosfat diperoleh persentase kadar nitrogen rata-rata tertinggi yaitu 2,427 % dari kondisi suhu lingkungan 20 oC, konsentrasi larutan asam nitrat dan asam fosfat 60,18 : 29,63 % dan waktu reaksi 9 jam. Karakterisasi selulosa pada pulp TKS menggunakan FT-IR menunjukkan keberadaan gugus hidroksil (-OH) pada 3382,9 cm^{-1}, C-H alifatik pada 2900,7 cm^{-1}, -OH vibrasi ulur dari alkohol sekunder pada 1373,2 cm^{-1}, C-O-C glikosida pada 1056,9 cm^{-1}, C-O-C siklik jenuh pada 1164,9 cm^{-1}, dan gugus C-H khas piranosa pada 898,8 cm^{-1}. Sedangkan karakterisasi selulosa nitrat menggunakan FT-IR menunjukkan keberadaan nitramine asimetrik (1627,8 cm^{-1}) dan nitramine simetrik (1284,5 cm^{-1}), serta nitrat ester asimetrik (1627,8 1643,2 cm^{-1}) dan ester simetrik (284,5 cm^{-1}).

Berdasarkan hasil analisa spektroskopi FT-IR, menunjukkan bahwa gugus-gugus fungsi pada pulp tandan kosong sawit (TKS) mengandung gugus fungsi selulosa. Sedangkan hasil uji spektrum FT-IR pada selulosa nitrat menunjukkan bahwa produk tidak sepenuhnya membentuk selulosa nitrat.

DAFTAR PUSTAKA

1. Darnoko, Potensi Pemanfaatan Limbah Lignoselulosa Kelapa Sawit Melalui Biokonversi, Berita Penelitin Perkebunan, vol.2, no.2, 1992, 87.
2. Fengel,D., dan Wegener,G., Kayu, Gajah Mada University, Yogyakarta, Edisi 1, 1995
3. Lindblom,T., Reactions in the system nitro-cellulose/Diphenylamine with special reference to the formation of a stabilizing product bonded to nitro-cellulose, Comprehensive summaries of Uppsala Dissertaions from the Faculty of Science and Technology 935, ACTA Universitatis Upsaliensis, 2004.
4. Stevens,M.P., Kimia Polimer, Iis Sopyan, Edisi 1, Jakarta, PT.Pradnya Paramita, 2001.
5. Tobing.P.L et al, Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit dan Produk Turunannya, Pusat Penelitian Kelapa Sawit, M-200-203, 2003, 5.12.
6. Facility and Army Ammunition Plant (RFAAP), Introduction to NOx Abatement Process at RFAAP and Computer Simulation of the NOx Abatement Process as a Convertion-Reaction Model, http://scholar.lib.vt.edu/theses/available/etd-03042000-11000048/unrestricted/ch3.pdf
7. Wikipedia, Nitrocellulose, http://en.wikipedia.org/wiki/Nitrocellulose, Wikimedia Foundation, Inc, 2006.

MARFU - P

Fungisida biologi untuk mengendalikan
Busuk Pangkal Batang (*Ganoderma boninense*)
Pada tanaman Kelapa Sawit

Bahan Aktif: *Trichoderma koningii*
Kandungan: 5 x 10^5 spora/g

MARFU-P tidak menimbulkan keracunan pada hewan, manusia, dan binatang lain sehingga ramah lingkungan

MARFU - P
MARIHAT FUNGISIDA

Berat Bersih
20 kg

APLIKASI MARFU-P

MARFU-P diaplikasikan untuk perlakuan preventif dengan cara tabur pada permukaan tanah pengisi polibeg, tabur di lubang tanam, dan di tabur pada piringan untuk tanaman belum menghasilkan (TBM). Aplikasi **MARFU-P** sebaiknya dilaksanakan saat tanah dalam keadaan lembab yaitu pada awal atau akhir musim hujan.

DOSIS APLIKASI MARFU-P

- Polibeg di pembibitan : 10 g/polibeg
- Lubang tanam : 400 g/ lubang tanam
- Piringan : 200 g/tanaman/ tahun selama 3 tahun

PENYIMPANAN

Simpanlah **MARFU-P** pada tempat kering, tidak terkena sinar matahari langsung atau percikan air hujan. Marfu-P dapat bertahan sampai satu tahun setelah produksi.

Informasi & Pemasaran :

PUSAT PENELITIAN KELAPA SAWIT
Indonesian Oil Palm Research Institute (IOPRI)
Jl. Brigjend Katamso No. 51 Medan 20158, Indonesia
Ph : +62-61-7862477, Fax : +62-61-7862488
E-mail : admin@iopri.org Website : http://www.iopri.org

HANYA DAPAT DIPEROLEH DI PUSAT PENELITIAN KELAPA SAWIT

PALM BIODIESEL

Bahan bakar terbarukan dan ramah lingkungan

PALM BIODIESEL

- Palm biodiesel dari minyak sawit dibuat dengan cara esterifikasi minyak sawit dengan metanol menggunakan katalis pada kondisi tertentu.

- Spesifikasi teknis dari palm biodiesel yang dibuat oleh PPKS memenuhi standar ASTM PS 121 dan sesuai dengan bahan bakar diesel dari minyak bumi (petrodiesel)

Parameter	palm biodiesel	petrodiesel	ASTM PS121
Viskositas pada 40°C (cSt)	5.0-5.6	4.6	1.6-6.0
Flash point (°C)	172	176	> 100
Cetane index	47 – 49	> 40	> 40
Conradson carbon residue	0.03-0.04	0.10	< 0.05
Densitas, g/cm^3	0,8624	0,852	-

- Saat ini , penggunaan biodiesel sebagai substitusi bahan bakar petroleum diesel telah dilakukan di negara maju. Hal ini disebabkan oleh adanya krisis enerji akibat berkurangnya produksi minyak bumi, makin besarnya kepedulian terhadap lingkungan, dan minyak nabati sebagai bahan baku biodiesel yang terbarukan

KEUNTUNGAN PALM BIODIESEL

Palm biodiesel:

- Mengurangi emisi asap
- Mengurangi emisi CO
- Tidak menghasilkan SO_2,
- Terbarukan dan Biodegradable
- Non Toksik

diproduksi oleh :

PUSAT PENELITIAN KELAPA SAWIT

Indonesian Oil Palm Research Institute

Jl. Brigjen Katamso No. 51, Medan 20158, Indonesia

Telp. 061-7862477, Fax. 061-7862488

e-mail : admin@iopri.org, http://www.iopri.org