

**KAJIAN BIOMARKER MINYAK BUMI KULIM KM 7, DURI-BENGGALIS,
RIAU DENGAN MINYAK BUMI BANGKO-ROHIL DALAM MENENTUKAN
KORELASI, KEMATANGAN DAN LINGKUNGAN PENGENDAPAN**

Orititovya¹, Emrizal Mahidin Tamboesai², Halida Sophia²

¹Mahasiswa Program S1 Kimia FMIPA-Universitas Riau

²Dosen Jurusan Kimia FMIPA-Universitas Riau

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau

Kampus Binawidya, Pekanbaru, 28293, Indonesia

orititovya.o@student.unri.ac.id

ABSTRACT

This research was studied about the correlation between Duri oil well (GL-47) with Bangko well (PN-026). The Bangko well (PN-026) and Duri well (GL-47) had a negative correlation, which was evidenced by parameter biomarkers using Aromat fraction by means of GC-MS at m/z 191 based on terpenoid compounds contained. This study used 10 parameters, so it was obtained sample well Bangko (PN-026) that has a mix of depositional environments and more is known as lacustrine oleanane with ratio value of 3,083 and a slight mix-terrigeneous delta and terrestrial environments that were affected by salinity. Sample Duri well Km 7 (GL-47) has a mix of depositional environment dominated by terrestrial that can be seen from the value of the ratio C_{25} / C_{26} Tricyclic at 1,125. Bangko sample has a level of maturity "mature" with a ratio value of 0,75, while Duri sample has the level of maturity "early mature" with a ratio value of 0,75.

Keywords : *Biomarkers, maturity, depositional environment, the origin of organic material.*

ABSTRAK

Pada penelitian ini dilakukan studi korelasi minyak sumur Duri (GL-47) dengan sumur Bangko (PN-026). Sumur Bangko (PN-026) dan sumur Duri (GL-47) memiliki korelasi negatif, dibuktikan dengan parameter biomarker menggunakan fraksi aromatik dengan alat GC-MS pada m/z 191 berdasarkan senyawa terpenoid yang terkandung. Penelitian ini menggunakan 10 parameter sehingga didapat sampel sumur Bangko (PN-026) memiliki lingkungan pengendapan campuran dan yang lebih banyak adalah lakustrin yang diketahui dari nilai rasio oleanana sebesar 3,083 dan adanya sedikit campuran delta-terrigeneous dan terrestrial yang dipengaruhi oleh lingkungan salinitas. Sampel sumur Duri Km 7 (GL-47) memiliki lingkungan pengendapan campuran yang didominasi oleh terrestrial yang dapat dilihat dari nilai rasio C_{25}/C_{26} Trisiklik sebesar 1,125. Sampel Bangko memiliki tingkat kematangan "matang" dengan nilai rasio 0,755, sedangkan sampel Duri dengan tingkat kematangan "matang awal" dengan nilai rasio 0,506.

Kata kunci : Biomarker, kematangan, lingkungan pengendapan, asal material organik.

PENDAHULUAN

Minyak bumi (bahasa Inggris: *petroleum*) dijuluki sebagai *emas hitam*. Minyak bumi adalah cairan kental, berwarna hitam atau kehijauan, mudah terbakar, dan berada di lapisan atas dari beberapa tempat di kerak bumi. Minyak bumi berasal dari bahan-bahan organik (tumbuhan tinggi dan makhluk hidup dalam permukaan laut) yang telah mengalami proses sedimentasi selama berjuta-juta tahun. sehingga lama-kelamaan fosil tersebut akan menjadi minyak mentah berupa biomarker (Hardjono, 2000).

Biomarker merupakan senyawa kompleks fosil molekular biologis, yang berasal dari suatu organisme makhluk hidup yang telah mengalami proses perubahan gugus fungsi, pemutusan ikatan dan perubahan stereokimia, namun masih menyimpan secara utuh kerangka atom karbon sehingga dapat ditelusuri asal usulnya. Oleh karena itu, biomarker merupakan indikator yang penting mengenal material organik minyak bumi, kondisi perubahan geologi, kimia dan fisika terhadap organisme akibat perubahan yang signifikan oleh panas selama proses diagnosis, katagenesis, serta derajat biodegradasinya (Tissot dan Welte, 1984).

Pada penelitian ini difokuskan pada biomarker yang bersumber dari senyawa triterpana yang diidentifikasi dengan (m/z 191) yang secara umum digunakan untuk menghubungkan minyak dengan batuan induk. Sidik jari terpena merefleksikan lingkungan pengendapan batuan induk dan material organik. Karena bakteri terdapat dimana-mana di dalam sedimen, terpena

ditemukan hampir di semua minyak (Brooks, 1986).

Parameter yang digunakan :

a. C_{25}/C_{26} Trisiklik

Semua senyawa hidrokarbon pentasiklik alam C_{30} jenuh dapat dihubungkan dengan triterpenoid alam. Rasio C_{25}/C_{26} digunakan untuk membedakan kondisi lingkungan pengendapan lautan dan non lautan. $C_{25}/C_{26} < 1$ menunjukkan minyak berasal dari daerah lakustrin, sedangkan untuk rasio $C_{25}/C_{26} > 1$ menggambarkan minyak berasal dari lingkungan pengendapan delta terrigenous (Ten Haven & Sciefelbein, 1995).

b. C_{24} Tetrasiklik

Menurut Petters & Moldowan, 1993 nilai rasio $> C_{24}$ tetrasiklik ini mengindikasikan bahwa material organik berasal dari lingkungan pengendapan *terrestrial* dengan tingkat konsentrasi yang berbeda yang dapat dilihat dari waktu retensi yang menghasilkan luas area tertentu.

c. Trisiklik/Hopana

Rasio trisiklik/ hopana merupakan parameter yang membandingkan kumpulan bakteri atau lipid alga (trisiklik) dengan (hopana). Hopana dengan C_{31} atau lebih mengindikasikan *Bacterihopanepolyols* yang terdapat dalam *Bacteriohopanetetrol*. Untuk hopana dengan C_{31} kurang mengindikasikan diplopterol dan diploptana (Rohmer, 1987).

d. C_{29}/C_{30} Hopana

Rasio C_{29}/C_{30} hopana digunakan untuk membedakan litologi klastik dan karbonat dengan nilai rasio <1 dari batuan serpih dan >1 dari batuan karbonat (Waples & Machihara, 1991).

e. Hopana

Hopana dapat digunakan sebagai penentu kematangan suatu material organik. Spesifik untuk minyak dalam rentang pra-matang sampai dengan lewat matang, dengan pengukuran m/z 191. C_{31} atau C_{32} homohopana paling sering digunakan untuk menghitung rasio $22S/(22S+22R)$, namun memungkinkan untuk menggunakan rasio lainnya (Petters & Moldowan, 1993). Rasio nilai 0-0,50 *immature* (akan memasuki pembentukan minyak), 0,50-0,65 (matang awal), 0,65-0,75 (matang), 0,75-0,85 (puncak kematangan), $>0,85$ lewat matang. Setelah kesetimbangan tercapai, tidak ada lagi informasi mengenai kematangan karena nilai rasio $22S/(22S+22R)$ akan konstan (Seifert & Moldowan, 1978).

f. Homohopana

Pembeda litologi klastik (Petters dan Moldowan, 1993).

g. Oleanana

Kehadiran oleanana merupakan pencirikan lingkungan pengendapan yang lakustrin. (Petters & Moldowan, 1993).

h. Gammacerana

Gammacerana menandakan adanya salinitas abnormal (*hypersaline*) atau lingkungan pengendapan lakustrin pada daerah-daerah tertentu dengan nilai rasio >1 C_{31}/C_{32} . (Bordenave, 1993). Gammacerana berasal dari lipid yang menggantikan steroid pada membran beberapa protozoa (Petters dan Moldowan, 1993) atau kemungkinan organisme lain.

i. Bisnorhopana

Minyak dengan kandungan bisnorhopana > 1 diyakini berasal dari bakteri *chemoautotrophic* (Waples dan Curiale, 1999).

j. $n-C_{28}/n-C_{29}$

$n-C_{28}/n-C_{29}$ adalah parameter untuk mengetahui umur dari minyak bumi pada zaman miocen $>0,7$ (Ten Haven & Sciefelbein, 1995).

METODE PENELITIAN

a. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kolom yang berdiameter 1 cm dan panjang 20 cm, kromatografi gas *hewlett packard* (HP) 5890, spektroskopi massa, sentrifuse, peralatan gelas, botol kecil (vial), statip, timbangan digital, oven.

Bahan-bahan yang digunakan adalah sampel minyak mentah dari 2 sumur yang berbeda dengan kode GL-47 (sampel Duri Km 7) dan PN-026 (sampel Bangko), n-heksan, diklorometan (DCM), silika 60-200 mesh, Kapas steril.

b. Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel pada penelitian ini diambil dari h satu sumur di Kulim- Duri Km 7 (GL-45) dengan menggunakan steam injeksi (uap panas). Pengambilan sampel hanya berupa sampel yang diberikan langsung oleh daerah penghasil minyak bumi tersebut dengan kedalaman ± 360 m yang merupakan sumur dangkal dan diperkirakan bahwa sampel tersebut memiliki kualitas yang baik dari segi aspek fisiknya dari sumur-sumur lain menurut pekerja pengidentifikasi minyak bumi. Sedangkan sampel dari sumur Bangko (PN-026) adalah sampel yang diambil dari peneliti terdahulu oleh Ilya, 2015 yang masih disimpan dalam keadaan baik.

c. Persiapan sampel

1. Fraksinasi *Crude Oil* (Tamboesai, 2002)

Kolom dibilas dengan menggunakan aquades, methanol p.a, n-heksan : methanol (1:1 v/v) p.a dan n-heksan p.a untuk menghilangkan minyak yang menempel, kemudian kolom diisi dengan kapas steril sebagai penyumbat. Silika aktif (silika yang sudah dipanaskan dalam oven pada $T=120^{\circ}\text{C}$ selama 1 jam) dicampur dengan n-heksan p.a didalam beaker dan diaduk rata, selanjutnya silika dituang ke dalam kolom dengan ketinggian silika ± 9 cm sambil digetarkan sehingga didapat kolom yang padat. Kemudian sebanyak ± 200 mg *crude oil* dimasukkan kedalam kolom, kran dibuka agar ekstrak masuk kedalam permukaan silika. Sampel dielus dengan palarut DCM : n-heksan (3:1 v/v) p.a sebanyak

20 mL kedalam kolom tiap masing-masing sampel. Eluen dikering anginkan sehingga didapat fraksi aromatik dan dilakukan 3 kali pemisahan dalam satu sampel minyak pada tiap-tiap sampel. Kemudian dianalisis dengan GC-MS.

d. Karakterisasi Minyak bumi

1. Karakterisasi *Biomarker* Fraksi Aromatik Menggunakan GC-MS

Analisis sampel minyak bumi fraksi aromatik dengan menggunakan kromatografi gas (GC) HP Series 6890 yang diaplikasikan dengan detektor spektroskopi massa (MSD) HP 7683-SIM Mode. Kolom kapiler fused silica dengan tipe DB-5 dengan panjang kolom = 30 m, diameter kolom = 0,32 mm, tebal fasa diam = 0,25 μm . Gas helium digunakan sebagai gas pembawa dengan kecepatan 1 mL/menit. Sampel diinjeksikan sebanyak 0,2 μL menggunakan column injector, dengan temperatur inlet 270°C , sedangkan pendeteksian menggunakan detektor MSD yang suhunya dipertahankan pada 300°C . Temperatur awal dari oven adalah 70°C dipertahankan selama 3 menit, lalu suhu dinaikkan dengan bertahap, yakni dengan kenaikan $3^{\circ}\text{C}/\text{menit}$ hingga suhu 310°C . Spektrometer massa dioperasikan dengan energi elektron 70 eV, temperatur ion sumber sebesar 250°C dan temperatur pemisah sebesar 250°C . Identifikasi biomarker polisiklik hidrokarbon (triterpen) dilakukan pada fargmentogram ion m/z 191. Analisis GC-MS ini dilakukan di Laboratorium Kimia Organik Universitas Islam Indonesia.

2. Penggunaan parameter biomarker dalam karakterisasi minyak bumi

Parameter yang digunakan untuk analisis tersebut antara lain:

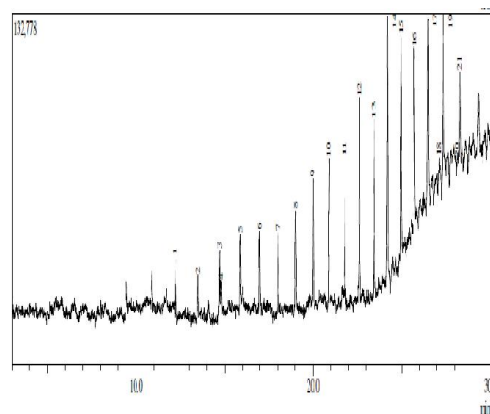
- a) C_{25}/C_{26} Trisiklik.
- b) C_{29}/C_{30} Hopana
- c) Trisiklik/Hopana
- d) Homohopana
- e) C_{24} Trisiklik
- f) Oleanana
- g) Gammacerana
- h) Bisnorhopana
- i) Hopana
- j) nC_{28}/nC_{29}

3. Pembuatan Diagram Bintang dan Plot Trisiklik Terpena dalam Menentukan Korelasi

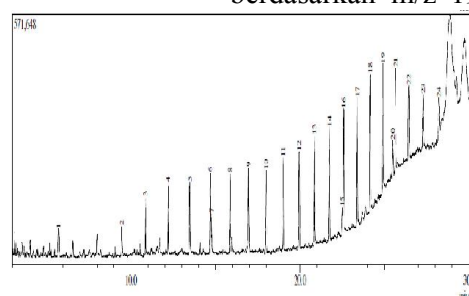
Pemilihan puncak dan rasio adalah dasar utama inspeksi secara visual dari kromatogram yang bertujuan untuk mendapatkan rasio puncak yang dapat membedakan dengan baik, minyak-minyak yang sedang dibandingkan. Program ini berdasarkan pada prinsip analisis parameter yang digunakan. Pemplotan Trisiklik Terpena juga dilakukan berdasarkan puncak-puncak yang dihasilkan mulai dari C_{19} - C_{26} sehingga dapat dibandingkan dengan plot ketentuan pembuatan plot trisiklik yang telah ada.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Analisis kromatografi gas – spektroskopi massa (GC-MS) fraksi aromatik



Gambar 1. Kromatogram dari kromatografi gas – spektroskopi massa sampel minyak bumi Duri (GL-47) berdasarkan m/z 191

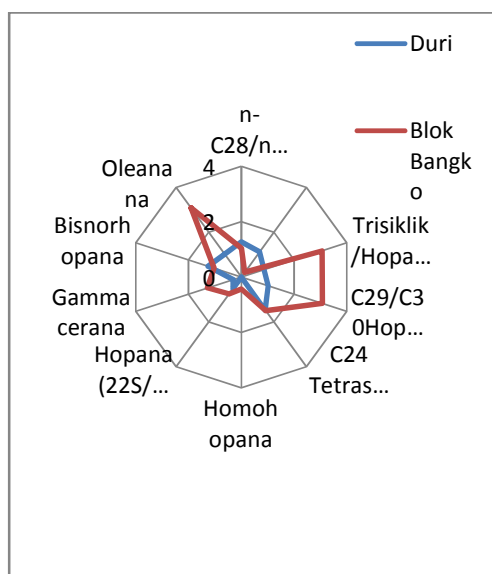


Gambar 2. Kromatogram dari kromatografi gas - spektroskopi sampel minyak bumi sumur Bangko (PN-026) berdasarkan m/z 191.

b. Diagram Bintang dan Plot Trisiklik Terpena

Tabel 1. Nilai rasio dari lingkungan pengendapan dan kematangan termal

Parameter	Duri	Bangko
n-C ₂₈ /n-C ₂₉	1,266	1,035
C ₂₅ /C ₂₆ Trisiklik	1,127	0,206
Trisiklik/Hopana	0,869	3,059
C ₂₉ /C ₃₀ Hopana	1,025	3,076
C ₂₄ Tetrasiklik	1,477	1,507
Homohopana	0.934	0,440
Hopana (22S/22S+22R)	0,506	0,755
Gammacerana	0,30	1,284
Bisnorhopana	1,266	1,035
Oleanana	1,02	3,083

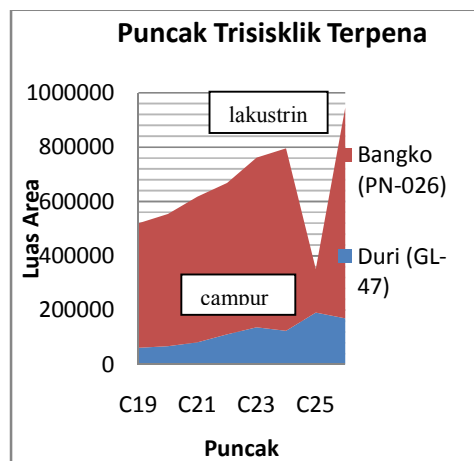


Gambar 3. Diagram bintang berdasarkan nilai rasio parameter yang didapat dalam fraksi aromatis pada m/z 191 dari

sampel sumur Duri (GL-47) dan sampel sumur Bangko (PN-026).

Tabel 2. Nilai luas area terhadap parameter trisiklik terpena

Puncak	Duri (GL-47)	Bangko (PN-026)
C ₁₉	62197	457162
C ₂₀	67389	487233
C ₂₁	81840	536295
C ₂₂	110990	557265
C ₂₃	137179	624321
C ₂₄	123810	671406
C ₂₅	191614	159629
C ₂₆	169978	774629



Gambar 4. Bentuk plot trisiklik terpena dari sampel Duri (GL-47) dan Bangko (PN-026)

Pemetaan menggunakan diagram bintang biasanya digunakan untuk fraksi saturat, namun pada penelitian ini menggunakan fraksi aromatis yang dapat dilihat pada gambar 3 yang memperlihatkan hubungan antar sumur

dengan lebih spesifik. Hal ini sudah pernah dilakukan oleh Yusriani (2009) dengan menggunakan 5 parameter dari m/z 191 yang mungkin dapat terbaca dari kromatogram yang dihasilkan yang dapat dilihat pada gambar 1-2. Pada penelitian ini dipilih 10 parameter yang dapat dibaca oleh peneliti dari kromatogram yang dihasilkan, sehingga didapat nilai rasio pada tabel 1. Perbedaan jumlah parameter yang digunakan ini dimungkinkan karena perbedaan sampel yang digunakan sehingga menghasilkan kromatogram yang berbeda. Tiap sampel minyak bumi mengandung komposisi-komposisi tertentu yang dapat memperlihatkan karakter dari minyak tersebut berdasarkan informasi yang didapat dari biomarker yang dapat dilihat dari kromatogram GC-MS pada m/z 191 yang dihasilkan. Sehingga, tidak semua parameter dapat digunakan karena tidak semua minyak mengandung senyawa yang sama.

Berdasarkan bentuk pola diagram bintang yang dihasilkan sampel sumur Duri (GL-47) dengan sampel sumur Bangko (PN-026) berkorelasi negatif, namun memiliki sedikit kesamaan hubungan antar minyak bumi. Pertama hubungan ini terletak pada titik parameter bisnorhopana yang mengindikasikan asal material organik dari bakteri pengurai pada minyak bumi dengan range nilai >1 . Pada hasil kromatogram didapat nilai rasio sampel sumur Duri (GL-47) sebesar 1,266 dan sampel sumur Bangko (PN-026) berkisar 1,035 sehingga mengindikasikan sama-sama berasal dari bakteri pengurai *chemoautotropic*, namun dalam tingkat populasi yang berbeda dan dapat diindikasikan bakteri

yang berasal dari zooplankton dan fitoplankton dari lingkungan akuatik.

Kemudian terletak pada parameter C_{24} tetrasiklik yang mengindikasikan adanya material organik berasal dari *terrestrial*. Kedua sampel sumur sama-sama mengindikasikan berasal dari material organik *terrestrial* karena memiliki waktu retensi yang relatif sama dan tidak terlalu rendah yaitu 21.777 untuk sumur Duri (GL-47) dan 21.740 untuk sumur Bangko (PN-026). Pada parameter ini menjelaskan kemungkinan asal material organik yang berasal dari *terrestrial* itu berasal dari kulit-kulit spora dan polen, kutikula daun dan tumbuhan hijau lainnya. Hal ini dapat dibuktikan dari tipe karogen kedua minyak yang sama-sama berada pada tipe kerogen II (Waples, 1985).

Pada 8 parameter lainnya memperlihatkan perbedaan nilai rasio antara puncak yang digunakan sebagai parameter terlalu jauh. Contohnya yaitu C_{25}/C_{26} trisiklik yang mengindikasikan lingkungan pengendapan. Pada sumur Duri (GL-47) memiliki nilai rasio 1,127 yang mengindikasikan minyak berasal dari daratan *terrestrial* dengan sedikit delta terrigenous, dan sumur Bangko (PN-026) dengan nilai rasio 0,206 yang diindikasikan berasal dari lingkungan pengendapan lakustrin. Hal ini dapat didukung lagi dengan penggunaan parameter oleanana yang mengindikasikan lingkungan lakustrin, pada sampel sumur Duri (GL-47) memiliki nilai rasio 1,02 dan sumur Bangko (PN-026) memiliki nilai rasio 3,083.

Pada parameter gammacerana memperlihatkan adanya lingkungan hipersalin. Pada sampel sumur Bangko (PN-026) memiliki lingkungan

hipersalin yang lebih banyak yaitu sebesar 1,284 dari nilai rasionya, sedangkan sampel sumur Duri (GL-47) dengan nilai rasio 0,30 atau hampir tidak memperlihatkan adanya lingkungan hipersalin.

Penggunaan parameter lingkungan pengendapa tersebut diperkuat lagi dengan penggunaan pola trisiklik terpena yang menyatakan bahwa minyak sumur Duri (GL-74) berasal dari daerah campuran, namun didominasi oleh daerah *terrestrial* dan sumur Bangko diindikasikan lingkungan campuran namun sangat mendominasi lingkungan lakustrin yang diperlihatkan pada puncak C_{24} - C_{25} yang dapat dilihat pada tabel 2 secara ekstrim turun dan kemudian naik lagi ke puncak C_{26} seperti pada gambar 4.

Perbedaan diperlihatkan lagi dari segi tingkat kematangan antar kedua minyak. Minyak Bumi dari sumur Bangko (PN-026) memiliki nilai rasio 0,755 yang mengindikasikan “matang” dan minyak sumur Duri (GL-47) dengan nilai rasio 0,506 mengindikasikan “awal matang”. Berdasarkan umur minyak bumi, kedua sampel berasal dari zaman miocen muda hal namun dengan tingkat umur miocen yang berbeda. pada sampel sumur Duri (GL-47) memperlihatkan umur dari zaman miocen tengah dan sampel sumur Bangko (PN-026) berasal dari miocen muda yang dapat dilihat dari stratigrafi tersier cekungan Sumatera Tengah.

Berdasarkan asal material organik dapat diketahui berdasarkan morfologi batuan induk penghasil minyak bumi. Hal ini dapat dilihat dari penggunaan parameter C_{29}/C_{30} hopana dan homohopana yang mengindikasikan bahwa pada sampel sumur Duri (GL-47) bersal dari batuan serpih namun dengan

sedikit kandungan batuan induk karbonat dan sumur Bangko (PN-026) diindikasikan bersal dari batuan induk karbonat dan sedikit batuan induk serpih. Hal ini dimungkinkan karena adanya sejumlah minyak yang terperangkap pada reservoir yang sama pada masing-masing minyak bumi yang diakibatkan pergesern pergerakan bumi.

Perbedaan yang terlalu jauh tersebut membuktikan tidak adanya hubungan dari kedua sumur tersebut namun memiliki sedikit kesamaan karena hanya 2 parameter yang diketahui memiliki identifikasi yang sama dari 10 parameter sehingga diperkirakan memiliki hubungan, namun tidak dapat menyatakan bahwa minyak sumur Duri (GL-47) dan sumur Bangko (PN-026) berkorelasi positif. Hal inilah yang tidak dapat diperlihatkan pada fraksi saturat sehingga tidak dapat mengetahui bagian mana dari pengkarakterisasi yang berhubungan dan tidak berhubungan dan sebagian parameter inilah yang tidak digunakan oleh El Nady dkk, (2015) pada sampel mereka walau pun dengan metode yang sama dengan penggunaan fraksi aromatis pada m/z 191 tidak dapat menggunakan parameter yang sama karena mengandung senyawa terpenoid yang berbeda yang dapat diperlihatkan oleh kromatogram.

KESIMPULAN

Dalam studi korelasi ini dapat disimpulkan bahwa sampel minyak bumi sumur Duri Km 7 (GL-47) berkorelasi negatif dengan sampel minyak bumi sumur Bangko (PN-026), namun memiliki sedikit kesamaan dari asal material organiknya. Kesamaan ini dapat dilihat dari 2 parameter yang digunakan yaitu parameter bisnorhopan

dan C_{24} tetrasiklik. Pada hasil kromatogram didapat nilai rasio sampel sumur Duri (GL-47) sebesar 1,266 dan sampel sumur Bangko (PN-026) berkisar 1,035 sehingga mengindikasikan sama-sama berasal dari bakteri pengurai *chemoautotropic*, tetapi dalam tingkat populasi yang berbeda yang dapat diperkirakan dari bakteri yang berasal dari zooplankton dan fitoplankton berdasarkan parameter bisnorhopana. Kemudian dari parameter C_{24} tetrasiklik. Kedua sampel sama-sama berasal dari material organik dari *terrestrial* dengan waktu retensi yang hampir sama yaitu 21.777 untuk sumur Duri (GL-47) dan 21.740 untuk sumur Bangko (PN-026) yang diperkirakan dari kulit-kulit spora dan polen, kutikula daun dan tumbuhan hijau lainnya. Hal ini dapat dibuktikan dari tipe karogen kedua minyak yang sama-sama berada pada tipe kerogen II (Waples, 1985).

Pada 8 parameter lainnya memperlihatkan perbedaan nilai rasio antara puncak yang digunakan sebagai parameter terlalu jauh. Pada lingkungan pengendapan menggunakan parameter C_{25}/C_{26} Trisiklik dengan nilai rasio sebesar 1,126 untuk sampel Duri Km 7 (GL-47) (didominasi oleh *terrestrial* dengan sedikit delta terigeneous) dan Bangko (PN-026) 0,205 (didominasi oleh lakustrin dan sedikit delta terrigeneous). Oleanana yang mengindikasikan lingkungan lakustrin dengan nilai rasio 3,083 dari sampel Bangko dan 1,126 untuk sampel Duri (GL-47), dan rasio gammaceran yang mengindikasikan adanya lingkungan hipersalin pada minyak dengan nilai rasio 1,284 untuk minyak Bangko dan Duri sebanyak 0,30 atau hampir tidak ditemukan. Sehingga dapat disimpulkan

minyak berada pada lingkungan pengendapan campuran.

Tingkat kematangan dapat dilihat dari parameter trisiklik/hopana yang memiliki nilai rasio 0,869 untuk sampel sumur Duri (GL-47) dan sampel sumur Bangko (PN-026) dengan nilai rasio 3,059, sehingga sampel sumur Bangko lebih matang dari sampel sumur Duri. Pada parameter Hopana juga dapat memperlihatkan tingkat kematangan dengan sampel sumur Bangko (PN-026) yang “matang” dengan nilai rasio 0,755 dan sumur Duri (GL-47) “awal matang” dengan nilai rasio 0,506.

Umur minyak bumi dapat diketahui dengan penggunaan parameter $n-C_{28}/n-C_{29}$ yaitu zaman miocen namun dengan waktu yang berbeda, yaitu miocen tengah untuk sampel sumur Duri (GL-47) dengan nilai rasio 1,266 dan miocen muda untuk sumur Bangko (PN-026) yaitu 1,035.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Emrizal Mahidin Tamboesai, M.Si. M.H dan Ibu Halida Sophia, M.Si yang telah memberikan bimbingan, arahan serta saran dalam proses penyusunan karya ilmiah ini. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan yang telah memberikan bantuan, dukungan dan masukan kepada penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- Brooks, R. A. 1986. *A petroleum of basin Scottsdale*. Neural Computation, 1:2, Summer 1989, pp. 253–262. Also in IEEE

- International Scottsdale, AZ, May 1989, pp. 292–296
- Hardjono, A. 2000. *Teknologi Minyak Bumi*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Ilya, F. 2015. Korelasi Minyak Bumi Blok Bangko-Rokan Hilir dengan Minyak Bumi Duri-Bengkalis, Riau Menggunakan Parameter Geokimia Molekuler. *Skripsi*. FMIPA-UR, Pekanbaru.
- Nady dkk, 2016. Geochemical and Biomarker Characteristics of Crude Oils and Source Rock Hydrocarbon Extracts: An Implication to Their Correlation, Depositional environment and Maturation in the Northern Western Desert, Egypt. *Journal*. Egyptian Petroleum Research Institute, Egypt.
- Peters, K.E., and Moldowan, J.M. 1993. *The Biomarker Guide, Interpreting molecular fossils in Petroleum and ancient Sediments*. New Jersey : Prentice.
- Powell and Kirby. 1973. *The effect of source material, rock type and diagenesis on the n-alkane content sediments*. *Geochim, Cosmochim, Acta*: 37, 623-633.
- Rohmer, P.M, 1978. *Capital Accumulation In theory Of Petroleum*. University Of . Working papers 123, University Of RCER
- Seifert, W.K. and Moldowan, J.M. 1978. *Journal of the Chemical Society*. Chemical communications Vol. 43. London.
- Tamboesai, E.M. 2002. *Korelasi Antar Minyak Bumi dari Sumur Produksi Sumatera Tengah*. Tesis Program Pasca Sarjana, Bidang Studi Ilmu Kimia, Universitas Indonesia, Depok.
- Ten Heaven, H.L and Schiefelbein, C., 1995, The petroleum systems of Indonesia Proceedings of the petroleum Association Twentyfourth Annual Convention, Oktober, pp 443-459.
- Waples, D. W dan Machihara, T. 1991. *Biomarkers for Geologist, A Pratical Guide to the Application of Steranes and Triterpanes in Petroleum Geology*. AAPG, Oklahoma, USA.
- Yusriani, A. 2009. *Studi Karakterisasi Minyak Bumi Berdasarkan Sidikjari Biomarker di Indonesia Bagian Barat*. Skripsi, Bidang Studi Ilmu Kimia, Universitas Indonesia, Depok.