

ALKILASI *DIPHENYLAMINE* DAN PENGARUHNYA PADA EFEKTIVITAS PENGHAMBATAN OKSIDASI ESTER POLIGLISEROL - ESTOLIDA ASAM OLEAT

Dicky Dermawan
Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi, Institut Teknologi Nasional
Jl. PHH Mustafa No. 23 Bandung 40124
Email: 2d@itenas.ac.id

Abstrak

Ester poligliserol – estolida asam oleat (disingkat EPG) merupakan bahan terbarukan yang sedang dikembangkan sebagai bahan alternatif untuk digunakan sebagai minyak pelumas. Penelitian ini mempelajari alkilasi dan pengaruh reaksi ini terhadap efektivitas diphenylamine (disingkat DPA) sebagai antioksidan pada penghambatan oksidasi EPG. Alkilasi dilakukan menggunakan stirena sebagai bahan pengalkil pada rasio mol DPA : stirena = 1 : 1,3 dengan bantuan katalis bleaching earth. Reaksi dipelajari melalui analisis Thermogravimetry (TG) dan analisis Gas Chromatography - Mass Spectroscopy (GC-MS). Pengaruh alkilasi terhadap efektivitas DPA sebagai antioksidan diujikan terhadap suatu sampel EPG yang memenuhi spesifikasi viskositas pelumas mesin SAE 40. Uji ketahanan oksidasi dilakukan menggunakan Modified Indiana Stirling Oxidation Test: Hasil penelitian menunjukkan bahwa alkilasi dapat meningkatkan efektivitas DPA sebagai antioksidan. Ketahanan oksidasi terbaik diperoleh pada formulasi EPG dengan 1,5% berat alkilat DPA yang memberikan tambahan masa pakai EPG dari 45,5 jam menjadi 96 jam. Masa pakai didefinisikan sebagai waktu yang diperlukan sehingga oksidasi pada kondisi uji menyebabkan kenaikan viskositas sebesar 275%, diukur pada suhu 40°C.

Kata kunci: alkilasi, diphenylamine, antioksidan, ester poligliserol–estolida asam oleat, Indiana Stirling Oxidation Test

Abstract

Polyglycerol ester of oleic acid estolide is renewable material recently developed as alternative material for lubricating oil base stock. This research attempts to study alkylation and its effect to the effectiveness of diphenylamine (DPA) as antioksidant to resist EPG oxidation. Alkylation was carried out using styrene as alkylating agent at molar ratio DPA : stirena of 1 : 1,3 using bleaching earth as catalyst. The reaction was studied using thermogravimetry (TG) and Gas Chromatography - Mass Spectroscopy (GC-MS). Effect of alkylation to the effectiveness of DPA as antioksidant was tested to a sample of PGE which meet SAE 40 engine oil viscosity classification. The test was carried out using Modified Indiana Stirling Oxidation Test. Results of the test showed that alkylation improve the effectiveness of DPA as antioxidant. The best result was found at additive concentration of 1.5% which increase PGE useful life from 45,5 h to 96 h. Oil useful life is defined as time required such that oxidation at test condition cause 275% increase in oil kinematic viscosity measured at 40°C.

Keywords: alkilasi, diphenylamine, antioksidan, ester poligliserol–estolida asam oleat, Indiana Stirling Oxidation Test

1. Pendahuluan

Meningkatnya kepedulian terhadap lingkungan mendorong penggunaan bahan-bahan substitusi maupun bahan-bahan alternatif yang terbaharukan, lebih aman dan bersahabat dengan lingkungan. Hingga saat ini lebih dari 95% pelumas yang digunakan, baik pada sektor industri maupun otomotif, berasal dari fraksi minyak bumi yang tak terbaharukan serta cadangannya kian menipis.

Ester poligliserol – estolida asam oleat (EPG) merupakan senyawa yang sedang kami dikembangkan sebagai material alternatif untuk bahan dasar pelumas. Diantara keunggulan komparatif EPG dibandingkan dengan pelumas konvensional adalah bahan bakunya yang terbaharukan, fleksibilitas proses pembuatannya yang memungkinkan diperolehnya berbagai *grade* viskositas pelumas sesuai dengan kebutuhan, serta relatif tingginya nilai indeks viskositas dan *flash point*-nya. Akan tetapi, EPG memiliki suatu kelemahan mendasar, yaitu keberadaan ikatan rangkap dalam struktur molekulnya yang mengakibatkan EPG relatif lebih rentan terhadap oksidasi.

Ketahanan oksidasi pelumas dapat ditingkatkan melalui formulasi dengan antioksidan, yang secara umum bekerja dengan mekanisme pemerangkapan radikal dan/atau penguraian hidroperoksida. Difenilamin (DPA) merupakan suatu *radical scavenger* yang efektif karena dalam mekanisme pencegahan oksidasi pelumas memiliki sifat yang regeneratif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, tidak bergantung pada temperatur pengukuran viskositas, peningkatan ketahanan oksidasi EPG maksimum tercapai pada kadar DPA sebesar 1,5% yang memberikan tambahan masa pakai EPG dari 45,5 jam menjadi 88,9 jam.

Proses alkilasi diharapkan berperan dalam peningkatan efektivitas DPA sebagai antioksidan. Beberapa potensi perbaikan lain yang dapat diperoleh dari proses alkilasi DPA antara lain penurunan toksisitas DPA. Alkilasi juga berpotensi menurunkan emisi DPA ke lingkungan. Di samping itu, produk alkilasi dapat dirancang agar berfasa cair, sehingga transportasi dan penanganannya pada formulasi lebih mudah daripada DPA yang merupakan padatan pada suhu ruang.

Penelitian ini mempelajari alkilasi dan pengaruh reaksi ini terhadap efektivitas DPA sebagai antioksidan pada penghambatan oksidasi EPG.

2. Fundamental

DPA menghambat oksidasi pelumas dengan cara mengkompetisi reaksi propagasi dalam proses oksidasi pelumas yang terjadi melalui mekanisme radikal. Mekanisme penghambatan oksidasi oleh DPA bergantung pada temperatur. Pada suhu di bawah 120°C, DPA sangat efektif dalam mengkompetisi dan menghambat reaksi propagasi yang diakibatkan peroksi radikal ROO* (Berger, 1983). Kinerja difenilamin pada suhu tinggi justru semakin baik (Korcek, 1988), karena pada suhu tinggi radikal nitroksil mampu bereaksi dengan alkil radikal sekunder, yaitu jenis radikal yang dominan dalam pelumas yang terdegradasi. Istimewanya, produk reaksi di atas dapat terurai membentuk suatu keton dan mengembalikan difenilamin ke struktur molekulnya semula. Dengan demikian, suhu tinggi memberikan daya regenerasi pada difenilamin. Hal ini akan memberikan peningkatan yang sangat besar terhadap faktor stoikiometrinya.

Kemampuan difenilamin sebagai antioksidan dapat ditingkatkan melalui alkilasi pada posisi para. Berger (1983) menunjukkan bahwa faktor stoikiometri difenilamin pada konsentrasi 2×10^{-5} mol/L dalam menghambat oksidasi suatu minyak parafin pada suhu 130°C bernilai 41, sementara monoalkilat isobutilennya memberikan nilai 53, sedang dialkilatnya memberikan nilai 52.

Popoff (1960) mempatenkan metode alkilasi DPA dengan olefin menggunakan katalis asam antara suhu 120°C hingga 250°C dengan rasio molar olefin terhadap DPA sebesar 1:1 hingga 10:1 menghasilkan produk yang mengandung 75% - 94% alkilat DPA dan 6% - 25% DPA tak teralkilasi. Dikemukakan bahwa penambahan olefin reaktif dapat menghasilkan produk akhir dengan hanya 3% DPA tak teralkilasi. Olefin reaktif yang dimaksud adalah stirena. Sundholm (1969) menggunakan α -metilstirena sebagai pengalkil

dan katalis padat berupa montmorillonit, dan katalis Friedel - Crafts seperti $AlCl_3$ atau $ZnCl_2$ sebagai katalis. Produk yang diperoleh berupa dialkil DPA berfasa padat pada suhu ruang.

Franklin (1989) mengalkilasi DPA dengan diisobutilen dengan rasio molar 1:1,1 hingga 1:2,5 menggunakan *activated earth* yang diaktifkan dengan asam sebanyak 5%-25% dari DPA yang digunakan, menghasilkan alkilat cair. Reaksi dilakukan dengan memanaskan campuran DPA dengan 2% - 20% katalis hingga suhu $160^\circ C - 170^\circ C$ sambil menambahkan diisobutilen sedikit demi sedikit selama periode 3 – 30 jam.

Lai (1997) mengklaim bahwa penggunaan sub-bentonit, bentonit, atau aluminosilikat yang diaktivasi dengan asam, yang biasa digunakan untuk memucatkan minyak, memberikan selektivitas lebih tinggi pada pembentukan monoalkilat. Monoalkilat merupakan produk yang dikehendaki karena lebih efektif sebagai antioksidan bila dibandingkan dengan dialkilat maupun polialkilat. Di samping itu, DPA tak teralkilasi, bersama-sama dengan dialkilat dan polialkilat tertentu mudah terkristalisasi dari campuran sehingga menyulitkan penanganan. Reaksi dilangsungkan pada suhu $110^\circ C - 150^\circ C$ selama 1 – 5 jam. Suhu di atas $160^\circ C$ tidak direkomendasikan karena dapat mengakibatkan perengkahan diisobutilen yang digunakan. Bila digunakan α -olefin sebagai pengalkil, suhu yang disarankan adalah $130^\circ C - 200^\circ C$ selama 2–10 jam. Rasio reaktan yang direkomendasikan adalah 1:1,2 hingga 1:1,5. Rhubright (1998) menyarankan penggunaan katalis heteropoliacid $Cs_{2,5}H_{0,5}PW_{12}O_{40}$. Onopchenko (2002) mempatenkan penggunaan oligomer isobutilen bermassa molekul relatif 120 – 600 dengan rasio molar 1:1 hingga 4:1. Reaksi dilangsungkan selama selama 6-16 jam untuk menjamin bahwa produk alkilasi akan berfasa cair pada suhu ruang. Proses ini juga diklaim cocok untuk alkilasi aromatik amina lain seperti N-fenil-1-naftilamin, N-fenil-2-naftilamin, p,p'-fenilendiamin, fototiazin, fenoxazin, p-aminodifenilamin, p-metilamino-difenilamin, dan p-isopropilamino-difenilamin.

3. Material dan Metodologi

EPG dibuat dari gliserol dan asam oleat sesuai dengan metode yang dilaporkan terdahulu (Dermawan, 2006a). EPG yang digunakan memenuhi spesifikasi viskositas pelumas mesin SAE 40.

Alkilasi: 30 gram DPA (0,1773 mol) dan 1 gram katalis *bleaching earth* mula-mula dipanaskan dalam reaktor yang diletakkan di atas *heating plate – magnetic stirrer*. Kontak dengan udara diminimalkan dengan cara mengalirkan gas nitrogen ke dalam reaktor. Pengadukan mulai dilakukan setelah DPA meleleh. Pada suhu reaksi, yaitu $150 - 160^\circ C$, stirena (1,3 mol permol DPA) dicampurkan tetes demi tetes ke dalam reaktor. Setelah reaksi dikerjakan selama 6 jam, suhu reaksi dinaikan hingga $200^\circ C$ selama kurang lebih 1 jam; pemanasan kemudian dihentikan. Massa reaksi yang dihasilkan kemudian dibiarkan mendingin dalam reaktor, lalu disaring menggunakan penyaring *buchner*. Filtrat yang dihasilkan, berupa cairan kental, kemudian dianalisis menggunakan *Thermogravimetry* (TG) dan GC-MS.

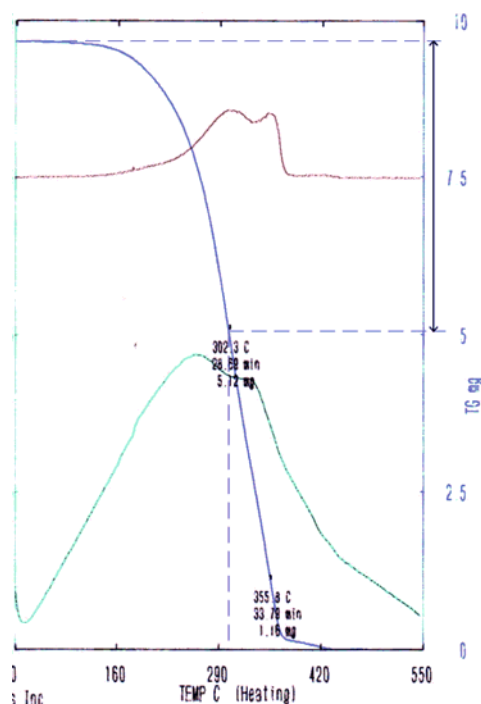
Formulasi dilakukan dengan cara *blending* antara EPG dengan antioksidan. Campuran dipanaskan sambil diaduk tepat sebelum uji ketahanan oksidasi dilakukan.

Uji Ketahanan Oksidasi dilakukan dengan *Modified Indiana Stirring Oxidation Test*: Sampel sebanyak 350 gram ditempatkan pada gelas *beaker* yang suhunya dijaga tetap pada $150^\circ C$. Pengadukan dan pengontakan dengan oksigen dilakukan dengan cara mengalirkan udara ke dalam sampel. Katalis logam berupa lempengan tembaga dan besi dengan luas permukaan masing-masing 8 in^2 dan 16 in^2 digunakan sebagai katalis. Secara periodik diambil sampel dan diukur viskositas kinematiknya. Waktu oksidasi yang diperlukan sehingga viskositas kinematik sampel meningkat sebesar 275%, diukur pada suhu $40^\circ C$ (selanjutnya dilambangkan dengan $t_{275\%KVI}^{40^\circ C}$) digunakan sebagai ukuran bagi masa pakai pelumas. Sebagai pembanding, digunakan pula $t_{100\%KVI}^{100^\circ C}$ sebagai kriteria kedua.

4. Hasil dan Pembahasan

- **Alkilasi DPA**

Gambar 1 menunjukkan hasil analisis termogravimetri dari alkilat DPA yang dibuat. Tampak bahwa pada titik didih DPA, fraksi produk yang menguap baru mencapai sekitar 50%. Hal ini menunjukkan bahwa proses alkilasi yang dilakukan menghasilkan produk dengan volatilitas yang sangat rendah. Jadi, bila digunakan pada suhu tinggi, emisi alkilat DPA ke udara akan jauh lebih rendah bila dibandingkan dengan penggunaan DPA asalnya. Mengingat bahwa DPA merupakan bahan yang beracun bila uapnya terhirup, maka dapat dikemukakan bahwa alkilasi mengurangi resiko terhirupnya uap DPA.



Gambar 1 Hasil Analisis Termogravimetri Alkilat DPA

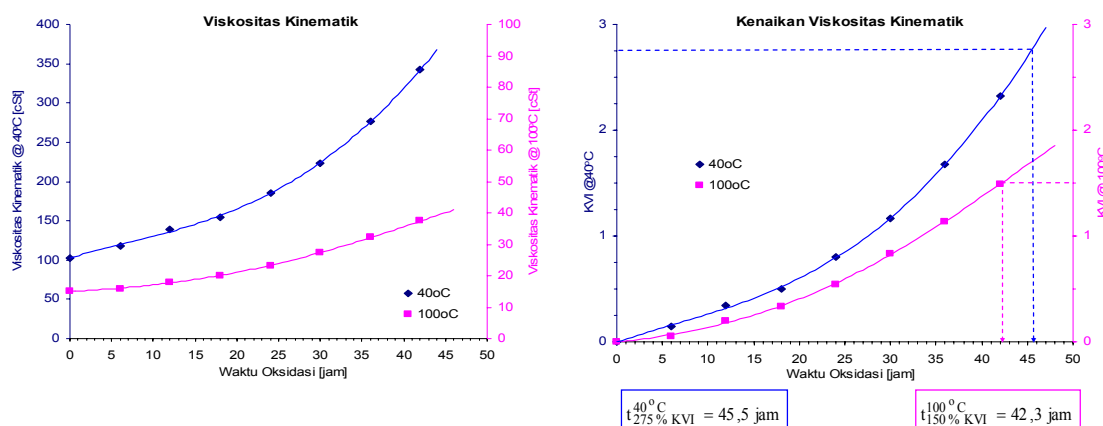
Tabel 1 menunjukkan resume komposisi produk hasil alkilasi berdasarkan analisis menggunakan GC-MS. Tampak bahwa secara garis besar alkilasi yang dilakukan praktis mengkonsumsi seluruh stirena yang digunakan. DPA yang belum teralkilasi masih mencapai 10,94%. Produk alkilasi lebih banyak berupa monoalkil DPA (42,19%), dialkil DPA (20,91%) dan relatif sedikit 15,33% produk-produk reaksi lainnya.

Tabel 1 Produk Alkilasi DPA oleh Stirena dengan Katalis *Bleaching Earth*

Nama	Waktu retensi (menit)	Berat Molekul (gram/mol)	Kategori	Komposisi	Jumlah
Stirena	4.008-4.383	104	Reaktan		0,08%
DPA	18.183-19.250	169	Reaktan		10,94%
1-phenylethyl DPA dan isomer	27.233-27.800	273	monoalkil	12.15%	} 42.19%
	30.258-31.192	273	monoalkil	27.46%	
	39.667-40.058	273	monoalkil	2.58%	
1,1-phenyldiethyl DPA dan isomer	25.442-25.725	377	dialkil	0.30%	} 31.45%
	25.725-25.975	377	dialkil	0.59%	
	35.558-36.083	377	dialkil	10.02%	
	37.683-38.317	377	dialkil	10.54%	
	44.342-45.567	377	dialkil	10%	
Produk lain		12 jenis			15.33%

• **Ketahanan Oksidasi EPG**

Gambar 2 menunjukkan viskositas EPG yang digunakan, diukur pada suhu 40°C dan 100°C, selama dilangsungkannya uji ketahanan oksidasi pada suhu 150°C. Tampak bahwa secara berangsur-angsur oksidasi meningkatkan viskositas pelumas: mula-mula peningkatan berlangsung lambat, tetapi makin lama peningkatan viskositas berlangsung semakin cepat. Gambar 2 merupakan tipikal profil kenaikan viskositas pelumas selama proses oksidasi dilangsungkan: kenaikan viskositas yang diukur pada suhu 40°C umumnya berlangsung lebih cepat daripada nilainya apabila diukur pada suhu 100°C. Waktu yang diperlukan selama uji oksidasi dilakukan untuk mencapai kenaikan viskositas dengan harga tertentu dijadikan ukuran bagi klasifikasi servis pelumas. Misalnya, untuk servis SL, API mensyaratkan kenaikan viskositas maksimum sebesar 275% (diukur pada suhu 40°C) dalam waktu uji 80 jam pada uji mesin *Sequence IIIF*. Servis SM (2004) bahkan mensyaratkan kenaikan viskositas maksimum hanya sebesar 150% dalam waktu uji 100 jam pada uji mesin *Sequence IIIG*. Pada penelitian ini masa pakai pelumas secara *a priori* dihitung berdasarkan $t_{275\%KVI}^{40^{\circ}C}$. Ditunjukkan pada Gambar 2 bahwa untuk EPG yang tidak diberi aditif: $t_{275\%KVI}^{40^{\circ}C} = 45,5$ jam. Membandingkan hasil ini dengan persyaratan API, tampak jelas bahwa hasil pengujian ini mengindikasikan betapa pentingnya formulasi dilakukan untuk meningkatkan ketahanan oksidasi bahan dasar ini. Ditunjukkan pula pada Gambar 2 nilai $t_{150\%KVI}^{100^{\circ}C} = 42,3$ jam sebagai kriteria pembanding, yaitu penilaian masa pakai pelumas yang didasarkan pada hasil pengukuran viskositas pada suhu 100°C.



Gambar 2 Profil Viskositas EPG yang Digunakan selama Uji Oksidasi pada 150°C

• **Efektivitas Alkilat DPA sebagai Antioksidan**

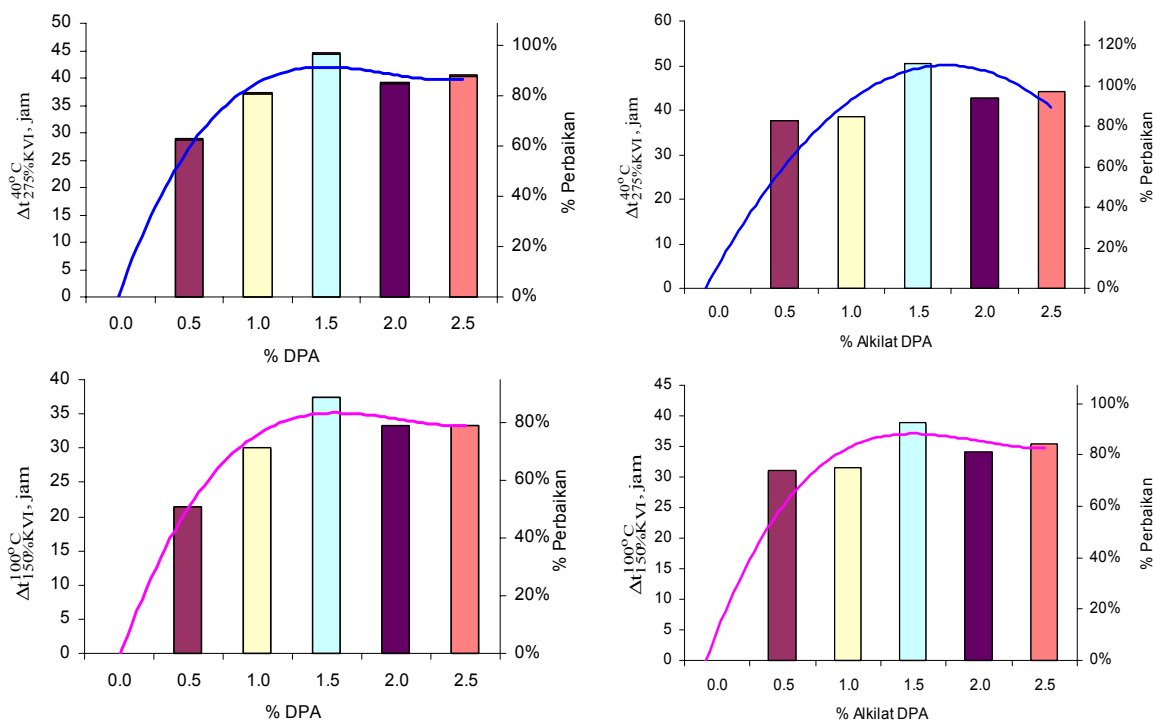
Uji ketahanan oksidasi yang hasilnya ditunjukkan pada Gambar 2 juga dilakukan pada EPG yang diberi aditif berupa alkilat DPA yang dibuat. Sebagai contoh, pada formulasi dengan 0,5% berat alkilat DPA diperoleh $t_{275\%KVI}^{40^{\circ}C} = 83,1$ jam. Apabila hasil ini dibandingkan dengan kinerja bahan dasarnya, diperoleh tambahan umur pelumas sebesar $\Delta t_{275\%KVI}^{40^{\circ}C} = 83,1 - 45,5 = 37,6$ jam. Sementara itu, berdasarkan hasil pengukuran viskositas kinematik pada suhu 100°C diperoleh bahwa $t_{150\%KVI}^{100^{\circ}C} = 73,3$ jam sehingga $\Delta t_{150\%KVI}^{100^{\circ}C} = 73,3 - 42,3 = 31,2$ jam. Hasil-hasil perhitungan serupa untuk berbagai konsentrasi aditif ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Efektivitas Alkilat DPA pada Penghambatan Oksidasi EPG

Kadar Aditif, %	$t_{275\%KVI}^{40^{\circ}C}$, jam	$\Delta t_{275\%KVI}^{40^{\circ}C}$, jam	% Perbaikan	$t_{150\%KVI}^{100^{\circ}C}$, jam	$\Delta t_{150\%KVI}^{100^{\circ}C}$, jam	% Perbaikan
0	45.5	0.0	0%	42.3	0.0	0%
0.5	83.1	37.6	83%	73.3	31.0	73%
1.0	83.9	38.4	84%	73.9	31.6	75%
1.5	96.0	50.5	111%	81.2	38.9	92%
2.0	88.3	42.8	94%	76.5	34.2	81%
2.5	89.8	44.3	97%	77.7	35.4	84%

• **Perbandingan Kinerja antara DPA dan Alkilat DPA**

Kinerja DPA pada penghambatan oksidasi EPG telah dilaporkan sebelumnya (Dermawan, 2006b) dan disini dikutip sebagai bahan perbandingan. Tampak pada Gambar 3 bahwa baik DPA tak teralkilasi maupun alkilatnya sama-sama memberikan peningkatan ketahanan oksidasi maksimum pada kadar 1,5%. Akan tetapi, peningkatan ketahanan oksidasi maksimum yang diberikan DPA hanya sebesar $\Delta t_{275\%KVI}^{40^{\circ}C} = 44,3$ jam atau setara dengan 97% dari ketahanan oksidasi bahan dasarnya; sedangkan alkilat DPA memberikan peningkatan ketahanan oksidasi sebesar $\Delta t_{275\%KVI}^{40^{\circ}C} = 50,5$ jam atau setara dengan 111% dari ketahanan oksidasi bahan dasarnya. Demikian pula, berdasarkan pengukuran viskositas pada suhu $100^{\circ}C$, DPA memberikan $\Delta t_{150\%KVI}^{100^{\circ}C} = 37,5$ jam (perbaikan 89%) sedangkan alkilatnya memberikan $\Delta t_{150\%KVI}^{100^{\circ}C} = 38,9$ jam. Dengan demikian, alkilat yang dihasilkan memiliki kinerja yang lebih baik daripada DPA asalnya.



Gambar 3 Perbandingan Kinerja DPA tak teralkilasi (kiri) dengan alkilatnya (kanan)

Perlu pula dicatat bahwa pada kasus ini konsentrasi 1,5% alkilat DPA ekivalen dengan penggunaan hanya 0,83% DPA murni. Hal ini berarti pula bahwa alkilasi yang

dilakukan, disamping berhasil meningkatkan kinerja, juga berhasil menurunkan kadar bahan aktif DPA yang diperlukan dalam formulasi.

5. Kesimpulan

Dalam upaya meningkatkan kinerja diphenylamine (DPA) sebagai antioksidan bagi peningkatan ketahanan oksidasi pelumas eksperimental ester poligliserol – estolida asam oleat (EPG), telah dilakukan alkilasi DPA dengan stirena menggunakan bantuan katalis *bleaching earth* pada rasio mol DPA : stirena = 1:1,3. Hasil analisis *Thermogravimetry* (TG) dan analisis *Gas Chromatography-Mass Spectroscopy* (GC-MS) menunjukkan bahwa volatilitas alkilat lebih rendah daripada DPA asalnya. Konversi DPA hampir mencapai 90% dengan hanya 0,08% stirena yang tak terkonversi. Produk alkilasi sebagian besar berupa monoalkilat (42,19%), dialkilat (31,45%).

Uji ketahanan oksidasi yang dilakukan dengan metode *Indiana Stirring Oxidation Test* pada suhu 150°C menunjukkan bahwa kinerja alkilat DPA dalam menghambat ketahanan oksidasi EPG lebih baik daripada DPA asalnya. Disamping berhasil meningkatkan kinerja, alkilasi juga berhasil menurunkan kadar bahan aktif DPA yang diperlukan dalam formulasi dari 1,5% menjadi hanya 0,83%.

Daftar Pustaka

- Berger, H., Bolsmann, TAB, & Brouwer, DM (1983) In: *Developments in Polymer Stabilisation – 6*. Scott, G (ed), Elsevier Applied Science Publishers, London, pp. 1-27
- Dermawan, D. (2006a), *Pembuatan Pelumas Mesin Otomotif dari Bahan Terbaharukan*, Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia, Palembang
- Dermawan, D. (2006b), *Kinerja Diphenylamine pada Penghambatan Oksidasi Ester Poligliserol – Estolida Asam Oleat*, Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia, Semarang
- Franklin, J (1989), Liquid Antioxidant Produced by Alkylating Diphenylamine with a Molar Excess of Diisobutylene (*US Patent No. 4 824 601*)
- Korcek, S., Jensen, RK, Zinbo, M & Gerlock, JL (1988) In: *Organic Free Radicals* Fischer, H & Weingarten, H (eds), Springer – Verlag, Berlin
- Lai, JT & Filla, DS (1997), Liquid Alkylated Diphenylamine Antioxidant (*US Patent No. 5 672 752*)
- Onopchenko, A (2002) Alkylation of Diphenylamine with Polyisobutylene Oligomers (*US Patent No. 6 355 839 B1*)
- Popoff, IC, Ambler, Hainess, PG, Hills L & inman, CE (1960), Alkylation of Diphenylamine (*US Patent No. 2 943 112*)
- Rhubright, DC, Burrington, JD, & Zhu, PY (1998), Alkylation of Aromatic Amines using a Heteropoly Catalyst, (*US Patent No. 5 817 831*)
- Sundholm, NK (1969), Substituted Diphenylamines (*US Patent No. 3 452 056*)

Filename: makalah diki
Directory: C:\Documents and Settings\bundo\My Documents\My Documents\SNTK TOPI 2006 Yeah!\makalah lengkap
Template: C:\Documents and Settings\bundo\Application Data\Microsoft\Templates\Normal.dot
Title: ALKILASI DIPHENYAMINE DAN
PENGARUHNYA PADA EFEKTIVITAS PENGHAMBATAN
OKSIDASI ESTER POLIGLISEROL - ESTOLIDA ASAM OLEAT
Subject:
Author: bundo
Keywords:
Comments:
Creation Date: 02/12/2006 09:07:00
Change Number: 2
Last Saved On: 02/12/2006 09:12:00
Last Saved By: bundo
Total Editing Time: 5 Minutes
Last Printed On: 02/12/2006 09:13:00
As of Last Complete Printing
Number of Pages: 7
Number of Words: 2.778 (approx.)
Number of Characters: 15.838 (approx.)

