

**PENENTUAN TINGKAT KEMATANGAN TERMAL MINYAK
MENTAH PENDALIAN IV KOTO, ROKAN HULU BERDASARKAN
PARAMETER INDEKS METILPHENANTREN**

¹Rendi Ilham, ²Emrizal M. Tamboesai, ²Halida Sophia

¹Mahasiswa Program Studi S1 Kimia

²Bidang Kimia Anorganik Jurusan Kimia

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Kampus Binawidya Pekanbaru, 28293, Indonesia

Rendi_chemist@yahoo.co.id

ABSTRACT

Determination of thermal maturity level aims to determine the feasibility of petroleum wells to be exploited because there are many new wells of petroleum unexploited in the Riau area, especially Pendalian oil field. Determination of thermal maturity level Pendalian oil field was done by taking three samples from different wells. The samples were characterized using gas chromatography (GC) for a saturated fractions and using gas chromatography-mass spectroscopy (GC-MS) for aromatic fractions. In this study the ratio of isoprenoid and n-alkane were used as initial parameters in determining the thermal maturity and reinforced with methylphenantren index. Metilphenantren index were used of MPI-3 and metilphenantren ratio (MPR). The results of the ratio of n-alkane and isoprenoid indicated that oil of Pendalian oil field was mature. This was also confirmed by methylphenantren index that had values of MPI-3 0.741; 0.748; 0.731, and values of MPR 0.829; 0.814; 0.831 indicated that Pendalian oil field was mature and classified into a low maturity level.

Keywords :Pendalian oil field, GC-MS, methylphenantren index, thermal maturity

ABSTRAK

Penentuan tingkat kematangan termal bertujuan untuk mengetahui kelayakan suatu sumur minyak bumi untuk dieksploitasi, karena masih banyaknya sumur-sumur baru yang belum dieksploitasi di daerah Riau khususnya ladang minyak Pendalian. Penentuan tingkat kematangan termal ladang minyak Pendalian, dilakukan dengan mengambil tiga sampel dari sumur yang berbeda. Sampel dikarakterisasi menggunakan kromatografi gas (GC) untuk fraksi saturat dan menggunakan kromatografi gas-spektroskopi massa (GC-MS) untuk fraksi aromatik. Dalam penelitian ini rasio isoprenoid dan n-alkana digunakan sebagai parameter awal dalam penentuan kematangan termal dan diperkuat dengan parameter indeks metilphenantren. Indeks metilphenantren yang

digunakan adalah MPI-3 dan rasio metilphenantren (MPR). Hasil dari rasio isoprenoid dan n-alkana menunjukkan bahwa minyak bumi Pendalian sudah matang. Hal ini juga diperkuat oleh parameter indeks metil phenantren yang memiliki nilai MPI-3 berkisar 0,741; 0,748; 0,731, dan MPR berkisar 0,829; 0,814; 0,831 menunjukkan bahwa minyak bumi Pendalian IV Koto sudah matang dan digolongkan kedalam tingkat kematangan rendah.

Kata kunci : Minyak bumi Pendalian, GC-MS, indeks metilphenantren, kematangan termal

PENDAHULUAN

Minyak bumi merupakan sumber daya alam yang sangat vital, tidak dapat diperbaharui dan memiliki nilai ekonomis yang sangat tinggi. Minyak bumi banyak digunakan untuk industri, transportasi dan sampai saat ini masih menjadi tulang punggung untuk memenuhi berbagai kebutuhan di Indonesia. Berdasarkan data dari Ditjen Migas (2013) konsumsi minyak bumi di Indonesia per harinya mencapai 1.530.000 barel, sedangkan jumlah produksi per hari hanya sebesar 870.000 barel. Hal ini mengakibatkan negara Indonesia harus membeli minyak bumi dari negara lain untuk memenuhi kebutuhan di dalam negeri, padahal potensi minyak bumi di Indonesia menurut data Ditjen Migas (2013) mencapai 1,43 miliar barel. Krisis minyak bumi yang terjadi di Indonesia dikarenakan masih banyaknya sumur-sumur baru yang belum dieksploitasi.

Ladang minyak Pendalian merupakan ladang minyak baru yang terletak didaerah Rokan Hulu, Riau. Ladang minyak Pendalian belum dieksploitasi karena kurangnya data-data tentang kematangan termal dari minyak bumi ini. Penentuan kematangan termal ladang minyak

Pendalian menggunakan parameter indeks metilphenantren dari fraksi aromatik yang diketahui lebih sensitif terhadap perbedaan kematangan pada pertengahan hingga akhir pembentukan minyak. Distribusi phenantren dan alkil phenantren dalam sedimen kuno dan minyak mentah merupakan parameter yang sangat penting dalam studi geokimia organik karena distribusi ini meningkat seiring dengan meningkatnya kematangan termal (Radke dkk, 1982; Stojanovic, 2010). Penentuan tingkat kematangan termal menggunakan parameter indeks metilphenantren telah dilakukan sebelumnya oleh Irawan (2013) pada minyak mentah ladang minyak Langgak dan Putri (2013) pada sumur minyak Duri 01.

METODE PENELITIAN

a. Pengambilan sampel

Pada penelitian ini, sampel diambil dari sumur ladang minyak Pendalian IV Koto Kabupaten Rokan Hulu (Gambar 1.). Sampel minyak bumi diambil dari tiga sumur yang berbeda yakni sumur Pendalian 03, 04 dan 05. Sampel minyak bumi yang baru diangkat dari

sumur minyak didinginkan terlebih dahulu sebelum dilakukan proses analisis geokimia. Informasi deskriptif dan peta lokasi sampel di tunjukkan pada Tabel 1.

b. Fraksinasi minyak mentah

Sampel minyak mentah dilarutkan dengan 2 mL n-heksan murni kemudian dimasukkan kedalam kolom dengan panjang 20 cm dan berdiameter 1 cm yang di dalamnya terdapat silika gel yang telah diaktivasi dengan ukuran 60-200 mesh. Kolom yang berisi sampel kemudian dielusi menggunakan 6 mL n-heksan murni sehingga fraksi saturat akan keluar terlebih dahulu. Kolom dielusi kembali menggunakan 14 mL n-heksan/DCM (3:1 v/v) murni kemudian kran dibuka sehingga fraksi aromatik keluar dan ditampung di dalam vial.

c. Analisis kromatografi gas dan kromatografi spektroskopi massa

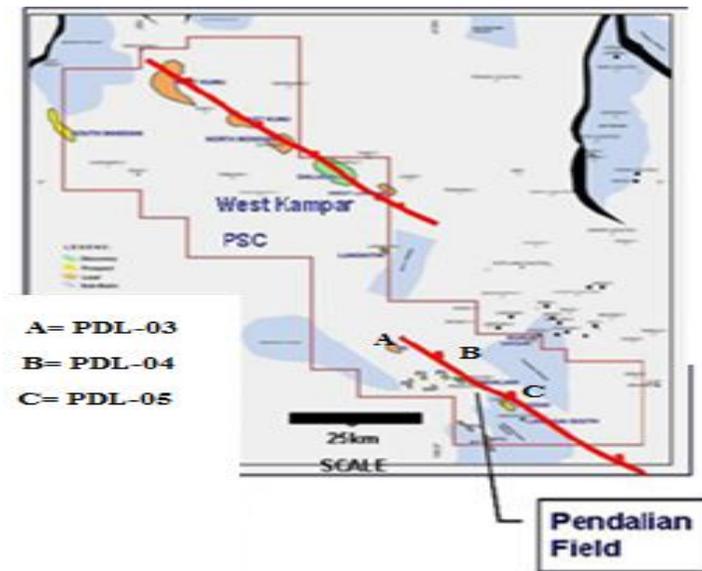
Fraksi saturat dianalisis menggunakan kromatografi gas (GC) *Agilent Technologies 7890 A Series*

dilengkapi dengan kolom kapiler *fused silica* dengan panjang kolom 30 m, diameter kolom 0,32 mm, tebal fase diam 0,25 µm. Gas helium digunakan sebagai gas pembawa dengan kecepatan alir 1 mL/menit. Sampel diinjeksi menggunakan *column injector* sebanyak 0,2µL dengan temperature inlet 270°C, kemudian dideteksi oleh *flame ionization detector* (FID) pada suhu konstan 350°C. Data isoprenoid dan n-alkana dari analisis GC ditunjukkan pada Tabel 2.

Fraksi aromatik dianalisis menggunakan kromatografi gas yang sama tetapi dilengkapi dengan detektor *MSD inlet* pada temperatur 300°C. Spektroskopi massa dioperasikan dengan energi electron sebesar 70 eV, temperatur ion sumber dan ion pemisah diatur pada temperatur 250°C. Konsentrasi biomarker phenantren dan metilphenantren dianalisis oleh *selecting ion monitoring* pada m/z 178 dan 192. Data indeks metilphenantren ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 1. Informasi deskriptif dan lokasi sampel

Sampel	Kedalaman (ft)	Garis lintang	Garis bujur
Pendalihan (PDL) 03	370-385	0,8732	100,238
Pendalihan (PDL) 04	367-378	0,8695	100,293
Pendalihan (PDL) 05	395-416	0,8517	100,412



Gambar 1. Peta lokasi sampel minyak mentah Pendalian IV Koto

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Kematangan termal berdasarkan rasio isoprenoid dan n-alkana

Kematangan termal berdasarkan rasio isoprenoid dan n-alkana diperoleh dari hasil analisis kromatogram GC pada ketiga sampel sumur minyak Pendalian IV Koto. Alkana yang digunakan adalah rasio Pristana/Phitana (Pr/Ph), rasio Pr/n-C₁₇ dan rasio Ph/n-C₁₈. Selain itu, nilai *carbon preference indeks* (CPI) juga dianalisis dari kromatogram GC. Rasio isoprenoid dan n-alkana semakin berkurang seiring meningkatnya kematangan termal.

b. Kematangan termal berdasarkan indeks metilphenantren

Tingkat kematangan termal menggunakan indeks metilphenantren

diperoleh dari analisis kromatogram GC-MS fraksi aromatik. Parameter ini digunakan karena lebih sensitif dalam penentuan tingkat kematangan termal. Selain itu parameter metilphenantren ini termasuk parameter yang baru dikembangkan oleh Radke dan Welte (1983) dan belum digunakan untuk menentukan kematangan minyak bumi Pendalian IV Koto. Penggunaan parameter indeks metilphenantren telah dilakukan oleh Irawan (2013) pada minyak mentah ladang minyak Langgak dan Putri (2013) pada minyak Duri 01. Rasio metilphenantren yang digunakan oleh ahli kimia minyak bumi untuk menentukan kematangan termal adalah rasio MPI-1, MPI-2 dan MPI-3 serta MPR. Hasil analisis menggunakan parameter metilphenantren ditunjukkan pada Tabel 3.

Parameter yang digunakan untuk menentukan kematangan termal dari fraksi aromatik minyak bumi Pendalian IV Koto menggunakan parameter geokimia metilphenantren. Parameter metilphenantren merupakan parameter baru yang dikembangkan oleh Radke dan Welte (1983) dan belum pernah digunakan untuk menentukan kematangan minyak bumi Pendalian. Indeks metilphenantren didasarkan pada distribusi penantren dan tiga atau empat metil homolog yang menunjukkan perubahan yang progresif selama proses kematangan. Distribusi dari phenantren dan metilphenantren pada parsial ion m/z 192 dan 178 dari kromatogram massa untuk ketiga sumur ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3. Senyawa phenantren terdapat pada waktu retensi sekitar menit ke 42-45 (Gambar 2) dan senyawa metilphenantren terdapat pada waktu retensi sekitar menit ke 35-37 (Gambar 3). Indeks metilphenantren

satu (MPI-1) adalah salah satu parameter yang paling banyak digunakan berdasarkan kestabilan termodinamika isomer. Indeks metilphenantren dua (MPI-2) digunakan sebagai kontrol atau substitusi dari MPI-1 (Radke dan Welte, 1983).

Hasil analisis kromatogram dari minyak Pendalian IV Koto untuk ketiga sumur memiliki nilai MPI-1 0,782; 0,790 dan 0,771 sedangkan nilai MPI-2 berturut-turut 0,894; 0,883 dan 0,857 (Tabel 3) menunjukkan bahwa distribusi MPI-2 lebih besar dari pada MPI-1 seiring meningkatnya kematangan. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Radke dan Welte (1983) nilai MPI-2 lebih besar dari pada MPI-1 sejalan dengan meningkatnya kematangan termal karena melimpahnya distribusi 2-metilphenantren dibandingkan dengan 3-metilphenantren yang pada umumnya terdapat pada metilphenantren.

Tabel 2. Data isoprenoid dan n-alkana sampel minyak Pendalian IV Koto

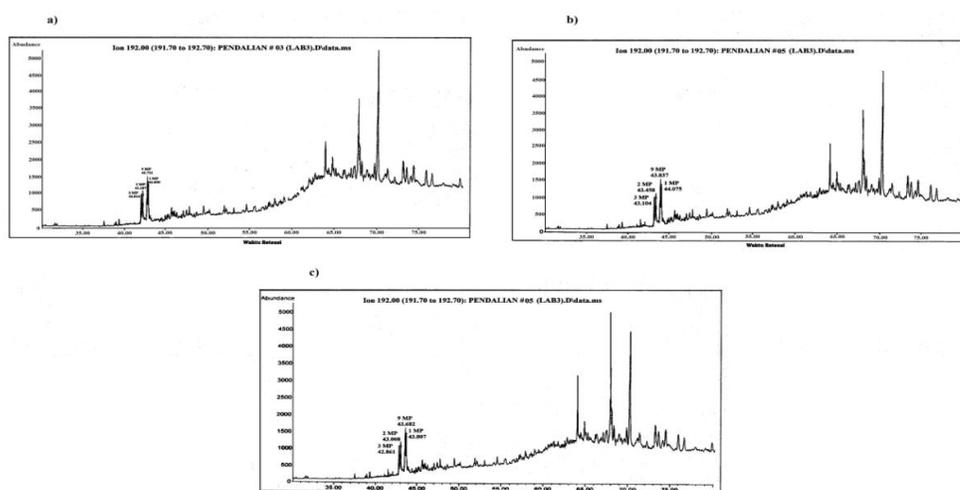
Sampel	Pr/Ph	Pr/n-C ₁₇	Ph/n-C ₁₈	CPI
Pendalian (PDL) 03	2,16	0,40	0,22	1,102
Pendalian (PDL) 04	2,29	0,44	0,25	1,089
Pendalian (PDL) 05	2,43	0,47	0,24	1,061

Tabel 3. Kematangan termal berdasarkan parameter metilphenantren dari sampel minyak Pendalian IV Koto untuk ketiga sumur minyak.

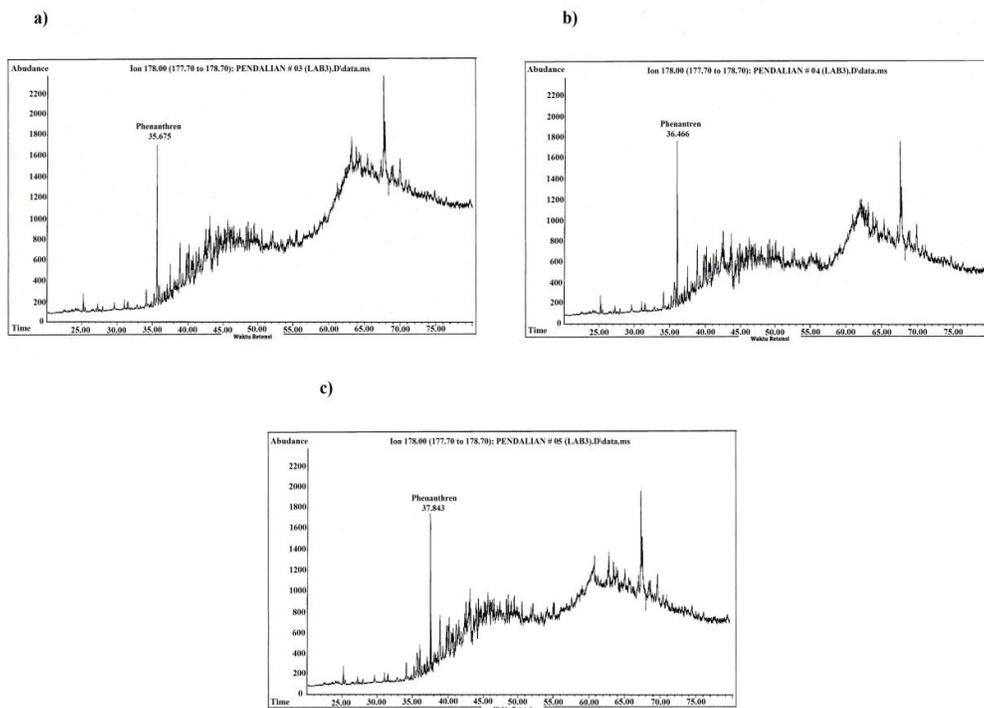
Sampel	MPI-1	MPI-2	MPI-3	MPR
Pendalian (PDL) 03	0,782	0,894	0,741	0,829
Pendalian (PDL) 04	0,790	0,883	0,748	0,814
Pendalian (PDL) 05	0,771	0,857	0,731	0,831

Selain nilai MPI-1 dan MPI-2, parameter lainnya yang menjadi acuan dalam penentuan tingkat kematangan dari distribusi metilphenantren adalah indeks metilphenantren tiga (MPI-3). Rasio MPI-3 adalah perbandingan dari jumlah isomer 2-metilphenantren dan 3-metilphenantren yang lebih stabil secara termodinamika terhadap isomer 1-metilphenantren dan 9-metilphenantren secara termodinamika kurang stabil (Radke, 1987). Nilai MPI-3 dan nilai MPR dapat langsung digunakan sebagai parameter kematangan. Menurut Radke (1987) nilai MPI-3 < 0,6 menunjukkan bahwa minyak bumi belum matang, sedangkan nilai MPI-3 > 0,6 menunjukkan minyak sudah matang. Nilai MPI-3 dan MPR pada minyak Pendalian IV Koto untuk ketiga sumur berkisar antara 0,731-0,748 dan 0,814-0,831 (Tabel 3) secara berturut-turut, menunjukkan bahwa sumur minyak sudah matang sehubungan dengan pembentukan hidrokarbon.

Radke (1987) mengelompokkan tingkat kematangan termal menjadi tiga kelompok berdasarkan nilai MPI-3 dan MPR. Minyak Pendalian IV Koto untuk ketiga sumur memiliki nilai MPI-3 dan MPR berkisar antara 0,731-0,748 dan 0,814-0,831 (Tabel 3) secara berturut-turut, menunjukkan bahwa minyak bumi Pendalian IV Koto digolongkan sebagai minyak bumi dengan tingkat kematangan rendah. Hal ini berbeda dengan yang dilaporkan oleh Putri (2013) bahwa minyak bumi dari sumur Duri-01 digolongkan sebagai minyak bumi sedang, karena memiliki nilai MPI-3 dan MPR sebesar 0,85 dan 1,14. Minyak bumi dengan tingkat kematangan sedang telah dapat untuk dieksploitasi, sedangkan minyak bumi dengan tingkat kematangan termal yang rendah belum dapat dieksploitasi namun memiliki potensi yang besar dimasa depan untuk dieksploitasi (Stojanovic, 2008).



Gambar 2. Kromatogram GC-MS pada parsial m/z 192 sampel minyak Pendalian IV Koto (a) sumur minyak PDL 03, (b) sumur minyak PDL 04, (c) sumur minyak PDL 05.



Gambar 3. Kromatogram GC-MS pada parsial m/z 178 sampel minyak Pendalian IV Koto (a) sumur minyak PDL 03, (b) sumur minyak PDL 04, (c) Sumur minyak PDL 05.

c. Kematangan termal berdasarkan persentase ekuivalen reflektansi vitrinit

Nilai ekuivalen reflektansi vitrinit (% VRE) dapat dihitung berdasarkan rasio MPI-1 pada minyak bumi karena hubungan linearnya dengan reflektansi vitrinit selama pembentukan minyak (Radke, 1983). Persentase VRE berkisar antara 0,5% hingga 1,0% menunjukkan bahwa minyak bumi sudah berada pada keadaan matang sehubungan dengan pembentukan hidrokarbon dan persentase VRE kurang dari 0,5% menunjukkan bahwa minyak

mentahbelum matang, karena masih mengalami fasa transisi dari diagenesis menuju metagenesis. Data persentase VRE ditunjukkan pada Tabel 4.

Berdasarkan dari (Tabel 4), persentase VRE pada minyak bumi Pendalian untuk ketiga sumur berkisar 0,869; 0,874 dan 0,863 menunjukkan bahwa minyak mentah Pendalian IV Koto telah matang sejalan dengan pembentukan hidrokarbon. Hal ini serupa juga dengan yang dilaporkan oleh Irawan (2013) pada minyak bumi sumur Langgak yang memiliki persentase VRE sebesar 0,867 dan menunjukkan bahwa minyak bumi sumur Langgak sudah matang.

Tabel 4. Tingkat kematangan termal berdasarkan ekuivalen reflektansi vitrinit dari sampel minyak Pendalialan IV Koto.

Sampel	% VRE	Indikasi kematangan
Pendalialan (PDL) 03	0,869%	Matang
Pendalialan (PDL) 04	0,874%	Matang
Pendalialan (PDL) 05	0,863%	Matang

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa kematangan termal minyak bumi Pendalialan IV Koto untuk ketiga sumur berdasarkan rasio isoprenoid dan n-alkana yakni Pr/Ph 2,16; 2,29; 2,43 dan nilai CPI 1,102; 1,089 dan 1,061 yang menunjukkan bahwa minyak bumi Pendalialan IV koto telah mencapai kematangan termal. Hal ini diperkuat oleh indeks metilphenatren dan rasio metilphenantren yang merupakan parameter inti dalam menentukan tingkat kematangan termal pada minyak bumi Pendalialan IV Koto. Hasil analisis untuk ketiga sumur minyak yakni, MPI-1 0,782; 790; 0,771 dan nilai MPI-2 0,94; 0,83; 0,857 serta persentase VRE 0,869; 0,874; 0,863 menunjukkan bahwa minyak bumi Pendalialan IV Koto telah mencapai kematangan termal. Nilai MPI-3 sebesar 0,741; 0,748; 0,731 dan nilai MPR sebesar 0,829; 0,814; 0,831 menunjukkan bahwa sumur minyak Pendalialan IV Koto digolongkan kedalam minyak bumi dengan tingkat kematangan rendah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pembimbing penelitian

Dr. Emrizal M. Tamboesai M.Si, M.H. dan ibu Halida Sophia, M.Si yang telah memberikan ilmu, motivasi, waktu dan saran dan arahnya untuk keberhasilan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ditjen Migas. 2013. *Statistik Minyak Bumi*. Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, Jakarta.
- Hackley, P., Ryder, R., Trippi, M. dan Alimi, H. 2013. *Thermal maturity of northern Appalachian Basin Devonian shales: insight from sterane and terpane biomarkers*. USA ScienceDirect 106: 455-462.
- Irawan, M.H. 2013. Penentuan Kematangan Termal Minyak Mentah (*Crude Oil*) dari sumur minyak Langgak, Rokan Hulu. *Skripsi*. Jurusan Kimia FMIPA. Universitas Riau, Pekanbaru.
- Oilex Ltd, 2008. *New Resource Estimate Of 13,7 Milion Barrels Oil For Pendalialan Field*. Australia.

- Okiongbo, K.S. 2011. Maturity Assessment and Characterisation of Jurassic crude Oils. *Res. J. Environ. Earth Sci.*, 3(3): 254-260.
- Putri, M.N. 2013. Karakterisasi *Biomarker* dan Penentuan Kematangan Termal Minyak Mentah (*Crude Oil*) dari Sumur Minyak Duri (OSD-1). *Skripsi*. Jurusan Kimia Fmipa. Universitas Riau, Pekanbaru.
- Radke, M. 1987. Organic geochemistry of aromatic hydrocarbons. Dalam: Brooks, J., Welte, D. (Ed), *Advances in Organic Geochemistry* 32 (2001) 721-731. *Petroleum Geochemistry*, Academic Press, London, 2: 141-205.
- Radke, M dan Welte, D.H. 1983. The methylpentane index (MPI): a maturity parameter based on aromatic hydrocarbons. Dalam: Bjoeroy, M., dkk. (Ed.), *Advances in Organic Geochemistry* 1981. Wiley, Chichester, 505-512.
- Radke, M., Welte, D.H dan Willsch, H. 1982. Geochemical study on a well in the Western Canada Basin: relation of the aromatic distribution pattern to maturity of organic matter. *Geochemical et Cosmochimica Acta*, 46: 1-10.
- Sonibare, O., Alimi, H., Jarvie, D dan Ehinola, O. A. 2008. Origin and occurrence of crude oil in Niger delta, Nigeria. *J. Petroleum Sci. Engineering*. 99-107.
- Stojanovic, K., Jovancicevic, B., Vitorovic, D., Golovo, Y., Pevneva, G dan Golovko, A. 2007. Evaluation of Saturated and Aromatic Hydrocarbon Oil-Oil Maturity Correlation Parameters (SE Pannonian Basin, Serbia) *J. Serb. Chem. Soc.* 72 (12): 1237-1254.