

## KAJIAN KORELASI GENETIKA GEOKIMIA MOLEKULAR MINYAK BUMI CEKUNGAN SUMATRA TENGAH, RIAU

**Emrizal Mahidin Tamboesai**

Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau  
Kampus Bina Widya Km 12,5 Simpang Panam, Pekanbaru-28293  
E-mail: emrizaltamboesai@gmail.com

### Abstrak

*Beberapa tahun belakangan ini kebutuhan terhadap minyak bumi semakin meningkat akan tetapi jumlah produksi minyak bumi dari Cekungan Sumatra Tengah terus mengalami penurunan. Karena kurangnya eksplorasi pencarian sumber-sumber baru, juga disebabkan banyaknya di dapat sumur-sumur yang tidak aktif lagi (sumur tua) tetapi masih mengandung minyak mentah sebanyak 30% hingga 60% dari kandungan aslinya (Purnomo, 2008). Untuk mempertahankan produksi maka perlu dilakukan kegiatan eksplorasi lanjutan minyak bumi dengan menggunakan kajian geokimia molekular yang dapat menunjukkan korelasi antar minyak bumi, arah sumber-sumber baru dan mengurangi resiko kegagalan eksploitasi minyak bumi. Kajian geokimia molekular merupakan parameter penting dalam studi korelasi antar sumur produksi dari Cekungan Sumatera Tengah. Studi ini dimaksudkan untuk mengetahui hubungan genetika minyak bumi antar sumur produksi dari lapangan Minas, Duri, dan Langgak. Dalam penelitian ini sampel minyak mentah diidentifikasi dengan analisis Kromatografi Gas (GC) dengan kromatogram yang diperoleh menampilkan sidikjari (fingerprint) yang khas dari sampel minyak bumi, selanjutnya digunakan untuk menunjukkan ada atau tidaknya hubungan genetika diantara minyak-minyak dari sumur yang berbeda. Metoda diagram bintang dapat digunakan untuk menunjukkan adanya hubungan genetika dari sampel teranalisis Kaufman et al (1990). Dari hasil analisis, sampel minyak dari lapangan Duri berkorelasi positif dengan sampel minyak lapangan Langgak dan sampel minyak bumi Duri dan Langgak berkorelasi negatif dengan sampel minyak lapangan Minas. Dengan mengetahui adanya perbedaan korelasi minyak bumi tersebut, maka tindakan pengurusan minyak selanjutnya (Enhanced Oil Recovery) dapat ditentukan dengan cara yang sesuai.*

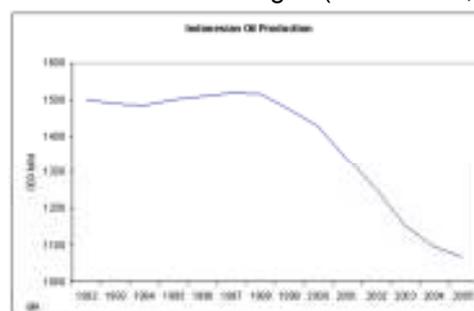
**Kata kunci** : GC, geochemistry, korelasi, petroleum

### PENDAHULUAN

Minyak bumi sebagai sumber devisa bagi negara karena minyak bumi merupakan sumber energi utama untuk industri, transportasi dan rumah tangga. Kebutuhan terhadap bahan bakar ini tiap tahun mengalami peningkatan. Peningkatan kebutuhan minyak bumi yang tidak diimbangi dengan peningkatan produksinya menyebabkan Indonesia terancam krisis energi, oleh karena itu perlu dilakukan upaya eksplorasi untuk mencari sumber-sumber minyak baru sehingga ancaman krisis energi dapat teratasi.

Pada gambar 1 terlihat bahwa produksi minyak bumi Indonesia terus menerus meng-

alami penurunan, bahkan pada tahun 2004 Indonesia telah menjadi negara yang mengimpor minyak bumi untuk menutupi kebutuhan bahan bakar dalam negeri. (Anonymous, 2008)



**Gambar 1.** Kurva produksi minyak bumi di Indonesia yang terus menurun

Ladang minyak Minas, Duri dan Langgak yang terdapat di cekungan Sumatra Tengah merupakan penghasil minyak bumi terbesar di Indonesia yang produksinya pernah mencapai satu juta barrel perhari. Beberapa tahun belakangan ini produksi minyak bumi di daerah tersebut mengalami penurunan terus menerus setiap tahunnya, oleh karena itu maka kegiatan eksplorasi pencarian sumber-sumber baru dan pemanfaatan kembali sumur-sumur yang tidak aktif lagi (sumur tua) tetapi masih mengandung minyak mentah sebanyak 30% hingga 60% dari kandungan aslinya (Purnomo, 2008) sangat perlu dilakukan.

Kegiatan eksploitasi minyak bumi, selalu diiringi dengan resiko kegagalan seperti tidak ditemukannya minyak, dan resiko ini perlu diminimalisir. Penyebab kegagalan ini diantaranya adalah tidak adanya informasi lengkap tentang kematangan termal dari sampel geologi, korelasi minyak batuan induk atau korelasi minyak-minyak. Peranan informasi eksplorasi minyak dapat dijelaskan melalui pengkajian geokimia molekular dilakukan berdasarkan perilaku senyawa *biomarker*. Kandungan *biomarker* minyak bumi dapat memberikan informasi asal usul bahan organik melalui penelusuran senyawa prekursornya (Hunt, 1996). Senyawa penanda biologi (*biomarker*) ini juga sangat berguna untuk mengetahui daerah, sumber lingkungan yang mempunyai ciri khas tertentu sehingga dapat memberikan informasi tentang sumber atau asal usul senyawa tersebut untuk kegiatan eksplorasi minyak.

Teknik geokimia minyak bumi untuk menentukan hubungan reservoir pertama kali diuraikan oleh Slentz (1981) dengan mengusulkan komposisi minyak atau air merupakan karakteristik sidikjari dari reservoir yang spesifik. Kemudian Kaufman dkk. (1990) menggunakan diagram bintang yang dibuat dari data GC minyak bumi untuk mengetahui hubungan reservoir di beberapa lapangan minyak di Saudi Arabia.

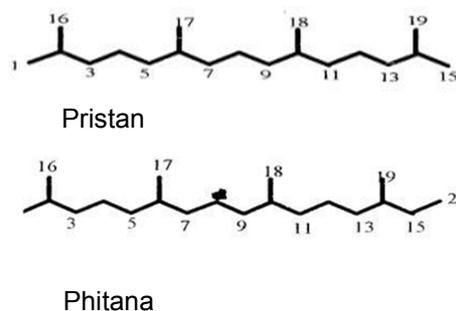
Pada penelitian ini dapat dirumuskan bagaimana karakter sampel yang diambil dari sumur minyak bumi produksi Minas, Duri dan Langgak di Sumatera Tengah berdasarkan profil kandungan *biomarker* fraksi saturat dengan menggunakan parameter geokimia minyak bumi dari masing-masing *fingerprint* sampel dianalisis dengan alat Kromatografi Gas (GC) yang dilanjutkan dengan metode Diagram Bintang.

Tujuan penelitian ini adalah menentukan asal lingkungan pengendapan batuan sumber dari sampel teranalisis, dengan mengidentifikasi senyawa-senyawa *biomarker* minyak bumi dari masing-masing sampel teranalisis meng-

gunakan parameter geokimia molekular, dan untuk menunjukkan korelasi minyak bumi antar sumur minyak produksi lapangan minyak Minas, Duri dan Langgak di Sumatera Tengah

Berdasarkan gravitasi API atau berat jenis, minyak mentah dibagi kedalam lima jenis minyak mentah yaitu: minyak mentah ringan (API >39), minyak mentah ringan sedang (API 39–35), minyak mentah berat sedang (API 35), minyak mentah berat (35–24,8) dan minyak mentah sangat berat (<24,8) Sumber: Kontawa, 1995

*Biomarker* pristana/phitana digunakan sebagai parameter lingkungan pengendapan material organik dari batuan sumber yang dapat menunjukkan korelasi minyak bumi antar sumur produksi (Peters dan Moldowan, 1993).



Gambar 2. Struktur *biomarker* pristana dan phitana

Klasifikasi dan pengelompokan minyak bumi berdasarkan hubungan genetiknya bisa ditentukan dan diidentifikasi dengan menggunakan sidikjari *oil Chromatography* dengan mengetahuinya dari kromatogram yang dihasilkan. Prinsip dasar dari klasifikasi dan korelasi minyak bumi adalah atas dasar komposisi kimia hidrokarbon dari masing-masing minyak bumi. Kemiripan asal usul minyak bumi dapat dilihat dengan menggunakan diagram bintang dan dendrogram dari senyawa hidrokarbon dan senyawa-senyawa *biomarker* masing-masing sumur. Contohnya rasio dari *biomarker* Pr/Ph yang dapat diidentifikasi dengan menggunakan sidikjari *oil Chromatography*. Keuntungan menggunakan *biomarker* untuk korelasi adalah banyaknya senyawa yang spesifik yang dapat digunakan untuk korelasi (Hunt, 1979).

Korelasi positif membuktikan sampel-sampel tersebut mempunyai keterkaitan satu sama lain, sedangkan korelasi negatif menunjukkan bahwa sampel-sampel minyak bumi tidak mempunyai keterkaitan satu sama lainnya (Tamboesai, 2002).

## BAHAN DAN METODA

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Silika berukuran 100 mesh, dikloro

Metan (DCM), n-heksan, metanol, kapas steril, 3 sampel minyak bumi masing-masing dari sumur produksi Minas, Langgak, dan Duri.

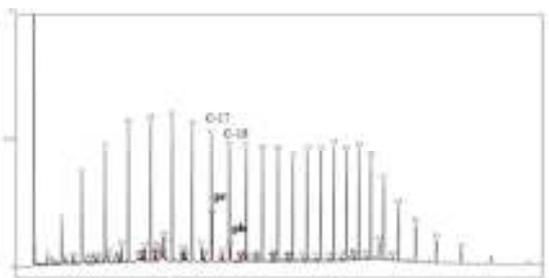
Untuk penentuan sidikjari *whole oil* diperlukan analisis hidrokarbon dalam kisaran C<sub>2</sub>-C<sub>45</sub>. Untuk penentuan puncak alkana siklik maupun asiklik, *biomarker* Pr/Ph, dilakukan dengan cara membandingkan waktu retensi dari data yang telah terpublikasikan (Hunt 1996).

Metode atau teknik analisis minyak mentah dengan menggunakan sidik jari Kromatogram, dibandingkan dengan kromatogram yang lain, maka akan didapatkan diagram korelasi yang dapat mencirikan atau pun membedakan antara minyak mentah yang berasal dari satu lapisan dengan lapisan lainnya ataupun dari satu sumur dengan sumur lainnya.

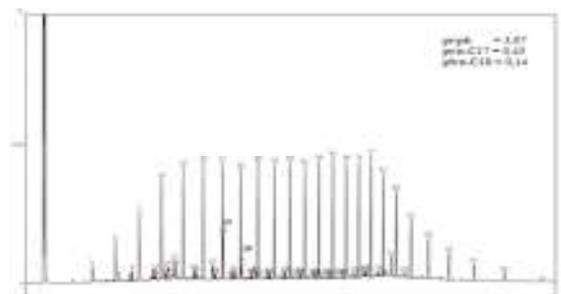
Kromatografi Gas berupa sidikjari dengan analisis setiap puncak dari beberapa senyawa berdasarkan rasio tinggi puncak dari pristana dan phitana yang didapat. Dengan memplotkan Pr/nC-17 pada sumbu Y, dan Ph/nC-18 pada sumbu X (Murray dkk, 2004), dapat menentukan batuan sumber (*source rock*) dari minyak teranalisis.

Pembuatan diagram bintang dilakukan dengan memplotkan masing-masing rasio puncaknya dalam sumbu yang berbeda dan dipilih 10 titik. Titik data satu sama lain diplotkan dari pusat lingkaran konsentris sebelah luar. Titiknya kemudian dihubungkan untuk menciptakan bentuk diagram bintang pada setiap sampel.

### HASIL DAN PEMBAHASAN



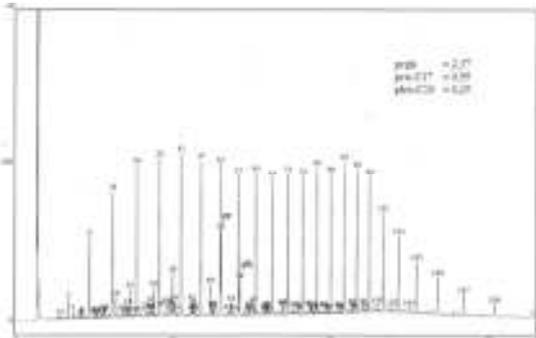
Gambar 3. *Whole oil* kromatogram



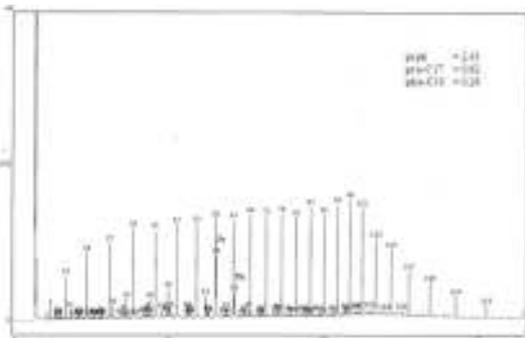
Gambar 4. Fraksi saturat minyak Minas

kromatogram *whole oil* dengan cara meng-ekstraks sampel yang mengandung fraksi saturat, aromatis, dan residu.

Hasil analisis sampel fraksi minyak saturat dengan menggunakan Kromatografi gas (GC) di dapat gambar kromatogram dari sumur produksi Minas, Duri dan Langgak sebagai berikut.



Gambar 5a. kromatogram sampel minyak Langgak



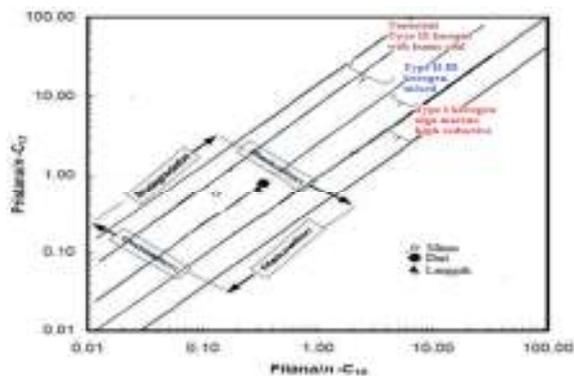
Gambar 5b. kromatogram sampel minyak Duri

*Whole oil chromatogram* ini terdiri fraksi saturat, aromatis, dan residu yang belum terpisah. Sidik jari *whole oils* hidrokarbon berada pada kisaran C<sub>2</sub>-C<sub>45</sub>. Untuk penentuan puncak alkana siklik maupun asiklik, *biomarker* Pr, Ph, dilakukan dengan cara membandingkan waktu retensi dari data yang telah didapat. Fraksi aromatis identik dengan puncak yang rendah sedangkan fraksi saturat identik dengan puncak yang tinggi (Tamboesai, 2002)

Hasil analisis Kromatografi Gas terhadap sampel minyak bumi dari lapangan Minas, Langgak dan Duri diperoleh data Pr/Ph, Pr/n-C<sub>17</sub>, dan Ph/n-C<sub>18</sub> untuk masing-masing sampel teranalisis yang digunakan dalam menentukan lingkungan pengendapan dan batuan sumbernya berdasarkan dari perbandingan rasio tinggi puncak (Tabel 1).

Sumur Minyak	Pr/ph	Pr/n-C17	Ph/n-C18
Minas	3,07	0,43	0,14
Duri	2,43	0,62	0,26
Langgak	2,37	0,55	0,25

Tabel 1. Data geokimia *biomarker*



Gambar 6. Plot  $pr/n-C_{17}$  dan  $ph/n-C_{18}$

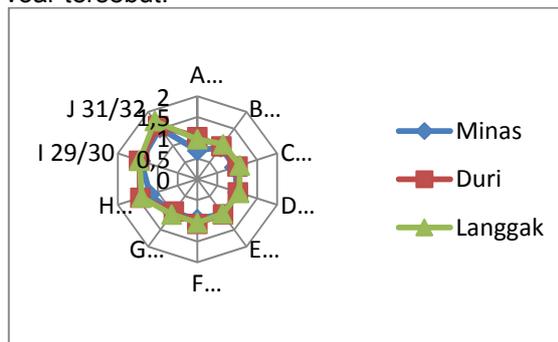
Dari gambar 6 menunjukkan lingkungan pengendapan, yaitu plot antara  $Pr/n-C_{17}$  terhadap  $Ph/n-C_{18}$  mengindikasikan area tipe kerogen untuk tipe I, tipe II dan tipe III. Sampel Minas dengan nilai rasio  $pr/ph$  3,07 menunjukkan bahwa sampel Minas berasal dari batuan sumber kerogen dari organisme *terrestrial* (tumbuhan tingkat tinggi). Sedangkan untuk sampel Langgak dan Duri nilai rasio  $Pr/Ph$  2,37-2,43 menunjukkan asal-usul batuan sumber kerogen berasal dari organisme *lacustrine* (danau). Hal ini menunjukkan, bahwa ketiga sampel bukan berasal dari batuan sumber yang sama.

Rasio  $Pr/n-C_{17}$  dan  $Ph/n-C_{18}$  secara luas digunakan untuk menunjukkan tipe batuan sumber, lingkungan pengendapan dan kematangan material organik (Peters dkk., 1993). Plot  $pr/n-C_{17}$  terhadap  $ph/n-C_{18}$  menunjukkan bahwa sampel minyak Langgak dan Duri mengandung material organik tipe II sampai tipe III (*mixed kerogen*) serta diendapkan pada lingkungan yang reduktif. Sedangkan sampel minyak Minas mengandung material organik tipe III (*humic coal*) diendapkan pada lingkungan yang oksidatif.

Diagram bintang untuk masing-masing sumur minyak dapat dilihat pada gambar 7. Diagram bintang menunjukkan pola yang hampir sama untuk minyak langgak dan Duri kecuali untuk minyak Minas, hal ini menunjukkan minyak berkolerasi positif antara minyak Langgak dan Duri. Sedangkan untuk minyak Minas, menunjukkan minyak berkolerasi negatif.

Fakta ini mengindikasikan bahwa sumur minyak Langgak dan Duri mempunyai organik fasies yang sama (berasal dari batuan sumber dan lingkungan pengendapan yang sama). Sedangkan pada sumur minyak Minas mempunyai lingkungan dan batuan sumber yang berbeda. Akan tetapi kontribusi senyawa kimia pada kromatogram yang dihasilkan pada sumur minyak Langgak dan Duri terdapat adanya perbedaan tinggi puncak yang dihasilkan dari masing-masing sumur. Hal ini ditentu-

kan dari kuantitas material organik dari reservoir tersebut.



Gambar 7. Seleksi rasio puncak kromatogram dengan 10 sumbu.

Tabel 2. Sifat fisik minyak bumi dari Minas, Duri dan Langgak

Sampel minyak	Viskositas (cp)	Berat jenis
Minas	17 - 33,8	0,8320
Duri	358,6 - 604,3	0,9321
Langgak	59,3 - 173,4	0,8790

Sumber: PT. Chevron Pasific Indonesia, 2009

Berdasarkan perbedaan data berat jenis sampel teranalisis, minyak Minas memiliki berat jenis 0,8320 merupakan jenis minyak ringan sedang dari *source organic Material-terrestrial*, minyak Duri memiliki berat jenis 0,9321 merupakan jenis minyak sangat berat, dan minyak Langgak memiliki berat jenis 0,8790 merupakan jenis minyak sangat berat dari *Source Organic Material lacustrine* (Tabel 2). Sehingga dapat disimpulkan ada dua jenis minyak yang berbeda, jenis minyak ringan Minas dan jenis minyak sangat berat Duri dan Langgak.

## KESIMPULAN

1. Dari data berat jenis dan viskositas maka dua tipe proses pengurusan minyak yang diperkirakan sesuai untuk sumur produksi teranalisis, yakni:
  - Proses *Enhanced Oil Recovery* (EOR) dengan metode *steam flat injection* yakni penyuntikan uap panas atau pemanasan setempat, bertujuan mengurangi kekentalan minyak bumi yang tersisa, cara ini hanya tepat untuk sumur minyak berat. Dengan melihat sifat fisik berat jenis dan viskositas, metode ini dapat digunakan untuk minyak Duri dan Langgak.
  - Proses *Enhanced Oil Recovery* (EOR) dengan metode yang berbeda dengan Duri dan Langgak adalah dengan

menggunakan *surfactan yaitu* dengan penyuntikan propana, kemudian air dan gas, hanya cocok untuk minyak kekentalan rendah. Dengan melihat sifat fisik berat jenis dan viskositas, metode ini dapat digunakan untuk minyak Minas.

2. Berdasarkan penelitian geokimia molecular yang telah dilakukan dapat disimpulkan, material organik batuan sumber dari sumur lapangan minyak bumi Duri dan Langgak berasal dari lingkungan *lacustrine* (danau) berdasarkan nilai Pr/Ph antara 2,37–2,43.

Sedangkan materi organik batuan sumber dari sumur lapangan minyak bumi Minas berasal dari lingkungan *terrestrial* berdasarkan nilai Pr/Ph 2,82. Dari diagram bintang yang dihasilkan minyak produksi Duri dan Langgak berkorelasi positif, sedangkan minyak Langgak dan Duri berkorelasi negatif dengan minyak produksi Minas. Kajian korelasi minyak bumi ini dapat membantu dalam proses eksploitasi minyak bumi selanjutnya (EOR).

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous, 2008. Produksi vs Konsumsi Indonesia dengan Negara lain. <http://ibrahim-lubis.wordpress.com/2008/07/10/produksi-vs-konsumsi-indonesia-dengan-negara-lain>. Tanggal Akses 06 juni 2011.
- Hunt, J.M. 1996. *Petroleum geochemistry and Geologi*. W.H. Freeman and Company San Francisco
- Kaufman, R.L., Ahmed, A.S & Elsinger, R.J. 1990. Gas Chromatography as a development and production tool for finger printing oils from individual reservoirs : Applications in the Gulf of Mexico. Di dalam ; Scumacker, D. & Perkins, B.F (ed). *Proceedings of the 9<sup>th</sup> Annual Research Conference of the society of economic Paleontologists and Minelarogists*. New Orleans.
- Kontawa, A. 1995. *Minyak Bumi – Pengklasifikasian dan Evaluasi*, Bahan Ceramah dan Kursus-Kursus, Pusat Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi. “LEMIGAS” Jakarta.
- Murray, G., 2004. Indigenous Pre-Cambrian Petroleum. *AAPG Bull*, 49 (I), 321.
- Peters, K.E. & Moldowan, J.M. 1993. *The Biomarker Guide, Iterpreting moleculer fossils in Petroleum and ancient Sediments*. New jersey : Prentice.
- Purnomo, S., 2008. *Peranan Sumber Daya Alam Berbasis Fosil Bagi Kehidupan Manusia dan Cara Mengatasi Kekurangannya dengan Enhanced Oil recovery*. Tesis Program Pasca Sarjana, Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada.
- Slentz., 1981. “*Geochemistry of reservoir fluids as a unique approach to optimim reservoir mananegement*”. SPE 9582.
- Tamboesai, E.M., 2002. *Korelasi Antar Minyak Bumi Dari Sumur Produksi Sumatera Tengah*. Tesis Program Pasca Sarjana, Bidang Studi Ilmu Kimia, Universitas Indonesia, Depok.

