

PROSIDING SEMINAR

SEMINAR NASIONAL 2009

PENGEMBANGAN TEKNOLOGI BERBASIS BAHAN BAKU LOKAL

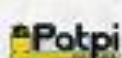
Yogyakarta, 2 Desember 2009

ISBN :979-1519-52-8

Diselenggarakan oleh :
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)

Bekerjasama dengan :

- Fakultas Teknologi Pertanian UGM
- Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia (PATPI) Cabang Yogyakarta
- Badan Ketahanan Pangan dan Penyuluhan (BKPP) Propinsi DIY
- Bank Indonesia (BI) Yogyakarta



PROSPEK INDUSTRI POLIGLISIDIL NITRAT DI INDONESIA

Erna Astuti¹, Supranto², Rochmadi² dan Agus Prasetya²

¹Program Studi Teknik Kimia, Universitas Ahmad Dahlan
Kampus III: Jl. Prof. Dr. Soepomo, Janturan, Yogyakarta 55164

²Jurusan Teknik Kimia, Universitas Gadjah Mada
Jl. Grafika 2 Kampus UGM Yogyakarta 55281
E-mail : erna_uad@yahoo.com

ABSTRAK

Sejak tahun 80-an telah terjadi peningkatan kebutuhan energi, khususnya untuk bahan bakar mesin diesel. Di sisi lain cadangan minyak yang dimiliki Indonesia semakin terbatas karena merupakan produk yang tidak dapat diperbaharui. Oleh sebab itu perlu dilakukan upaya untuk mencari bahan bakar alternatif yang dapat diperbaharui dan ramah lingkungan. Salah satu energi alternatif adalah biodiesel. Indonesia sebagai negara penghasil minyak nabati terbesar dunia, juga sebagai negara penghasil CPO terbesar dunia mempunyai peluang untuk menghasilkan bahan bakar biodiesel. Dengan asumsi gliserol yang dihasilkan sebesar 12% dari produksi biodiesel, maka pada tahun 2011 nanti akan diperoleh gliserol sebagai hasil samping industri biodiesel sebesar 5.400 kL/hari atau 1.750.000 ton/tahun. Produk samping gliserol yang dihasilkan memerlukan alternatif penanganan segera sehingga tidak menjadi limbah yang mencemari lingkungan. Salah satu solusinya adalah mengolah gliserol menjadi poliglisisidil nitrat (PGN).

Hasil samping gliserol dari industri biodiesel yang melimpah ini bisa dinitrasi menghasilkan 1,3 dinitro gliserol. Jika direaksikan dengan natrium hidroksida 30% berlebih, 1,3 dinitrogliserol menjadi glisisidil nitrat. Reaksi polimerisasi kation glisisidil nitrat dengan katalis asam Lewis menghasilkan poliglisisidil nitrat. Poliglisisidil nitrat adalah bahan untuk binder propelan dan bahan peledak. Pembuatan poliglisisidil nitrat dapat dilakukan secara batch maupun secara kontinyu. Proses batch memerlukan reaktor dan alat pemisah berupa dekanter, filter atau evaporator. Sedangkan komponen peralatan untuk proses kontinyu adalah reaktor nitrasi, reaktor siklikasi, dekanter dan reaktor polimerisasi.

Ilmu-ilmu yang mendasari keteknikan di Indonesia mampu menganalisis dan mengeksploitasi reaksi-reaksi dasar untuk membuat poli glisisidil nitrat, sehingga industri poliglisisidil nitrat sangat berpotensi untuk dibangun di Indonesia. Perancangan pabrik poliglisisidil nitrat memerlukan informasi teknik tentang reaksi gliserol menjadi poliglisisidil nitrat. Untuk mendapatkan informasi-informasi tersebut perlu dilakukan eksperimen skala laboratorium. Oleh karena itu untuk mempersiapkan perancangan pabrik poli glisisidil nitrat, diperlukan segera penelitian untuk mempelajari mekanisme reaksi gliserol menjadi poliglisisidil nitrat dan untuk mendapatkan kondisi optimum pembuatan poliglisisidil nitrat dari gliserol. Saat ini sedang berlangsung penelitian tentang poliglisisidil nitrat di Universitas Gadjah Mada.

Kata kunci : Poliglisisidil Nitrat, Propelan, Mekanisme Reaksi

ABSTRACT

Since the 80's the increase requirement for energy, especially for diesel engine fuel happened. On the other hand the oil reserve that was owned by Indonesia was increasingly limited because of being the product that could not be renewed. Therefore effort was carried out to look for the alternative fuel that could be renewed and environment-friendly. One of the alternative energy were biodiesel. Indonesia as the biggest producer's country of vegetable oil and CPO in the world, had the opportunity of producing biodiesel. With the glycerol assumption was produced of 12% of the biodiesel production, at 2011 there will be glycerol as the industrial by product of 5,400 kL/day or 1,750,000 ton/year. The glycerol that was produced needed alternative way to handling immediately so as to not become the waste that polluted the environment. One of the solution was to process glycerol to polyglycidyl nitrate (PGN).

The glycerol by product from the industry biodiesel could be nitrated to produce 1,3 dinitroglycerol. If it is reacted with excess sodium hydroxide of 30%, 1,3 dinitroglycerol will be converted to glycidyl nitrate. The cationic polymerization process of glycidyl nitrate with the Lewis acid catalyst produced polyglycidyl nitrate. Polyglycidyl nitrate was the propellant binder and the explosive. The polyglycidyl nitrate production could be carried out in a batch process or in a continue process. The batch process need reactor and the separation devices such as decanter, filter or evaporator. Whereas the equipment component for the continue processes consist of nitration reactor, cyclization reactor and polymerization reactor.

Knowledge that provided a basic engineering in Indonesia is able to analyze and exploit fundamental reactions in production of polyglycidyl nitrate so as the polyglycidyl nitrate industry was very potential to be constructed and operation in Indonesia. The design of polyglycidyl nitrate industry needs technical information about the reaction of glycerol to polyglycidyl nitrate. These information can be generated from laboratory experiment. Because of that it is needed immediately a research program to study the mechanism of the reaction of glycerol to polyglycidyl nitrate to determine the optimum condition for production polyglycidyl nitrate from glycerol. At this time the research of polyglycidyl nitrate is still going in Gadjah Mada University.

Keywords : Polyglycidyl Nitrate, Propellant, Mechanism of Reactions

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki beragam sumberdaya energi. Sejak tahun 80-an terjadi peningkatan kebutuhan energi, khususnya untuk bahan bakar mesin diesel yang diperkirakan akibat meningkatnya jumlah industri, transportasi dan pusat pembangkit listrik tenaga diesel (PLTD) di berbagai daerah di Indonesia. Di sisi lain cadangan minyak yang dimiliki Indonesia semakin terbatas karena merupakan produk yang tidak dapat diperbaharui. Oleh sebab itu dilakukan upaya untuk mencari bahan bakar alternatif yang dapat diperbaharui dan ramah lingkungan. Salah satu energi alternatif adalah biodiesel. Biodiesel merupakan alkil ester asam lemak yang diperoleh dari minyak nabati. Kelebihan biodiesel antara lain : merupakan bahan bakar yang tidak beracun dan dapat dibiodegradasi, mempunyai bilangan setana yang tinggi, mengurangi emisi karbon monoksida, hidrokarbon dan NO_x dan terdapat dalam fase cair.

Minyak kelapa sawit sangat berpotensi sebagai bahan baku biodiesel. Indonesia sebagai negara penghasil minyak nabati terbesar dunia, juga sebagai negara penghasil CPO terbesar dunia mempunyai peluang untuk menghasilkan bahan bakar biodiesel. Tahun 2007 produksi CPO (Crude Palm Oil) RI diprediksi mencapai 16,8 juta ton sekaligus akan menjadi produsen utama dunia (42 % terhadap produksi dunia) (Pusat Data dan Informasi Departemen Perindustrian, 2007). Tiap 100.000 ton CPO dapat dihasilkan 100.000 ton biodiesel dan 12.000 ton gliserol sebagai produk samping per tahun (Goenadi, 2004). *Blueprint* Pengelolaan Energi Nasional 2005-2025 menyatakan pada tahun 2011-2015 diharapkan pemanfaatan biodiesel sebesar 3% dari konsumsi solar 1,5 juta kL/hari. Dengan asumsi gliserol yang dihasilkan sebesar 12% biodiesel, maka pada tahun 2011 nanti diperoleh gliserol sebagai hasil samping industri biodiesel sebesar 5.400 kL/hari atau 1.750.000 ton/tahun. Besarnya gliserol yang dihasilkan memerlukan alternatif penanganan segera sehingga tidak menjadi limbah yang mencemari lingkungan.

Ditinjau dari sisi pengembangan dan pemanfaatan ilmu pengetahuan dan teknologi bagi kesejahteraan bangsa, komponen pemerintah, perguruan tinggi, dan industri harus bersama-sama melakukan penelitian dan pengembangan secara terorganisir dan sistematis. Bidang yang dipilih

merupakan bidang yang dinilai sangat strategis bagi peningkatan daya saing dan kemandirian bangsa adalah (1) Pertanian dan Pangan, (2) Kesehatan, (3) Teknologi informasi, (4) Energi, (5) Teknologi Manufaktur, dan (6) Kelautan dan Perikanan. Industri biodiesel berbasis CPO dengan hasil samping gliserol secara langsung mendukung pengadaan energi yang terbarukan.

Hasil samping gliserol dari industri biodiesel yang melimpah ini bisa dinitrasi menghasilkan 1,3 dinitro gliserol. Jika direaksikan dengan natrium hidroksida 30% berlebih, 1,3 dinitrogliserol menjadi glisidil nitrat yang dikenal dengan nama "glin". Reaksi polimerisasi kation glisidil nitrat dengan katalis asam Lewis menghasilkan poli glisidil nitrat (PGN).

Glisidil nitrat dapat dibuat dari gliserol, asam nitrat dan natrium hidroksida secara kontinyu. Proses ini mempunyai beberapa kelebihan antara lain menghasilkan yield tinggi (50 % - 90 %), reagen yang dipergunakan tidak mahal dan secara komersial tersedia, dioperasikan pada suhu 0 - 25 C sehingga mengurangi biaya alat pereaksi pada suhu rendah (proses lainnya beroperasi pada suhu -70 C - -10 C), dan tidak perlu distilasi untuk proses pemisahan sehingga lebih aman. Proses ini tidak menghasilkan limbah yang tidak diinginkan karena pelarut dan glisidil nitrat bisa dipisahkan (Highsmith and Johnston, 2005).

Pengolahan gliserol menjadi poli glisidil nitrat merupakan solusi bagi keberadaan gliserol sebagai hasil samping industri biodiesel. Oleh karena itu perlu perancangan pabrik poli glisidil nitrat skala industri.

TINJAUAN PUSTAKA

Pada industri biodiesel terbentuk dua produk, yaitu metil ester (biodiesel) dan gliserol. Karena adanya perbedaan densitas (gliserol 10 lbs/gal dan metil ester 7,35 lbs/gal) maka keduanya dapat terpisah secara gravitasi. Gliserol terbentuk pada lapisan bawah sementara metil ester pada lapisan atas. Gliserol yang dihasilkan mengandung katalis yang tidak terpakai dan sabun. Pemurnian gliserol dapat dilakukan dengan penambahan asam membentuk garam dan dialirkan ke tempat penyimpanan gliserol kotor. Gliserol yang diperoleh biasanya memiliki kemurnian sekitar 80 - 88 % dan dapat dijual sebagai gliserol kotor (Haryanto, 2002). Dari 5,15 juta hektar perkebunan kelapa sawit dihasilkan 15 juta ton CPO, sebesar 1,4 juta ton digunakan sebagai biodiesel, sementara sebesar 10-15 persennya atau 140 ribu ton adalah produk sampingan berupa gliserol (Pusat Data dan Informasi Departemen Perindustrian, 2007). Data lain menyebutkan per 100.000 ton CPO dapat dihasilkan 100.000 ton BMS dan 12.000 ton gliserol sebagai produk samping per tahun (Goenadi, 2004).

Pabrik pembuatan biodiesel menghasilkan gliserol pitch sebanyak 20-30% dari total bahan baku. Jumlah ini cukup signifikan untuk diperhitungkan dalam keekonomian pabrikasi biodiesel karena harga gliserol murni jauh lebih tinggi dari biodiesel. Gliserol pitch yang dihasilkan dari pilot plant biodiesel PPKS masih mengandung bahan pengotor yang besar (metanol 26%, air 0,3%, asam lemak bebas 1,73%, sabun 22,55%, abu 7,28%) sehingga kandungan gliserol hanya sekitar 30%. Selain itu pHnya tinggi yaitu 10. Untuk menghilangkan kotoran dilakukan proses pre-treatment dan pemurnian. Produk gliserol yang dihasilkan pada proses di atas masih berwarna kecoklatan sehingga perlu dilakukan proses pemucatan atau *bleaching* dengan menggunakan tanah pemucat atau karbon aktif.

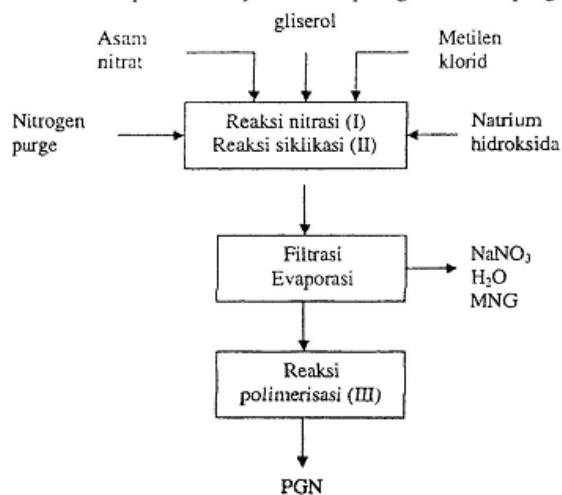
Gliserol, produk samping industri biodiesel bisa lebih berguna menjadi bahan baku lain seperti kosmetik serta industri plastik dan lapisan (Pusat Data dan Informasi Departemen Perindustrian, 2007). Berbagai proses untuk mensintesa gliserol menjadi produk lain yang lebih bernilai dikemukakan oleh Pagliaro dan Rossi (2008). Nitrasi gliserol menghasilkan dinitrogliserin yang dapat disintesa menjadi glisidil nitrat (Davis, 1943). Reaksi polimerisasi kation glisidil nitrat dengan katalis asam Lewis menghasilkan poli glisidil nitrat (PGN). Poligliseridil nitrat adalah bahan untuk binder propelan dan bahan peledak.

Propelan merupakan bahan bakar pada suatu roket. Kalor yang dihasilkan dari reaksi pembakaran bahan-bahan penyusun propelan digunakan sebagai tenaga penggerak roket tersebut. Bahan yang tergolong propelan ini antara lain, bubuk hitam (*black powder*), bubuk tak berasap (*smokeless powder*), bahan pendorong roket (*rocket propellants*), dan bahan pendorong cair (*liquid propellant*) (Sanderson and Edwards, 2006). Ada dua jenis propelan yaitu propelan berbasis dua komponen (*double base propellant*) dan berbasis tiga komponen (*triple base propellant*). Propelan berbasis dua komponen merupakan suatu bentuk koloid campuran nitrogliserin dan selulosa. Propelan berbasis 3 komponen mengandung komponen oksidator, binder dan bahan tambahan. Propelan yang berkembang adalah propelan berbasis

tiga komponen karena kemudahan penanganan, sifat balistik dan energetik yang lebih baik. Adapun binder yang digunakan biasanya berupa polimer non energetik seperti poli kaprolaktan, poli etilen glikol dan poli butadiena. Willer dan McGrath (1997) membuat propelan dengan binder poli glisidil nitrat, oksidator ammonium nitrat dan bahan tambahan sejumlah kecil aluminium dan atau boron.

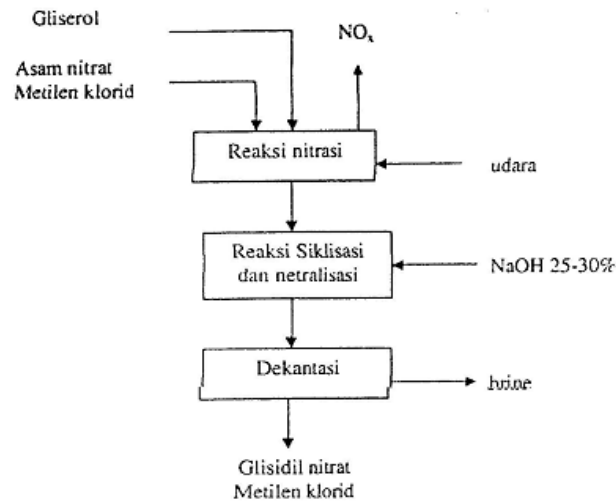
Industri roket bukan barang baru bagi Indonesia. Lapan pertama kali meluncurkan roket pada 14 Agustus 1964. Roket pertama dinamai Kartika. Pada tahun 2007 diluncurkan sebanyak 12 roket dengan tipe RX-70 berdaya jangkau 50 km di Garut. Dan yang terakhir 2 Juli 2009 lalu LAPAN berhasil meluncurkan RX-420 berdaya jangkau 100 km. Peluncuran roket tersebut merupakan bagian dari ambisi LAPAN untuk meluncurkan satelit dengan roket produksi dalam negeri pada tahun 2014 (LAPAN, 2009). Hambatan pengembangan roket di Indonesia selama ini ada pada ketersediaan bahan bakar propelan yang masih harus diimpor. Tidak semua negara produsen propelan mau menjual propelannya (LAPAN, 2007). Departemen Pertahanan berencana membangun pabrik propelan. PT Dahana dan PT Pindad sebagai BUMN Industri Strategi Pertahanan yang memproduksi bahan peledak komersial dan amunisi bahan peledak militer akan dilibatkan dalam rencana pembangunan propelan ini (Dephan, 2009).

Poli glisidil nitrat pertama kali dibuat oleh Thelan dkk di awal tahun 1950-an. Polimerisasi glisidil nitrat dilakukan dengan variasi katalis asam Lewis. Pembuatan PGN dapat dilakukan secara batch maupun secara kontinyu. Willer dkk (1992) memproduksi PGN dari glisidil nitrat secara batch. Blok diagram proses batch dan proses kontinyu diberikan pada gambar 1 sampai gambar 3 :



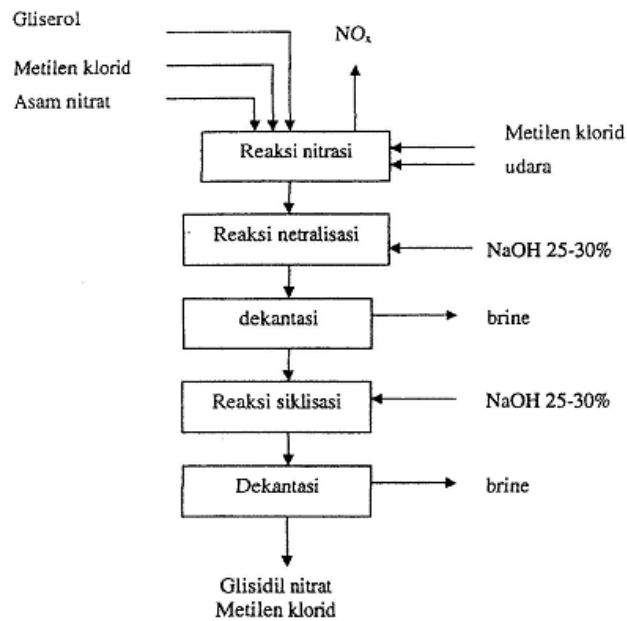
Gambar 1. Proses Pembuatan PGN secara Batch

Highsmith dan Johnston (2005) mengajukan pembuatan glisidil nitrat dari gliserol, asam nitrat dan kaustik secara kontinyu dengan berbagai alternatif kombinasi reaktor dan dekanter.



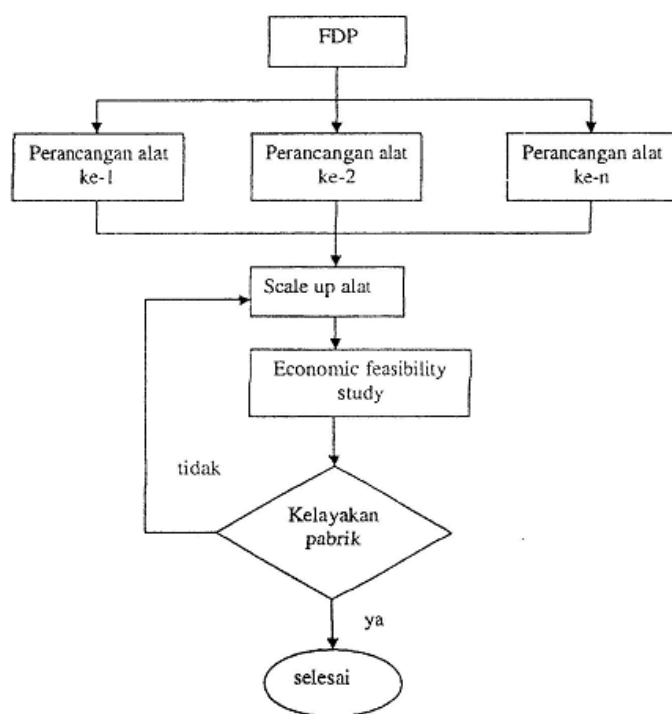
Gambar 2. Proses Pembuatan PGN secara kontinyu (Cara I)

Proses kontinyu juga bisa dilakukan dengan kombinasi alat berikut :



Gambar 3. Proses Pembuatan PGN secara kontinyu (Cara II)

Pengembangan ilmu tidak bisa dilepaskan dengan perkembangan kemajuan masyarakat. Strategi pengembangan ilmu tidak hanya berdasar pada nilai guna suatu ilmu, tetapi juga maknanya bagi kehidupan masyarakat (Wibisono, 1982). Oleh karena itu terdapat urgensi untuk mengembangkan ilmu yang tidak sekedar teori-teori belaka, namun juga ada realisasi teori dalam praktek dan hasil-hasil yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat. Ilmu-ilmu yang mendasari keteknikan di Indonesia mampu menganalisis dan mengeksploitasi reaksi-reaksi dasar untuk membuat poli glisidil nitrat, sehingga industri poliglisisidil nitrat sangat berpotensi untuk dibuat di Indonesia. Perancangan pabrik PGN memerlukan tahapan perancangan seperti diwujudkan pada gambar 4.



Gambar 4. Diagram alir perancangan pabrik PGN

Perancangan pabrik poliglisisidil nitrat memerlukan informasi teknik tentang reaksi gliserol menjadi poliglisisidil nitrat. Untuk mendapatkan informasi-informasi tersebut perlu dilakukan eksperimen skala laboratorium. Oleh karena itu untuk mempersiapkan perancangan pabrik poli glisidil nitrat, diperlukan segera penelitian untuk mempelajari mekanisme reaksi gliserol menjadi poliglisisidil nitrat dan mendapatkan kondisi optimum pembuatan poliglisisidil nitrat dari gliserol.

KESIMPULAN

Ilmu-ilmu yang mendasari keteknikan di Indonesia mampu menganalisis dan mengeksploitasi reaksi-reaksi dasar untuk membuat poli glisidil nitrat, sehingga industri poliglisisidil nitrat sangat

berpotensi untuk dibangun di Indonesia. Perancangan pabrik poliglisisidil nitrat memerlukan informasi teknik tentang reaksi gliserol menjadi poliglisisidil nitrat. Untuk mendapatkan informasi-informasi tersebut perlu dilakukan eksperimen skala laboratorium. Oleh karena itu untuk mempersiapkan perancangan pabrik poli glisidil nitrat, diperlukan segera penelitian untuk mempelajari mekanisme reaksi gliserol menjadi poliglisisidil nitrat dan untuk mendapatkan kondisi optimum pembuatan poliglisisidil nitrat dari gliserol. Saat ini sedang berlangsung penelitian tentang poliglisisidil nitrat di Universitas Gadjah Mada.

DAFTAR PUSTAKA

- BPPT. 2007. Indonesia-Jerman Jalin Kerjasama Olah Limbah CPO jadi Gliserol. [http:// www.rii.co.id](http://www.rii.co.id). [14/06/2007]
- Dephan. 2009. Dephan Rencanakan Bangun Pabrik Propelan. <http://defense-studies.blogspot.com>. [23/11/2009]
- Davis, T. 1943. *The Chemistry of Powder and explosive*. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Goenadi, H.G.. 2004. Harga Minyak Melonjak, Pakai Biodiesel Kenapa Tidak?, Lembaga Riset Perkebunan Indonesia, Departemen Pertanian, Kompas 2 Desember 2004
- Haryanto, B., 2002, *Bahan Bakar Alternatif Biodiesel*, USU Digital Library.
- Highsmith, T.K and H.E. Johnston. 2005. Continuous Process and System for Production of glycidyl nitrate from glycerin, nitric acid and caustic and conversion of glycidyl nitrate to poly(glycidyl nitrate). *US Patent No. 6870061* (date : 22 March 2005).
- LAPAN. 2007, Lapan Luncurkan Roket di Pameungpeuk. <http://www.kompas.com>. [23/11/2009]
- LAPAN. 2009, Berhasil luncurkan roket, Rudal Indonesia Siap Beraksi. <http://www.suaramedia.com>. [23/11/2009]
- Pagliari, M. and Rossi, M. 2008. *The Future of Glycerol : New Usage of a Versatile Raw Material*, RSC Publishing, Cambridge.
- Pusat Data dan Informasi Departemen Perindustrian. 2007. *Sekilas Industri Minyak Kelapa Sawit*. Sekretariat Jenderal Departemen Perindustrian, Jakarta.
- Sanderson, A.J., and Edwards, W.W., 2006, Method for The Synthesis of Energetic Thermoplastic Elastomer in Non-Halogenated Solvents, *US Patent 6.997.997 B1* (Date : 14 Feb. 2006)
- Wibisono, K.. 1982. *Arti Perkembangan Menurut Filsafat Positivisme Auguste Comte*. Gadjah Mada University Press. Cet. Ke-2, Yogyakarta.
- Willer R.L., Day, R.S. and A.G. Stern. 1992. Process for Producing Improved Poly(Glycidyl Nitrate). *US Patent No. 5120827* (Date : 9 June 1992).
- Willer, R.L. and D.K. McGrath. 1997. Clean Space Motor/Gas Generator Solid Propellants, *US patent 5591936* (Date : 7 Jan 1997).