



Karakteristik Biomarker Batuan Induk Hidrokarbon pada Formasi Jatiluhur di Daerah Karawang, Jawa Barat

Praptisih

Pusat Riset Sumber Daya Geologi, OR KM, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)
Jl. Sangkuriang Bandung, Indonesia

ABSTRAK

Artikel Info:

Naskah Diterima:

05 Agustus 2023

Diterima setelah

perbaikan:

05 September 2023

Disetujui terbit:

04 Oktober 2023

Kata Kunci:

biomarker

GCMS

batulempung

formasi Jatiluhur

Karawang

Studi biomarker dilakukan pada sampel batulempung dari Formasi Jatiluhur di daerah Karawang, Jawa Barat. Tujuan penelitian ini untuk menguji karakteristik biomarker batuan induk hidrokarbon dari sampel batulempung Formasi Jatiluhur. Metode yang dipakai adalah pengambilan contoh permukaan dilapangan dan analisis GCMS di laboratorium. Hasil analisis GCMS menunjukkan Fragmentogram massa m/z 191 memperlihatkan fasies sumbernya berasal dari tanaman darat. Tingkat kematangan berdasarkan hasil perhitungan Tm/Ts ($17\alpha(H)$, $21\beta(H)$), adalah 22, 29, 30, trisnorhopane/ $18\alpha(H)$, $21\beta(H)$, 22, 29, 30, trisnorhopane) adalah 3,23-24,76 menunjukkan biomarker kurang matang. Lingkungan pengendapan asal material organik Formasi Jatiluhur di daerah Karawang berdasarkan plot diagram segitiga Huang dan Meinchen, 1979 menunjukkan pada open marine, estuarine dan terrestrial.

ABSTRACT

The biomarker study was carried out on claystone samples from the Jatiluhur Formation in the Karawang area, West Java. The purpose of this study was to determine the characteristics of the biomarkers of hydrocarbon source rock from claystone samples of the Jatiluhur Formation. The method used is taking surface samples in the field and GCMS analysis in the laboratory. The results of the GCMS analysis showed that the mass Fragmentogram m/z 191 showed that the facies originated from land plants. The maturity level based on the calculation results of Tm/Ts ($17\alpha(H)$, $21\beta(H)$), was 22, 29, 30, trisnorhopane/ $18\alpha(H)$, $21\beta(H)$, is 22, 29, 30, trisnorhopane) is 3,23-24,76 indicating before mature biomarker. Based on Huang and Meinchen, 1979, the depositional environment of the organic material of the Jatiluhur Formation in the Karawang area shows open marine, estuarine and terrestrial.

© LPMGB - 2023

PENDAHULUAN

Hidrokarbon adalah sumberdaya energi yang cukup penting perannya dalam mendukung perekonomian negara Indonesia. Di Indonesia terdapat 60 cekungan sedimen baik yang ada di lepas pantai maupun di darat, 16 diantaranya telah berproduksi (Priyono 2007). Dalam delapan tahun terakhir ini produksi minyak Indonesia menurun

secara konstan, hal ini disebabkan oleh kondisi lapangan minyak di Indonesia sebagian besar telah tua dan rendahnya pemboran eksplorasi. Sebagai pembanding adalah sebagian negara yang tergabung dalam OPEC (Angola, Brasil, Rusia, Azerbaijan, Kazakstan, sudan dan Guinea) telah meningkatkan pemboran eksplorasi dan menemukan cadangan baru yang sebagian besar di laut dalam (Kurtubi 2007). Makin terbatasnya penemuan lapangan minyak di daerah-daerah konvensional seperti yang telah ditemukan selama ini, maka perlu ada

Korespondensi:

E-mail: praptie3103@yahoo.com (Praptisih)

pemikiran eksplorasi minyak kearah cekungan dalam wilayah frontier, pengertian frontier disini terutama dimaksudkan bukan pada aspek geografis tetapi lebih ditekankan pada aspek geologi. Sebagai contoh wilayah frontier dalam pengertian geologi ini adalah cekungan yang disusun oleh endapan yang berkarakteristik endapan laut dalam maupun cekungan hidrokarbon non-Tersier seperti Mesozoik dan juga build up dari terumbu.

Dalam system petroleum, selain reservoir unsur yang juga penting adalah batuan sumber hidrokarbon atau batuan induk. Dalam eksplorasi konvensional ada kecenderungan kegiatan eksplorasi lebih banyak dilakukan untuk menentukan jenis perangkap hidrokarbon, dan sedikit dilakukan studi detail mengenai batuan induk asal hidrokarbon tersebut.

Daerah Karawang terletak di cekungan Jawa Barat Utara merupakan cekungan yang berada pada bagian selatan tepian paparan Sunda. Cekungan terisi oleh endapan Tersier yang berada di wilayah laut dan daratan yang merupakan penghasil hidrokarbon (Praptisih 2013). Batuan induk sebagai batuan sumber hidrokarbon pada cekungan ini berupa serpih yang terbentuk pada Formasi Talangakar pada lingkungan marine dan terdapat pada Formasi Jatibarang berumur Paleogen. Secara regional Formasi Talangakar merupakan bagian dari Formasi Cibulakan bawah yang berumur Akhir Oligosen hingga Miosen Tengah. (Praptisih dkk. 2013).

Permasalahannya yang kemudian muncul adalah selama kurun waktu Akhir Oligosen hingga Miosen Tengah tersebut batuan induk berumur Akhir Oligosen. Mengingat kurun waktu pengendapan Formasi Cibulakan cukup lama, maka diduga bahwa masih terdapat batuan yang mempunyai karakteristik batuan induk yang berada pada Formasi Cibulakan Atas atau yang tersingkap didarat dikenal sebagai Formasi Jatiluhur (Praptisih dkk. 2013). Pada penelitian mempunyai tujuan untuk menguji karakteristik biomarker batuan induk hidrokarbon pada Formasi Jatiluhur di daerah Karawang yang meliputi kematangan dan lingkungan asal material organik dari ekstrak batuan.

Penelitian karakteristik geokimia organik dan potensi batuan induk hidrokarbon sudah diteliti di beberapa lokasi antara lain Praptisih 2013, Khalid Latif et al. 2021, Praptisih & Kamtono 2014, Khaled et al. 2014, Mohamed et al. 2014, Praptisih 2016,

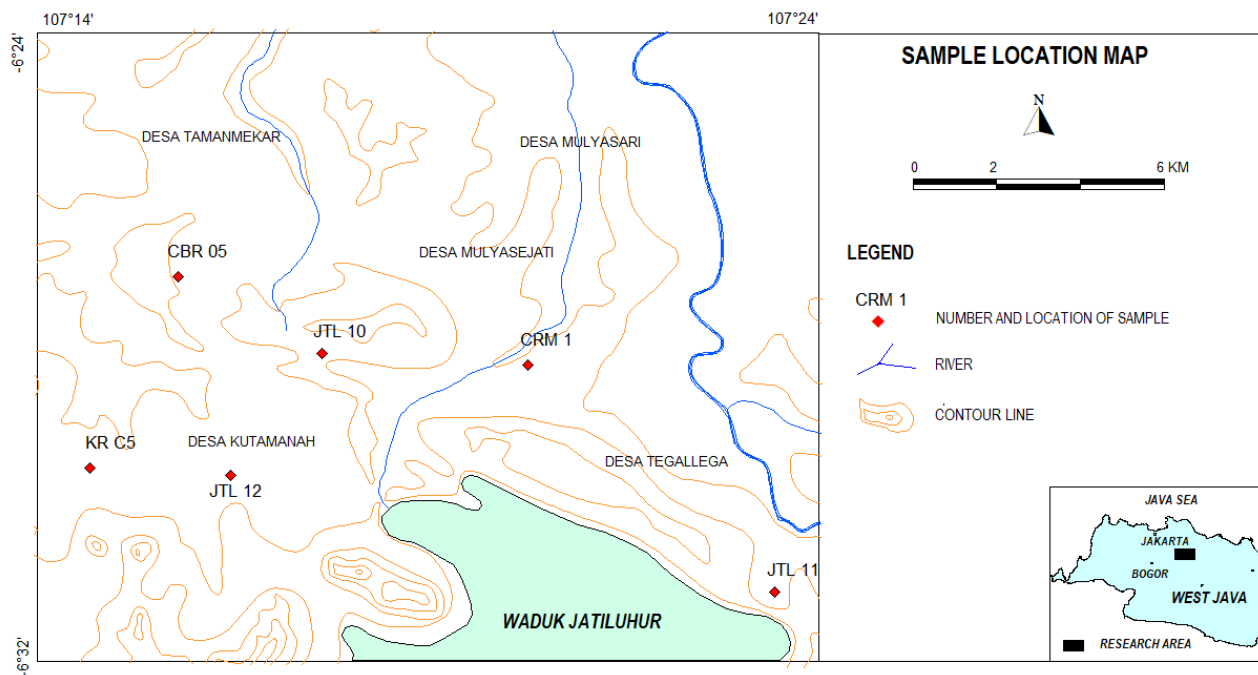
Praptisih & Kamtono 2016, Mosab et al. 2017, Abubakir Duman et al. 2019, Cheao et al. 2017, Praptisih 2018, Praptisih 2021, Enze Wang et al. 2021, Praptisih 2022. Sedangkan untuk karakteristik biomarker batuan induk telah diteliti oleh Sutawidira dkk. 2018, Praptisih 2017, Ibrahim et al. 2013, Okeke et al. 2014, Mohialden et al. 2015, Mohamed et al. 2014.

BAHAN DAN METODE

Diawali dengan penelusuran pustaka yang berkaitan dengan cekungan-cekungan sedimen yang telah terbukti mengandung hidrokarbon. Kegiatan lapangan dilakukan pengamatan sifat dan karakteristik batuan sedimen berbutir halus yang diduga mengandung bahan organik pada Formasi Jatiluhur di daerah Karawang. Formasi Jatiluhur tersingkap di daerah Karawang disusun oleh batulempung gampingan, berwarna kelabu tua, getas, menyerpih, setempat karbonan, glaukonit, mengandung nodul batulempung berwarna coklat. Umur Formasi Jatiluhur adalah Miosen Tengah (zone N9-N13) dengan lingkungan pengendapan Sub litoral-batial (Achdan dkk. 1992).

Pengambilan contoh dilapangan dilakukan pada singkapan batulempung permukaan yang masih segar di lokasi terpilih sebanyak 6 sampel pada Formasi Jatiluhur di daerah Karawang (Gambar 1). Penelitian laboratorium yang dilakukan adalah biomarker Kromatografi Gas-Spektometri Massa (GC-MS) sebanyak 5 conto batuan yang di lakukan pada BSI Lab Tangerang. Peralatan GC-MS yang digunakan adalah Perkin Elmer GC Clarus 600 yang dilengkapi dengan detector spektrometri massa Clarus SQ 8C dan kolom DB-5MS.

Hasil analisis dilaboratorium diolah untuk mengetahui karakteristik biomarker meliputi tingkat kematangan dan lingkungan pengendapan asal material dari ekstrak batuan pada Formasi Jatiluhur di daerah Karawang, Jawa Barat. Pengolahan dan interpretasi hasil analisis laboratorium dengan menggunakan model diagram dan data dari peneliti terdahulu.



Gambar 1
Peta lokasi pengambilan sampel pada formasi Jatiluhur di daerah Karawang

HASIL DAN DISKUSI

Analisis GCMS (Kromatografi Gas-Spektrometri Massa) dilakukan pada enam sampel ekstrak batuan pada Formasi Jatiluhur yaitu CRB 5A, CRM 01, KR 5C, JTL 10, JTL 11 dan JTL 12.

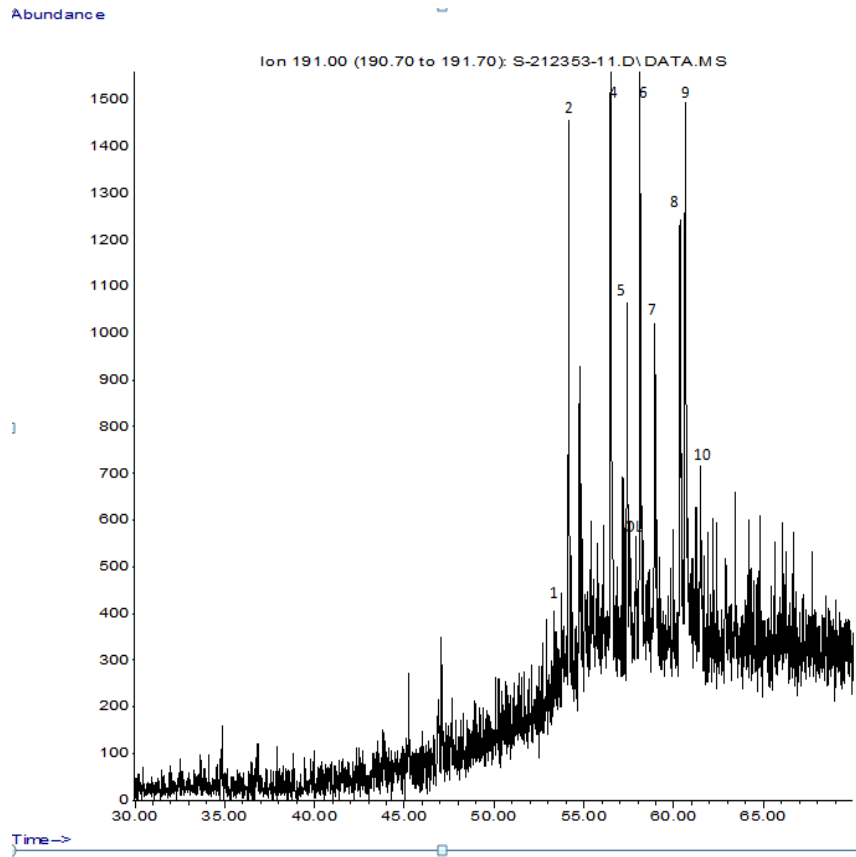
Fragmentogram Massa dari Biomarker Hopana (m/z 191)

Fragmentogram massa m/z 191 menunjukkan hadirnya 18(H)-Oleanana (OL) ekstrak batuan pada Formasi Jatiluhur (Gambar 2A, B, C dan D) senyawa ini diperkirakan adalah tanaman darat, terutama tumbuh-tumbuhan berbunga atau angiosperma yang mulai berevolusi sejak zaman Kapur. Oleanana sering ditemukan pada sampel yang berasal dari sedimen deltaik berumur Kapur atau lebih muda (Tersier, Peters & Moldowan 1993, Praptisih 2018).

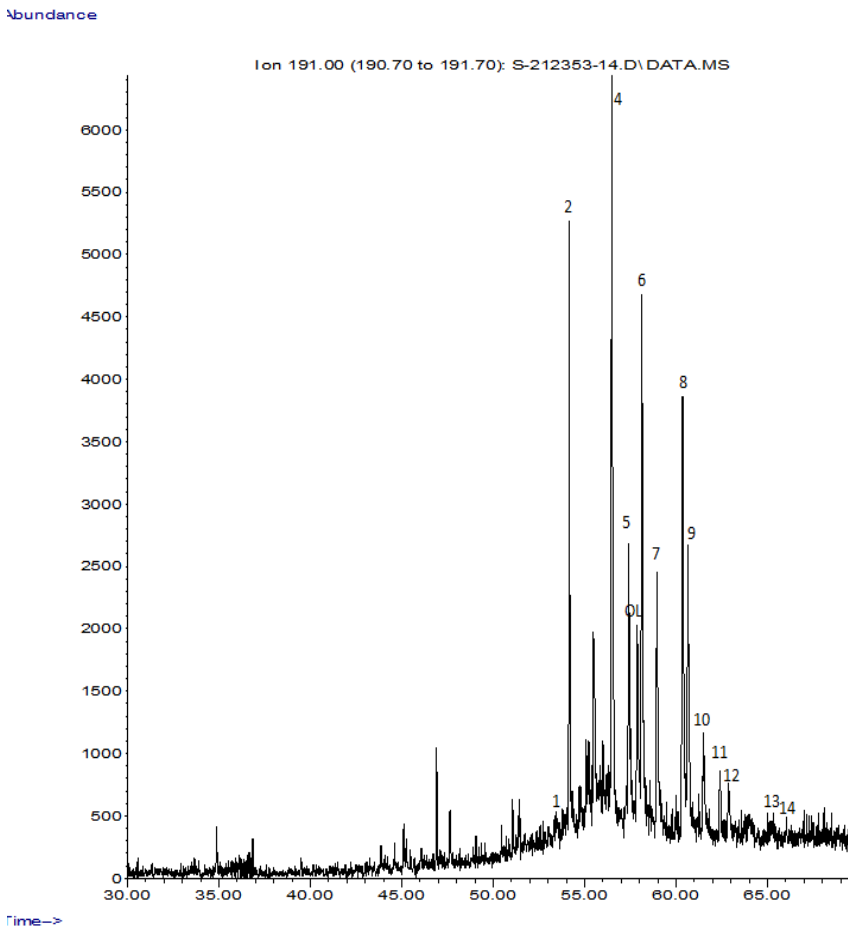
Tingkat kematangan Formasi Jatiluhur di daerah Karawang dari hasil perhitungan Tm/Ts ($17\alpha(H)$, $21\beta(H)$ -22,29,30, trisnorhopana/ $18\alpha(H)$, $21\beta(H)$ -22,29,30, trisnorhopana) adalah 3,23-24,76 menunjukkan kurangmatangan. Hal ini didukung oleh rasio $22S/22R$ pada C_{31} dan C_{32} pada sampel KR 5A diperoleh harga 0,92 dan 1,14, proporsi $22S < 22R$ menunjukkan biomarker kurang matang (Tabel 1). Selain itu juga dilakukan analisis tingkat

kematangan berdasarkan perbandingan rasio Tm/Ts vs C_{30} moratane/hopane (Gambar 3). Berdasarkan analisis tersebut menunjukkan tingkat kematangan Formasi Jatiluhur di daerah Karawang berada pada fase *immature* dengan nilai C_{30} Moretana/Hopana sebesar 3,23-24,76 dan nilai Tm/Ts sebesar 0,17-0,58.

(A) CBR 5

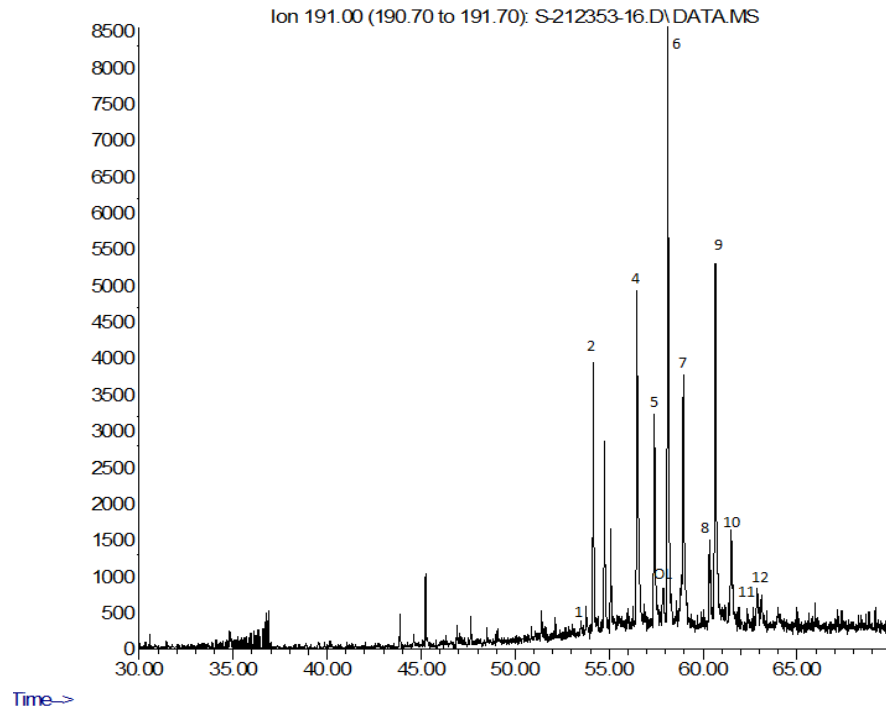


(B) JTI 10

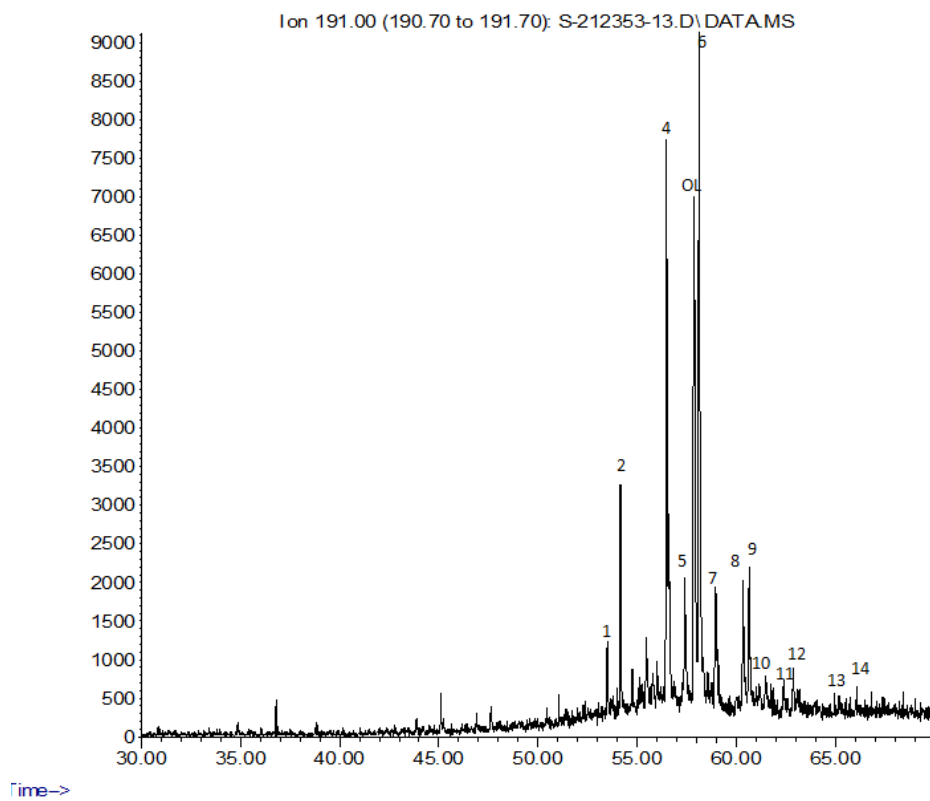


Karakteristik Biomarker Batuan Induk Hidrokarbon pada Formasi Jatiluhur di Daerah Karawang, Jawa Barat (Praptisih)

(C) JTL 12 Abundance



(D) KR 5 Abundance



Gambar 2

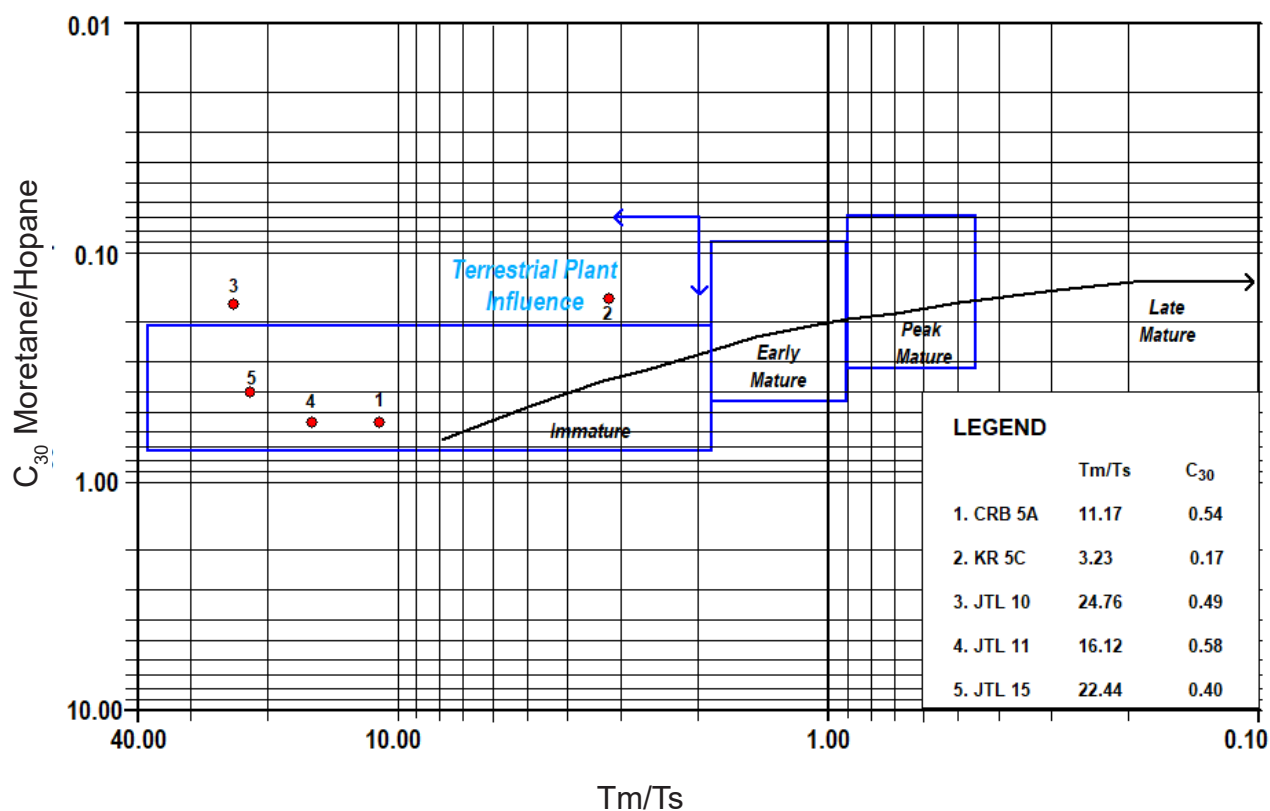
Fragmentogram massa dari biomarker hopana (m/z 191) pada Formasi Jatiluhur di daerah Karawang. Ol pada sampel A. CBR 5A, B. JTL 10, C. JTL 12 dan D. KR5 menunjukkan hadirnya $18\alpha(H)$ -Oleanana.

Tabel 1
Data triterpana (m/z 191) formasi Jatiluhur di daerah Karawang

| Well/Sample ID (feet/metres) | T _m T _s | Total % C ₁₉ -C ₃₁ Triterpanes | Total % Hopanes | % C ₃₀ Resins + OL | C ₂₉ αβ Hopane C ₃₀ αβ Hopane | C ₂₉ Moretane C ₂₉ Hopane | C ₃₀ Moretane C ₃₀ Hopane | C ₃₀ Hopane C ₂₉ +C ₃₀ Moretanes | 22S/22R C ₃₁ C ₃₂ | C ₃₀ αβHop OL | GMx100 C ₃₀ αβHop | |
|---------------------------------|----------------------------------|---|--------------------|----------------------------------|--|--|--|--|--|-----------------------------|---------------------------------|------|
| | | | | | | | | | | | | a, b |
| CRB-5A | 11.17 | 0.00 | 97.36 | 2.64 | 1.02 | 0.60 | 0.54 | 0.87 | 0.80 | - | 6.04 | 0.00 |
| GRM-01 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| KR-5C | 3.23 | 0.00 | 80.31 | 19.69 | 0.84 | 0.20 | 0.17 | 2.95 | 0.92 | 1.14 | 1.32 | 0.00 |
| JTL-10 | 24.76 | 0.00 | 94.90 | 5.10 | 1.45 | 0.37 | 0.49 | 0.98 | 1.58 | 1.43 | 2.86 | 0.00 |
| JTL-11 | 16.12 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.63 | 0.82 | 0.58 | 0.92 | 0.11 | - | - | 0.00 |
| JTL-12 | 22.44 | 0.00 | 98.91 | 1.09 | 0.55 | 0.62 | 0.40 | 1.34 | 0.22 | - | 25.05 | 0.00 |

a = Source; b = Maturity; c = Migration

Triterpane Maturity Parameter (Tm/Ts vs C₃₀ Moretane/Hopane)



Gambar 3

Tingkat kematangan berdasarkan perbandingan rasio Tm/Ts vs C₃₀ moratane/hopane Formasi Jatiluhur di daerah Karawang.

Fragmentogram Massa dari Biomarker Sterana (m/z 217)

Fragmentogram massa dari biomarker sterana (m/z 217) Formasi Jatiluhur di daerah Karawang (Gambar 4 A, B dan C) menunjukkan sterana diperkirakan berasal dari sterol yang ditemukan di dalam tanaman darat dan alga. C₂₉ sterana pada sampel KR5C, JTL10, JTL11 dan JTL12 (37.25-65.60%) yang mempunyai proporsi lebih besar dari C₂₇ sterana (14,80-36,34%) merupakan bukti bahwa material organiknya berasal dari tanaman darat, sedangkan untuk sampel CRB 5A mempunyai nilai C₂₇ sterana (23,56) lebih besar dari C₂₉ sterana (11,49) diperkirakan organik materialnya berasal dari alga (Tabel 2).

Fasies organik Formasi Jatiluhur di daerah Karawang termasuk Fasies C, CD dan D (Jones, 1987) dengan nilai HI sebesar 33-143 mg HC/TOC (Praptisih dkk, 2013). Fasies C disusun oleh material organik kayu dan material organik darat. Fasies

CD merupakan material organik terdaur ulang yang telah tererosi sekali atau lebih dari sedimen teroksidasi kuat dan sering kali merupakan material organik terestrial yang terbawa melalui lingkungan oksidasi. Fasies D mengandung material organik yang teroksidasi kuat, material organik kuat, material terdaur ulang dan material pasca matang thermal. Biasanya konsentrasinya kecil dan tidak memiliki kapasitas membentuk hidrokarbon.

Potensi Formasi Jatiluhur menunjukkan material organik kategori rendah hingga menengah dengan kerogen termasuk tipe II dan III. Kualitas batuan sumber berdasarkan nilai HI termasuk kategori *gas prone* (Praptisih dkk, 2013). Material organik yang terbentuk pada kerogen tipe II terdiri dari campuran material alga planktonik yang masuk kedalam sedimen yang mengandung maserial kayu yang tertransportasi. Tipe kerogen III mengandung cukup hydrogen untuk membentuk gas, tetapi

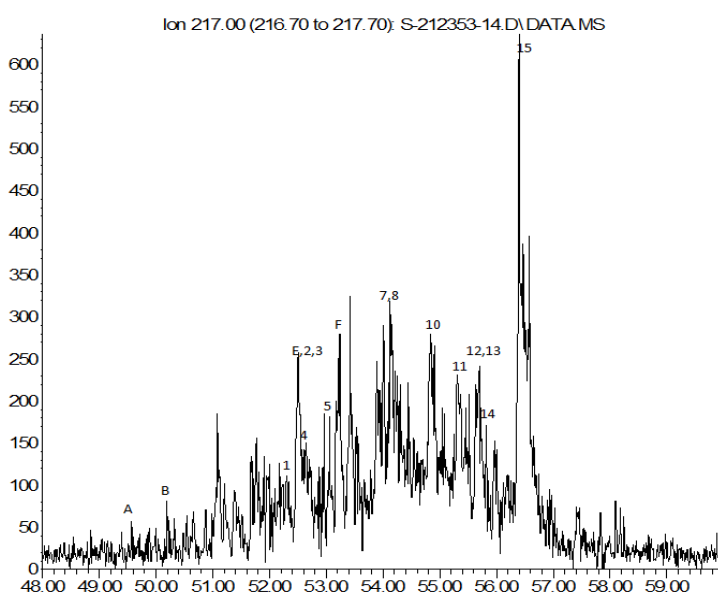
tidak cukup untuk membentuk minyak bumi. Terbentuk dari campuran atau proses degradasi berbagai maseral. Sedimen terbentuk di lembah dengan pasokan rendah sebagai endapan estuarine atau teluk (coastal & Jacobson 1991).

Umur Formasi Jatiluhur di daerah Karawang adalah Miosen Tengah (zona N9-N13) dengan lingkungan pengendapan sub *litoral luar - bathial* (Achdan 1992). Lingkungan pengendapan asal

material organik pada Formasi Cibulakan Atas di daerah Cirebon menunjukkan *open marine* (Praptisih 2022). Lingkungan pengendapan hasil pengaplotan diagram segitiga sterana C 27, C28 dan C29 (Huang & Meinchen 1979) (gambar 5) menunjukkan bahwa material asal batuan induk Formasi Jatiluhur dari daerah Karawang diendapkan pada lingkungan *open marine, estuarine* dan *terrestrial*.

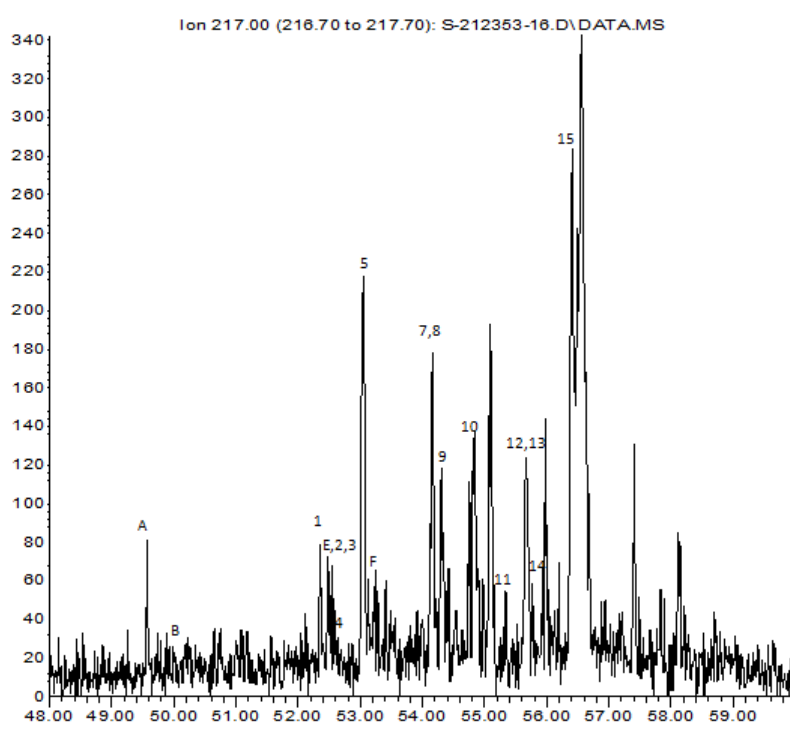
(A) JTL 10

Abundance

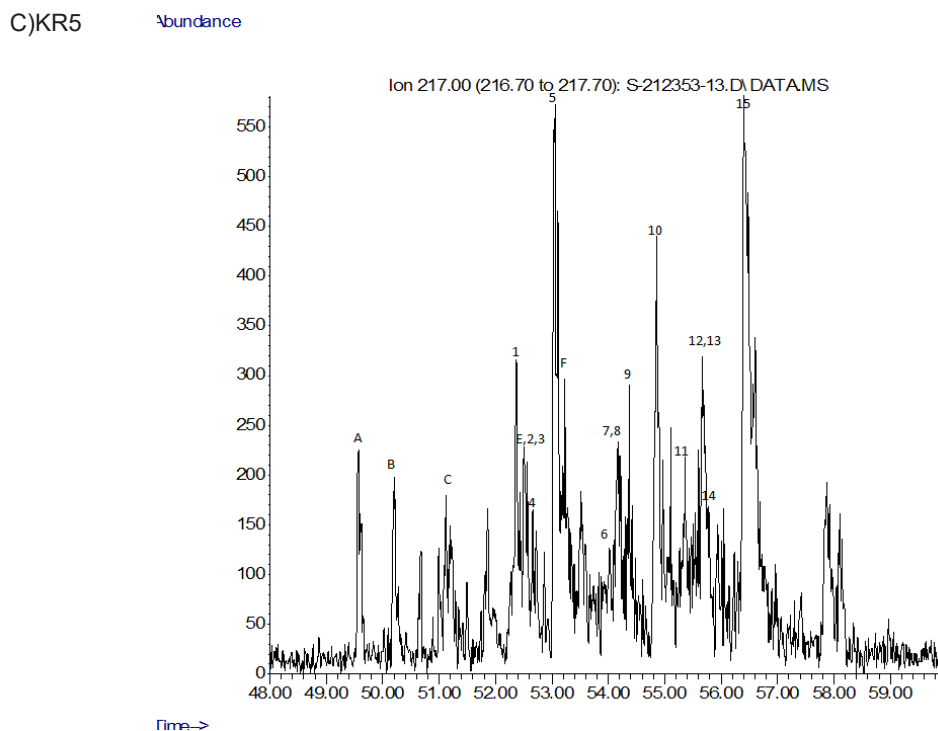


(B) JTL 12

Time-->
Abundance



Karakteristik Biomarker Batuan Induk Hidrokarbon pada Formasi Jatiluhur di Daerah Karawang, Jawa Barat (Praptisih)



Gambar 4

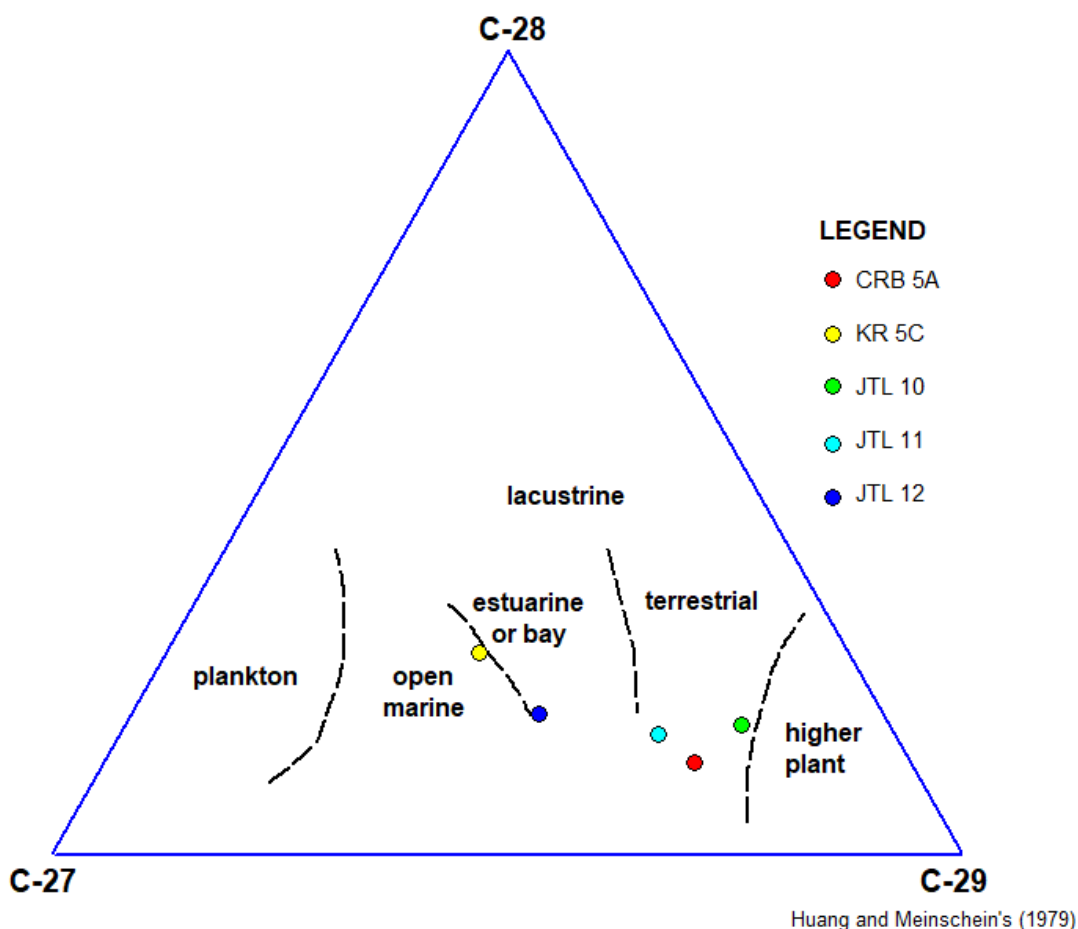
Fragmentogram massa dari biomarker sterana (m/z 217) pada formasi Jatiluhur di daerah Karawang pada sampel JTL 12 (A) dan JTL 10 (B) dan KR 5(C)

Tabel 2
Data sterana (m/z217) formasi Jatiluhur di daerah Karawang

| Well/Sample ID (feet/metres) | $\frac{\text{Total Hopane}}{\text{Total Sterane}}$ | $\frac{C_{30}\beta\text{Hop}}{\text{Total Des } C_{29}}$ | % $\alpha\alpha\alpha$ 20R Steranes | | | $\frac{C_{27}\alpha\alpha\alpha 20R}{C_{29}\alpha\alpha\alpha 20R}$ | $\frac{\text{Total } C_{30} \text{ 4M}}{\text{Total Des } C_{29}}$ | $\frac{\text{Total } C_{30} \text{ 4M} + \text{Des } C_{30}}{\text{Total Des } C_{29}}$ | $\frac{C_{29}\alpha\alpha\alpha 20S}{C_{29}\alpha\alpha\alpha 20R}$ | $\frac{C_{29}\beta\beta\beta 20R + 20S}{C_{29}\alpha\alpha\alpha 20S + 20R}$ | $\frac{C_{27}\beta\alpha\alpha \text{Dia} 20S}{C_{27}\beta\alpha\alpha \text{Dia} 20R}$ | $\frac{C_{28}-C_{30} \text{ 4M Ster}}{C_{27}-C_{29} \text{ Des}}$ | $\frac{\text{Total } C_{27}-C_{29} \text{ Dia}}{\text{Total } C_{27}-C_{29} \text{ Des}}$ |
|---------------------------------|--|--|-------------------------------------|-----------------|-----------------|---|--|---|---|--|---|---|---|
| | | | C ₂₇ | C ₂₈ | C ₂₉ | | | | | | | | |
| Type of Parameter | a | a | a | a | a | a | a | a | b | b | b | a | a,c |
| CRB-5A | 30.68 | 10.68 | 23.56 | 11.49 | 64.94 | 0.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | - | 0.00 | 0.00 |
| CRM-01 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| KR-5C | 7.13 | 8.77 | 36.34 | 26.41 | 37.25 | 0.98 | 0.00 | 0.00 | 0.25 | 0.49 | 1.17 | 0.00 | 0.29 |
| JTL-10 | 11.27 | 4.66 | 14.80 | 19.61 | 65.60 | 0.23 | 0.00 | 0.00 | 0.23 | 0.34 | 0.62 | 0.00 | 0.28 |
| JTL-11 | 13.97 | 3.76 | 22.10 | 18.08 | 59.82 | 0.37 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.53 | - | 0.00 | 0.00 |
| JTL-12 | 22.48 | 19.14 | 35.84 | 19.53 | 44.62 | 0.80 | 0.00 | 0.00 | 0.16 | 0.47 | 3.88 | 0.00 | 0.15 |

a = Source; b = Maturity; c = Migration

Sterena composition and source rock deposition environment



Gambar 5
Diagram segitiga sterana C27, C28 dan C29 di daerah Cirebon
(Sumber: Huang and Meinschein's 1979).

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil analisis GCMS menunjukkan Fragmentogram massa m/z 191 memperlihatkan fasies sumbernya berasal dari tanaman darat. Tingkat kematangan batuan induk hidrokarbon Formasi Jatiluhur di daerah Karawang dari hasil perhitungan T_m/T_s dan rasio $22S/22R$ C_{31} dan C_{32} menunjukkan biomarker kurang matang. Fragmentogram massa dari biomarker sterana (m/z 217) menunjukkan sterana diperkirakan berasal dari sterol yang ditemukan di dalam tanaman darat dan alga. Lingkungan pengendapan asal material organik Formasi Jatiluhur di daerah Karawang berdasarkan plot diagram segitiga (Huang & Meinchen 1979) diendapkan pada lingkungan *open marine*, *estuarine* dan *terrestrial*.

UCAPAN TERIMAKASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada Kepala Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI yang telah memberikan kesempatan pada penulis untuk menerbitkan tulisan ini. Terimakasih juga pada pimpinan proyek SDMAT Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI Tahun Anggaran 2012 atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk melakukan penelitian. Kepada rekan-rekan peneliti penulis ucapkan terimakasih atas diskusinya.

DAFTAR ISTILAH/SINGKATAN

| Simbol | Definisi | Unit |
|--------|--|------|
| BRIN | Badan Riset dan Inovasi Nasional | |
| ORKM | Organisasi Kebumihan dan Maritim | |
| GCMS | Gas Chromatography and Mass Spectrometry | |
| OL | Oleanana | |

KEPUSTAKAAN

- Abubekir Duman and Ayse Bozcu**, (2019). Source rock potential of the Sayindere formation in Sambayat oil field, SE Turkey, *Petroleum Science and Technology*, 37:2, 171-180. <https://doi.org/10.1980//10916466.2018.1533856>.
- Achdan, A. dan Sudana, D.**, (1992). Peta Geologi Lembar Karawang. Skala 1:100.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Enze Wang, Yue feng, Guoyong Liu, Senran Chen, Zhuoya Wuang and Chnrong Li**, (2021). Hydrocarbon source potential evaluation insight into source rock-A case study of the first member of the Paleogene Shahejie Formation, Nanpu Sag, NE China. *Energy Reports* 7 (2021) 32-42. <https://doi.org/10.1016/j.eryr.2020.11.099>
- Ibrahim M. J. Moihadeen, Mohammed Hail Hakimi and Fawzi M. Al-Beyati**, 2-13, Biomarker characteristics of certain crude oils and the oil-source rock correlation crude oils and the oil-source correlation for the Kurdistan oilfields, Northern Iraq. *Arab J Geosci*. DOI 10.1007/s12517-01301228-3. Published online 11 December 2013.
- Jacobson, S.R.**, (1991). Petroleum Source Rocks and Organic Facies, In : *Source and migration processes and evaluation techniques*, Merrill, R.K., AAPG, Oklahoma. P.3-11.
- Jones, R.W.**, (1987). Organic Facies. In : Brooks J. and Welte, D. H. (eds), *Advances in Petroleum Geochemistry*, 2, Academic Press, London, 1-90.
- Khalid Latif, Mohammad Hanif, Syed Anjum Shah, Irfan U. Jan, Muhammad Younis Khan, Hamid Iqbal, Abdullah Khan, Syed Mamon Siyar dan Mohibullah**, (2021). Source rock potential assessment of the Paleogene coal and coaly shale in the Attock-Cherat Range of Pakistan. *Journal of Petroleum Exploration and Production Technology* (2021) 11:2299-2313. <https://doi.org/10.1007/s13202-021-01172-8>
- Khaled K, Darwish M, Abu Khadra A., and Burki M**, (2014). Geochemical evaluation of Campanian Sirte Shale source rock, Arshad Area, Sirt Basin, Libya. *IOSR Journal of Applied Geology and Geophysics (IOSR-JAGG)*, vol.2, Issue 3(May-Jun 2014), PP 84-101.
- Latif, K., Hanif, M., Shah, S. A., Jan, I. U., Khan, M. Y., Iqbal, H., Khan, A., Siyar, S.M., Mohibullah, M.**, (2021). Source rock potential assessment of the Paleocene coal and coaly shale in the Attock-Cherat Range of Pakistan. *J. Pet. Explor. Prod. Technol.*, 11(6), 2299-2013.
- Mosab Mohammedor, Hukmu Orhan**, (2017). Organic geochemical characteristics and source rock potential of upper Pliocene shales in the Akcalar Lignite Basin, Turkey. *Oil shale*, 2017, vol34, No. 4, pp. 295-311. doi: <https://doi.org/10.3176/oil.217.4.01>
- Mohamed Abu Al-Atta, Ghalib Ibrahim Issa, Mohammed A. Ahmed and Mohamed Mustafa Afife**, (2014). Source rock evaluation and organic geochemistry of Belayim marine Oil Field, Gulf of Suez, Egypt. *Egyptian journal of Petroleum* (2014) 23, 285-302. <http://dx.doi.org/j.ejpe.2014.08.005>
- OkekeHC, Orjaka IP, Antony Okoro and Onuigbo EN**, Biomarker evaluation of the oil generative potential of organic matter, in the upper Maastrichtian strata, Anambra Basin, southeastern Nigeria. *E3 Journal of Scientific Research*. 2(1). Pp.016-025, January 2014.
- Panggabean H.**, (2011). Suatu konsep "Road Map" eksplorasi huluminyak dan gas bumi (Migas). *Pemaparan Workshop, Road Map Eksplorasi*

Migas. Jakarta : Kementrian ESDM.

- Peters, K.E. and Moldowan, J.M.**, (1993). *The Biomarker Guide. Interpreting molecular fossils in petroleum and ancient sediments*. Prentice Hall, New Jersey, 363.
- Praptisih, Kamtono dan Prahara Iqbal**, (2013). Potensi dan karakteristik batuan sumber hidrokarbon dari conto permukaan di daerah Karawang, Jawa Barat. *Ris.Geo.Tam* Vol. 23, No.2, Desember 2013 (115-125) DOI :10.14203/riset-geotam2013.v23.74.
- Praptisih dan Kamtono**, (2014). Karakteristik Batuan Induk Hidrokarbon Formasi Cibulakan Di Daerah Palimanan, Cirebon, Jawa Barat. *Buletin Sumberdaya Geologi dan Mineral*, Vol.9 No.1, 27-40.
- Praptisih**, (2016). Karakteristik Batuan Induk Hidrokarbon dan hubungannya dengan rembesan minyak di lapangan Cipluk, Kabupaten Kendal, Provinsi Jawa Tengah. *Buletin Sumberdaya Geologi dan Mineral*, Volume 11 No. 2, Agustus 2016, halaman 133-143.
- Praptisih dan Kamtono**, (2016). Potensi batuan induk hidrokarbon pada Formasi Cinambo di daerah Majalengka, Jawa Barat. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*. Volume 17 Nomor 1, Februari 2016. Pusat Survei Geologi, Badan Geologi, halaman 1-11.
- Praptisih**, (2017). Biomarker characteristics of source rock and oil seepage correlation in Central Java. *Global Colloquium on Geosciences and Engineering 2017*. Bandung Indonesia 18-19 October 2017. IOP Confence Series. Earth and Environmental Science. Vol 118. Page 60-67.
- Praptisih**, (2018), *Karakteristik batuan induk hidrokarbon di Cekungan Bogor, Jawa Barat*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Pusat Penelitian Geoteknologi, LIPI Press, 2018, xvi dan 97 hal.
- Praptisih, Yoga A. Sendjaja, Vijaya Isnani-awardhani, dan Anggoro T. Mursito**, (2021), Karakteristik dan Potensi Batuan Sumber Hidrokarbon dari Conto Permukaan di Daerah Pematang, Jawa Tengah. *Lembaran Publikasi Minyak dan Gas Bumi*, Vol. 55 No. 1, April 2021: 1 – 11.
- Praptisih**, (2022), Karakteristik geokimia organik pada Formasi Cibulakan di daerah Cirebon, Jawa Barat. *Lembaran Publikasi Minyak dan Gas Bumi*, Vol. 56 No. 2, Agustus 2022: 123 – 135.
- Priyono, R.**, (2007). *Industri Migas Nasional, Kumpulan makalah Seminar Geologi, Industri migas saat ini, masa depan dan Aula Barat ITB, Bandung*
- Satyana, A. H & Armandita C.**, (2004). Deepwater plays of Java, Indonesia: regional evaluation on opportunities and risks. *Proc. Deepwater and Frontier Exploration in Asia , Australasia Symposium, Indonesia Petroleum Association*, pp 293-320.
- Yara Sutadiwiria, Ahmad Helman Hamdani, Yoga Adriana Sendjaya, Iyan Haryanto dan Yeftamikha**, (2018). *Indonesian Journal on Geoscience*, volume 5 Number 3, December 2018, page 211-220.
- W.Y. Huang, W.G.. Meinschein**, (1979), Sterols as ecological indicators, *Journal Geochemica at Cosmochemica Acta* 43. Pergamon Press.739-745.