

**GEOKIMIA BATUAN INDUK HIDROKARBON FORMASI CINAMBO
DI DAERAH SUMEDANG, JAWA BARAT****GEOCHEMISTRY OF HYDROCARBON SOURCE ROCK OF THE CINAMBO FORMATION
IN THE SUMEDANG AREA, WEST JAVA****Praptisih**Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI, Bandung
praptie3103@yahoo.com**ABSTRAK**

Penelitian geokimia batulempung telah dilakukan pada Formasi Cinambo di wilayah Kabupaten Sumedang, dengan tujuan untuk mengetahui karakter batuan induk dan *biomarker* ekstrak batuan serta hubungannya dengan rembesan minyak di daerah Majalengka. Metode yang dilakukan adalah penelitian lapangan dan analisis laboratorium yang meliputi analisis *Total Organic Carbon* (TOC), pirolisis *Rock Eval* dan *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GCMS). Penelitian lapangan meliputi pengamatan litostratigrafi Formasi Cinambo pada Sungai Cinambo dan Cisaar serta pengambilan percontoh untuk analisis laboratorium. Hasil analisis dari 16 percontoh batulempung Formasi Cinambo menunjukkan nilai TOC 0,32-1,47% yang berpotensi rendah hingga baik untuk membentuk hidrokarbon. Material organik di daerah penelitian termasuk dalam kerogen tipe III, berdasarkan diagram TOC vs *Hydrogen Index* (HI). Tingkat kematangan 4 percontoh mengindikasikan kondisi belum matang (*immature*), 6 percontoh termasuk matang dan 6 percontoh lainnya tidak terdeteksi. Berdasarkan nilai HI, yaitu 2-90, dapat menghasilkan gas dengan kuantitas kecil. Hasil *biomarker* ekstrak batuan Formasi Cinambo menunjukkan tidak ada korelasi positif dengan rembesan minyak di daerah Majalengka.

Kata kunci: geokimia, batuan induk, hidrokarbon, biomarker, Formasi Cinambo

ABSTRACT

Research on geochemical characteristics of the Cinambo Formation claystone was carried out in the Sumedang area. The purpose of this research is to understand the character of hydrocarbon source rock and biomarker of rock extract samples in association with oil seepage in the Majalengka area. Methods are field and laboratory research, including Total Organic Carbon (TOC) analysis, Rock Eval Pyrolysis and Gas Chromatography Mass Spectrometry (GCMS). The field research includes lithostratigraphy of the Cinambo Formation in the Cinambo and Cisaar Rivers, collecting rock samples for laboratory analyses purposes. The results of 16 samples of claystone from the Cinambo Formation show TOC value about 0.32-1.47%, which has a low potential to well form hydrocarbons. Organic materials in the studied area include type III kerogen based on TOC vs Hydrogen Index (HI) diagrams. The maturity level of 4 samples is immature, 6 samples are mature and 6 more are undetected. Based on HI value that is 2-90, this can produce gas with small quantity. The results of biomarker of rock extract of the Cinambo Formation indicate no positive correlation with oil seepage in the Majalengka area.

Keywords: geochemistry, source rock, hydrocarbon, biomarker, Cinambo Formation

PENDAHULUAN

Dijumpainya rembesan minyak bumi di daerah Sukamurni, wilayah Kabupaten Majalengka mengindikasikan bahwa terdapat batuan induk yang dapat menggenerasi minyak bumi. Rembesan minyak tersebut muncul pada endapan vulkanik muda. Permasalahannya adalah batuan induk mana yang menjadi asal rembesan minyak tersebut. Secara stratigrafi kedudukan batuan induk berada di bawah batuan vulkanik muda (Praptisih, 2016). Berdasarkan dugaan sementara, batuan induk tersebut adalah batuan yang termasuk dalam Formasi Cinambo yang secara stratigrafi kedudukannya lebih tua dari batuan vulkanik. Formasi Cinambo di daerah Sumedang tersingkap baik dan merupakan lokasi tipe dari Formasi Cinambo yang berjarak sekitar 5 km dengan rembesan minyak di Majalengka. Untuk itu dilakukan penelitian yang bertujuan mengetahui karakter geokimia batuan induk dan *biomarker* ekstrak batuan di daerah Sumedang serta hubungannya dengan rembesan minyak bumi di daerah Majalengka. Penelitian karakteristik geokimia batulempung dilakukan pada Formasi Cinambo di lintasan Sungai Cinambo dan Sungai Cisaar di daerah Sumedang. Penelitian geokimia rembesan minyak bumi telah dilakukan oleh para peneliti terdahulu diantaranya Hidayat dan Fatimah, 2007; Subroto dkk, 2007; Pramono, W. dan Amijaya, H., 2008; Praptisih, 2016; Praptisih dan Kamtono, 2016; Panggabean & Heryanto, 2009.

METODOLOGI

Penelitian ini dimulai dengan penelusuran pustaka yang berkaitan dengan cekungan sedimen yang telah terbukti mengandung hidrokarbon. Selanjutnya pengamatan litostratigrafi di lapangan dan pengambilan percontoh batuan untuk analisis laboratorium. Penelitian di laboratorium meliputi analisis geokimia batulempung yang diambil pada Formasi Cinambo di daerah Sumedang. Analisis geokimia yang dilakukan adalah kandungan TOC (*Total*

Organic Carbon), pirolisis *rock eval* dan GCMS (*Gas Chromatography Mass Spectrometry*) ekstrak batuan.

GEOLOGI

Daerah penelitian termasuk dalam Peta Geologi lembar Arjowinangun berskala 1:100.000 yang telah dipetakan oleh Djuri, (1995). Stratigrafinya disusun berdasarkan urutan dari tua ke muda, yaitu Formasi Cinambo, Formasi Halang, Subang, Formasi Kaliwungu dan Formasi Citalang yang ditutupi oleh endapan vulkanik Plistosen (Satuan Breksi terlipat) dan endapan batuan gunung api Kuartar Formasi Cinambo Anggota Batupasir disusun oleh batupasir grewake, batupasir gampingan, tufa, batulempung dan batulanau. Formasi Cinambo Anggota Serpih disusun oleh batulempung dengan selingan batupasir, batupasir gampingan dan batupasir tufaan. Formasi Halang anggota bawah disusun oleh breksi gunungapi andesitis dan basaltis, tufa, batulempung konglomerat. Formasi Halang anggota atas disusun oleh batupasir tufa, batulempung konglomerat. Formasi Subang disusun oleh batulempung mengandung lapisan batugamping, abu-abu tua. Formasi Kaliwungu disusun oleh batulempung dengan sisipan batupasir tufaan, konglomerat, kadang kala dijumpai batupasir gampingan dan batugamping. Formasi Citalang disusun oleh batupasir tufaan, coklat muda, batulempung tufaan, konglomerat, kadang dijumpai batupasir tufaan. Batuan vulkanik breksi terlipat disusun oleh breksi vulkanik dengan fragmen berkomposisi andesitis, breksi tufaan, batulempung tufaan dan grewake. Endapan gunung api Kuartar terdiri dari breksi lava, lahar dan tufa.

Kemungkinan Formasi Subang juga bisa diduga sebagai batuan induk, tetapi pada penelitian ini fokus pada Formasi Cinambo karena diambil Formasi yang berumur paling tua dan memenuhi syarat sebagai batuan induk, yaitu batuan yang berbutir halus dan berwarna gelap yaitu batulempung pada Formasi Cinambo.

Struktur yang berkembang di daerah ini erupa lipatan dan sesar. Struktur Lipatan terdiri dari sinklin dan antiklin yang melibatkan batuan-batuan berumur Miosen dengan sumbu lipatan berarah baratlaut-tenggara yang dipotong oleh sesar mendatar utara baratlaut-selatan tenggara (Gambar 1).

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Sebanyak 16 percontoh batulempung Formasi Cinambo pada lintasan Sungai Cinambo (3 percontoh) dan Sungai Cisaar (13 percontoh) di daerah Sumedang dianalisis TOC dan pirolisis *rock eval* (Gambar 2) dan hasilnya tersaji pada Tabel 1. Untuk analisis GCMS terhadap ekstrak batuan dilakukan pada 2 percontoh batulempung Formasi Cinambo dari lintasan Sungai Cinambo (1 percontoh) dan Sungai Cisaar (1 percontoh) (Gambar 2).

PEMBAHASAN

Tipe dan kualitas material organik

Batuan induk Formasi Cinambo di daerah Sumedang mempunyai nilai TOC 0,32-1,47%, dan berpotensi rendah hingga baik dalam membentuk hidrokarbon (Douglas W. Waples, 1985). Nilai HI di daerah penelitian berkisar antara 2-90 mg HC/g. Nilai TOC nya termasuk relatif rendah dan batuan induk ini diperkirakan mempunyai potensi membentuk gas (Douglas W. Waples, 1985). Faktor penting yang mempengaruhi kapasitas batuan induk

untuk menggenerasi minyak bumi adalah banyaknya hidrogen dalam kerogen (Hunt, 1979). Klasifikasi berdasarkan HI (Baskin, 1997) adalah sebagai berikut :

- 1) <100 mgHC/g TOC *gas prone*,
- 2) 100 - 200 mgHC/g TOC *gas* dan *oil prone*, dan
- 3) >300 mgHC/g TOC *oil prone*.

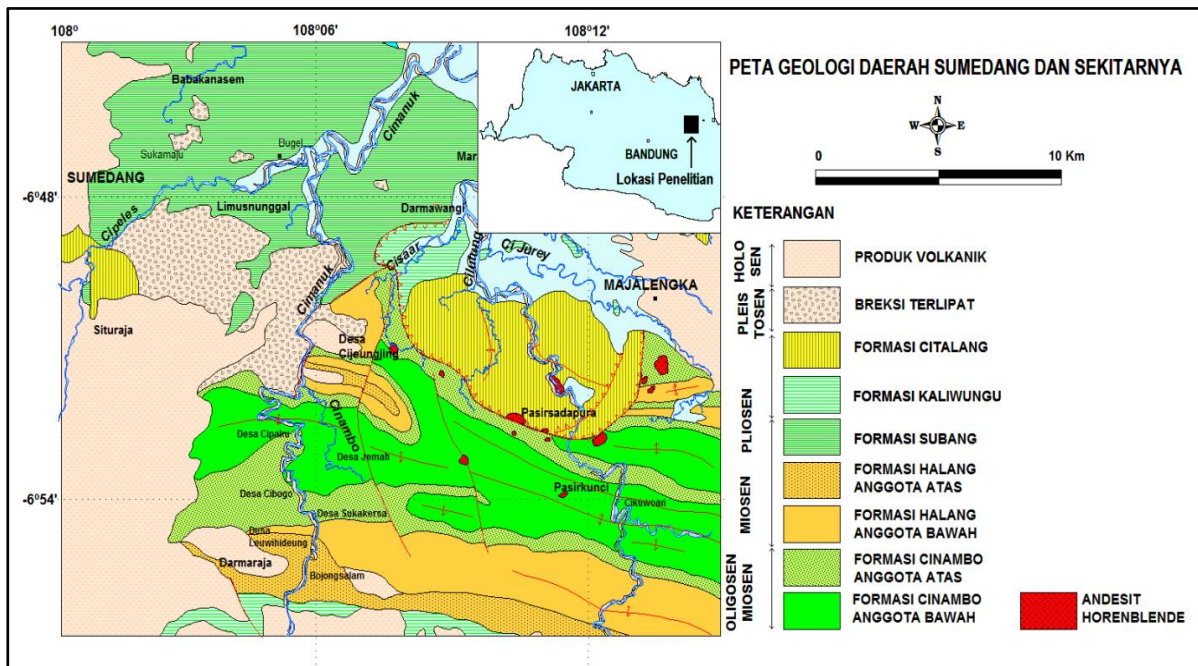
Daerah penelitian termasuk dalam kelompok *gas prone* berdasarkan klasifikasi Baskin, (1997). Hasil plot 9 percontoh di daerah penelitian pada diagram HI vs T max (Gambar 3), menunjukkan bahwa material organik percontoh tersebut termasuk kerogen tipe III, mengacu pada Mukhopadhyay, dkk, (1995).

Tingkat Kematangan

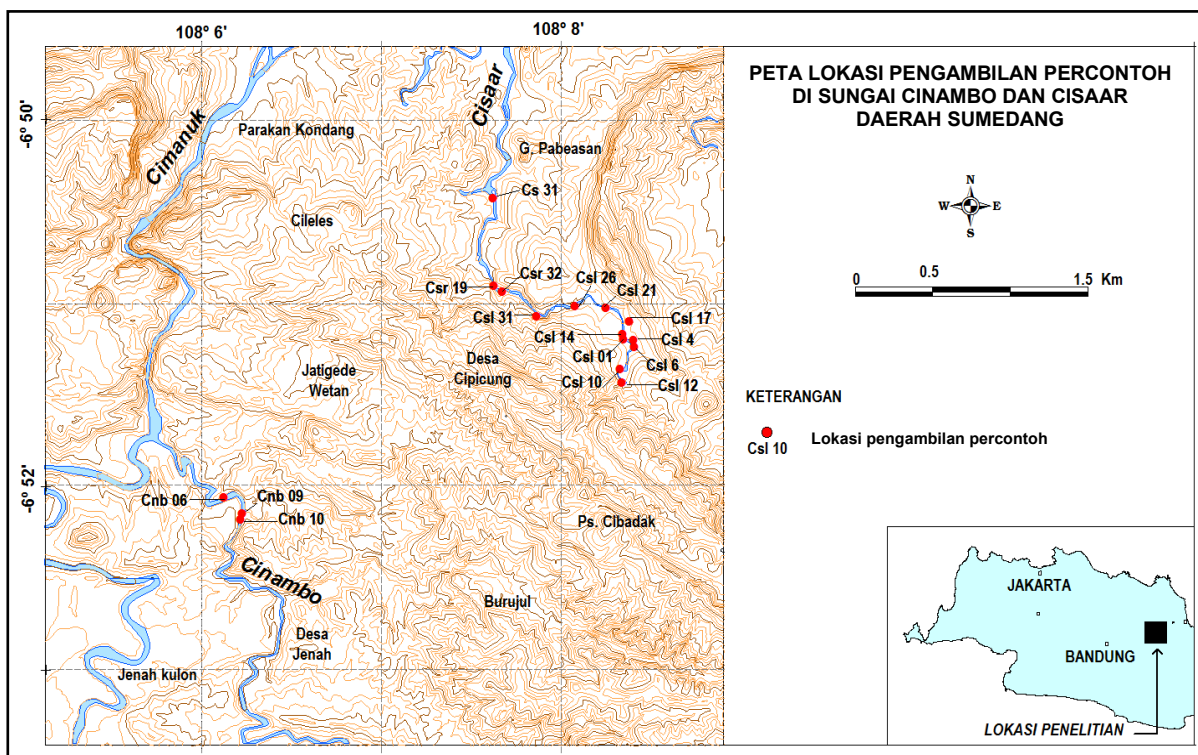
Kematangan material organik berdasarkan nilai T max yang berkisar antara 391-446°C (Tabel 1), sebanyak 5 percontoh dalam kondisi belum matang, 6 percontoh tidak terdeteksi T max-nya dan 5 percontoh lainnya termasuk matang dengan nilai T max berkisar 437-446°C.

Kekayaan material Organik

Diagram kandungan hidrokarbon (PY) vs TOC (Gambar 4) menunjukkan bahwa 7 percontoh dari Formasi Cinambo di daerah penelitian termasuk kategori miskin dengan kandungan Hidrokarbon (PY) berkisar antara 0,06-1,57 kg/ton dan kisaran kandungan karbon (TOC) 0,43-1,47% dari 7 percontoh batuan yang dianalisis dan diplot dalam diagram PY vs TOC (Gambar 4), menempati daerah *gas prone* (Rad, 1984).



Gambar 1. Peta Geologi daerah Sumedang dan sekitarnya (Djuri, 1995)



Gambar 2. Peta lokasi pengambilan percontoh batulempung Formasi Cinambo di daerah penelitian

Tabel 1. TOC dan pirolisis *rock eval* daerah Sumedang

No	Percontoh	Litologi	TOC (%)	Mg/g				PI	Tmax (°C)	HI	OI
				S1	S2	S3	PY				
1	CNB 6	Batulempung	1,03	0,03	0,53	0,06	0,56	0,05	430	51	6
2	CNB 9	Batulempung	0,58	0,02	0,23	0,06	0,25	0,08	423	40	10
3	CNB 10	Batulempung	0,47	0,01	0,01	0,12	0,02	0,50	429	2	26
4	CS 31	Batulempung	0,45	0,02	0,00	0,05	0,02	1,00	-	0	11
5	CSR 19	Batulempung	0,55	0,05	0,00	0,07	0,05	1,00	-	0	13
6	CSR 32	Batulempung	0,46	0,02	0,02	0,06	0,04	0,50	391	4	13
7	CSL 1	Batulempung	1,19	0,23	0,87	0,21	1,10	0,21	444	73	18
8	CSL 4	Batulempung	1,14	0,29	0,76	0,20	1,05	0,28	446	67	18
9	CSL 6	Batulempung	1,30	0,33	1,16	0,03	1,49	0,22	445	89	2
10	CSL 10	Batulempung	0,43	0,06	0,00	0,03	0,06	1,00	-	0	7
11	CSL 12	Batulempung	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	0	0
12	CSL 14	Batulempung	1,47	0,25	1,32	0,30	1,57	0,16	446	90	20
13	CSL 17	Batulempung	0,67	0,03	0,00	0,05	0,03	1,00	-	0	7
14	CSL 21	Batulempung	0,68	0,12	0,38	0,09	0,50	0,24	437	56	13
15	CSL 26	Batulempung	0,42	0,02	0,00	0,04	0,02	1,00	-	0	9
16	CSL 31	Batulempung	0,82	0,03	0,06	0,04	0,09	0,33	434	7	5

Keterangan:

S₁= Hidrokarbon bebas

Indek Produksi=Rasio Transformasi=S₁/(S₁+S₂)

Pirolisis menggunakan alat Rock Eval II,

TOC menggunakan alat LECO

S₂=Hidrokarbon pirolisis

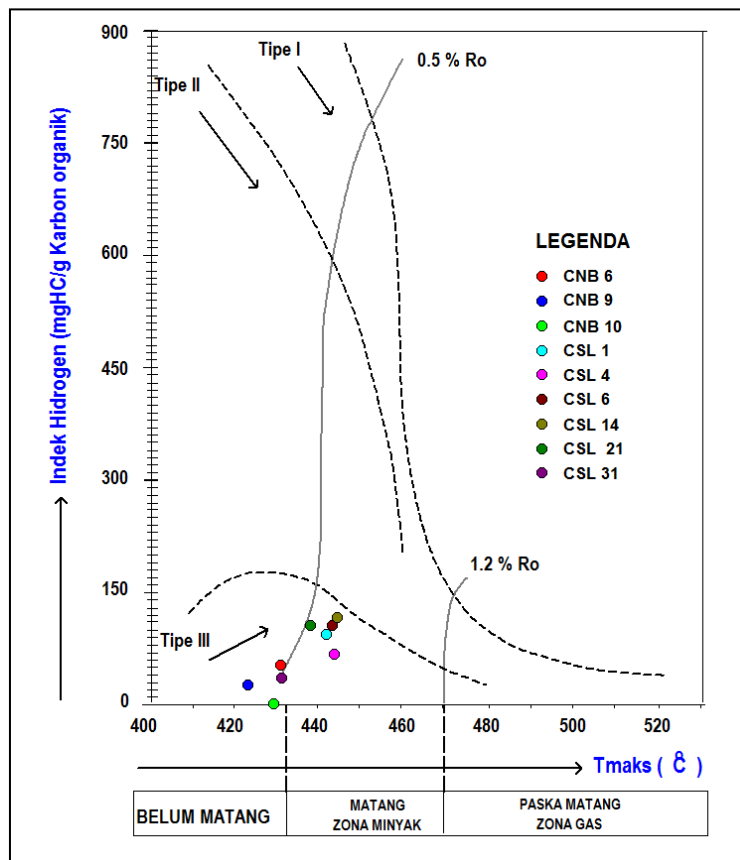
T maks =Temperatur maksimum

Indek Hidrogen=(S₂/TOC)x100

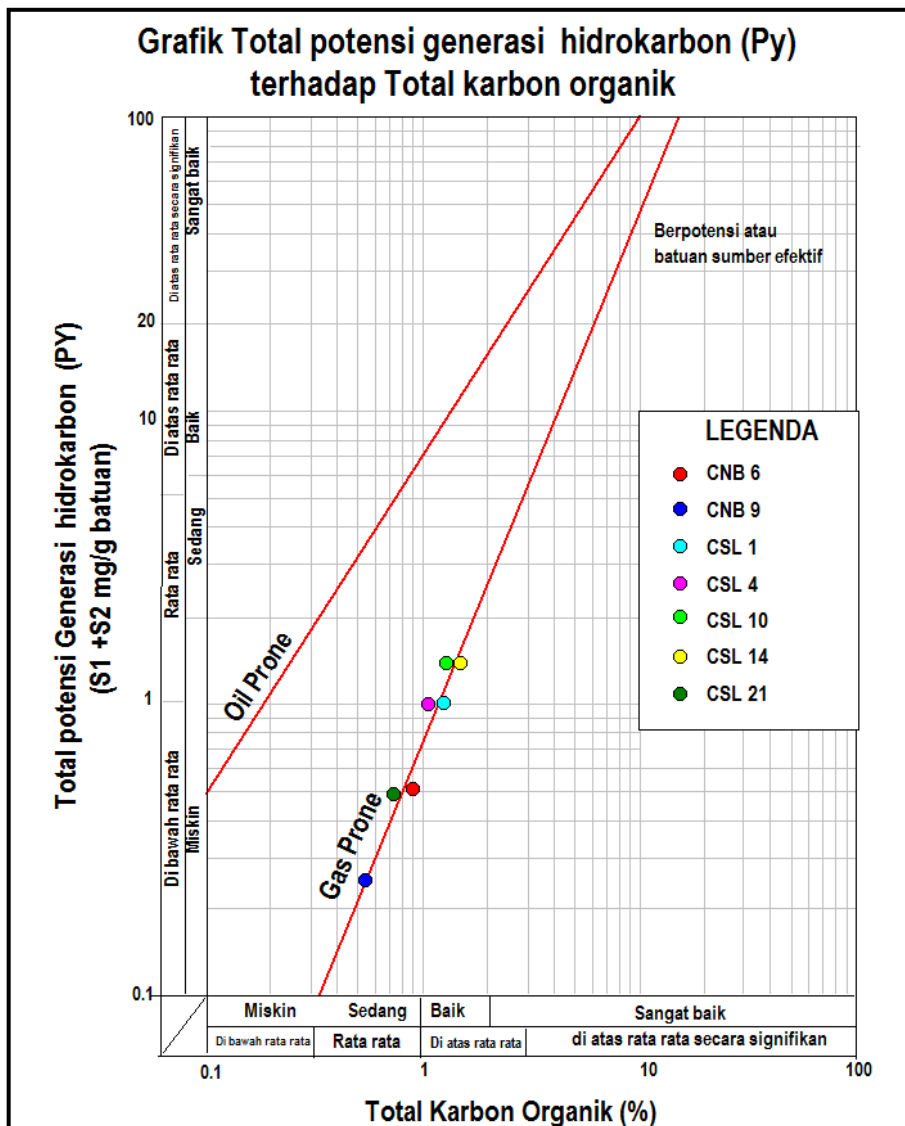
S₃= CO₂ organik

Indek Oksigen=(S₃/

TOC)x100



Gambar 3. Diagram percontoh Formasi Cinambo pada diagram T_{max} terhadap indeks hidrogen yang memperlihatkan tipe kerogen dan tingkat kematangan (Mukhopadhyay, dkk. ,1995)



Gambar 4. Diagram percontoh Formasi Cinambo pada diagram Total Potensial generasi Hidrokarbon terhadap Total Karbon Organik (TOC) terhadap Total Generation Potential (PY) (Rad, 1984)

Analisis GCMS

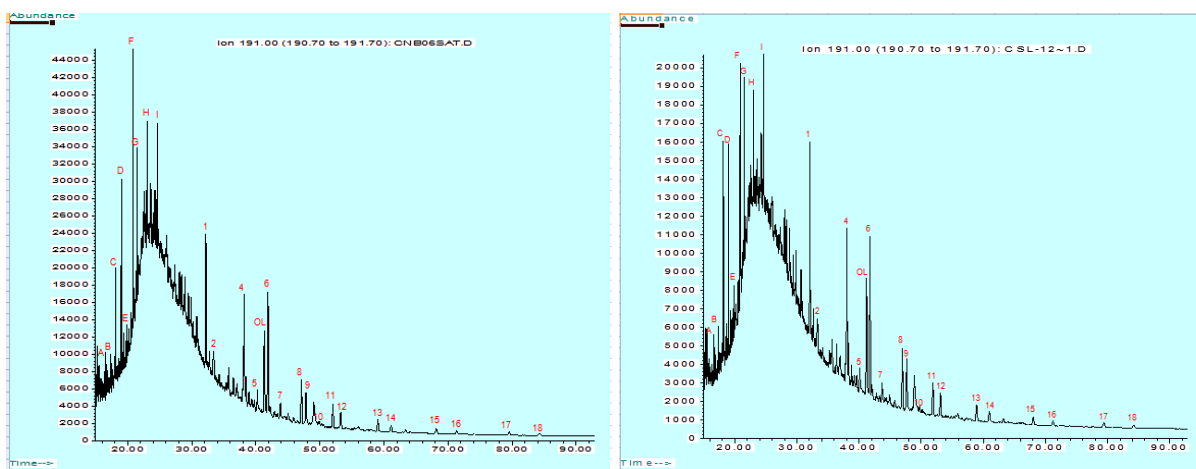
Analisis GCMS pada ekstrak batuan Formasi Cinambo daerah Sumedang diambil dari Sungai Cinambo, yaitu percontoh CNB 06 dan Sungai Cisaar, yaitu percontoh CSL 12. Analisis tersebut dilakukan bersamaan dengan analisis TOC dan *pirolisis rock eval. M/Z 191* (Gambar 5A) menunjukkan bahwa ekstrak batuan mempunyai distribusi terpana trisiklik dan tetrasiklik yang jumlah atom karbonnya berkisar dari C19 sampai C26 (Senyawa A-I pada m/z 191). Jumlah C23 (Puncak "F")

senyawa trisiklik relatif lebih tinggi dibanding senyawa C19 dan C20 (Puncak "A-C"), merupakan suatu indikasi fasies yang sumbernya berasal dari material alga (ganggang) (Price, et.al, 1987). Fragmentogram Massa dari *biomarker* Sterana (m/z 217) (Gambar 5B) menunjukkan distribusi normal memperlihatkan sterana C27 sterana (54,32-55,83) mempunyai proporsi yang lebih besar dari C29 sterana (25,48-26,57), merupakan bukti kuat bahwa material organikya berasal dari alga (ganggang).

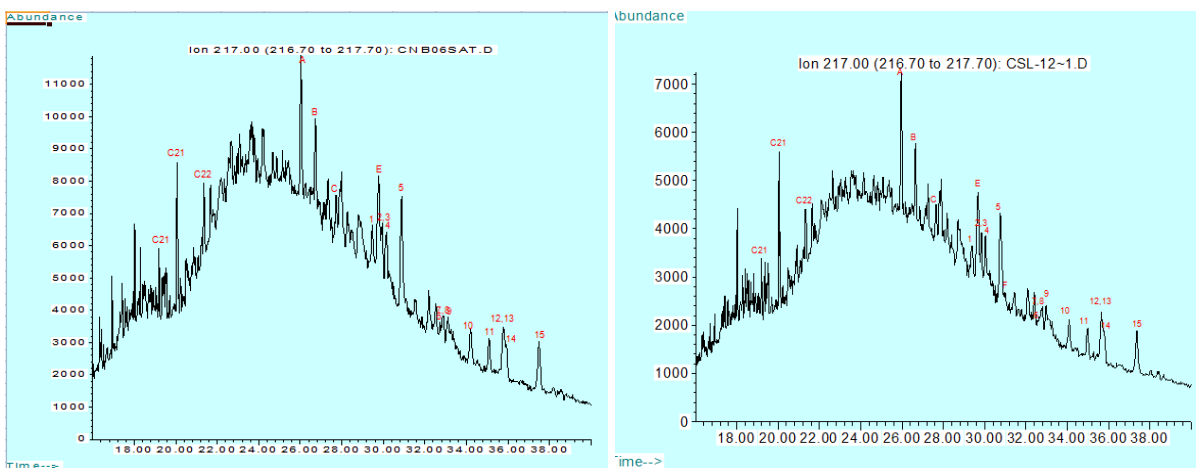
Dari perhitungan persentase luas jumlah karbon tersebut dan diplot ke diagram segitiga Huang dan Meinschein's, 1979 (Waples dan Machihara, 1991) (Gambar 6) diperkirakan diendapkan pada lingkungan laut terbuka atau danau dalam (*open marine or deep lacustrine*).

Tingkat kematangan dilihat dari perhitungan rasio TM/Ts 0,16-0,18 menunjukkan *biomarker* matang. Rasio

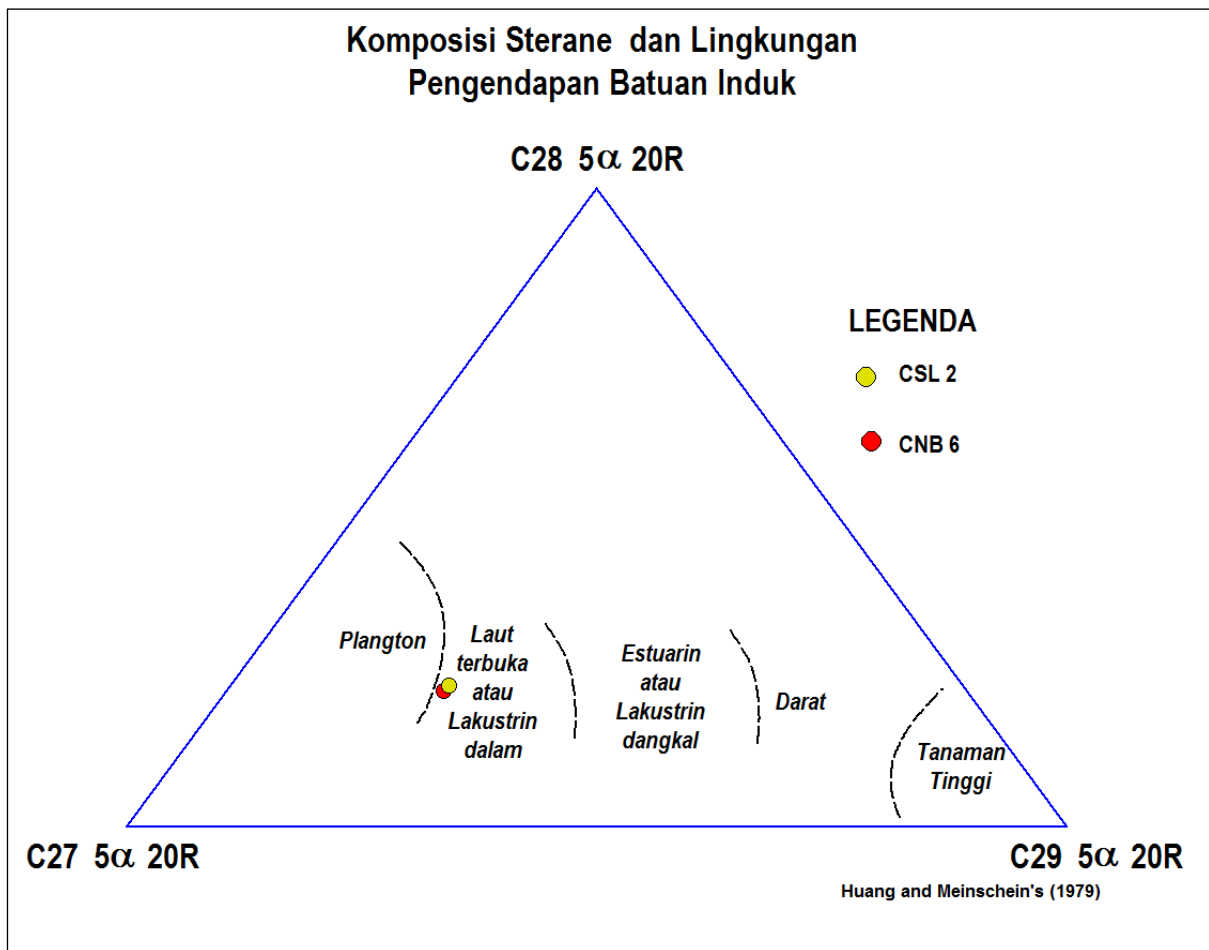
22S/22R pada C31H dan C32H diperoleh harga 1,19-1,40 dan 1,37-1,44. Proporsi 22R, 22S menunjukkan *biomarker* hampir matang dan matang. Dari data GCMS untuk fraksi aromatik, yaitu Indeks metilfenantrena (MPI-1 = 0,32-1,09) dihitung dari distribusi fenantrena (m/z178) dan metilfenantrena (m/z192) menunjukkan bahwa percontoh ekstrak batuan tergenerasi pada tingkat kematangan hampir matang dan matang.



Gambar 5A. Diagram Fragmentogram Massa dari biomarker Steranana (m/z 191) pada Formasi Cinambo daerah Sumedang



Gambar 5B. Diagram Fragmentogram Massa dari biomarker Steranana (m/z 217) pada Formasi Cinambo daerah Sumedang



Gambar 6. Diagram Komposisi sterana dan lingkungan pengendapan batuan induk rembesan minyak di daerah penelitian versi D.W. Waples & Machihara, (1991)

Korelasi batuan induk dengan rembesan minyak

Untuk mengetahui korelasi antara batuan induk Formasi Cinambo di wilayah daerah Sumedang dan rembesan minyak Majalengka dilakukan analisis GCMS pada rembesan minyak daerah Majalengka (Praptisih dan Kamtono, 2016) dan 2 percontoh ekstrak batuan dari Formasi Cinambo daerah Sumedang. Hasil analisis GCMS menunjukkan tidak adanya korelasi positif antara batuan induk Formasi Cinambo dengan rembesan minyak di daerah Majalengka. Hal ini ditunjukkan oleh perbedaan asal material organik, yaitu pada rembesan minyak Majalengka berasal dari material darat (Praptisih dan Kamtono, 2016), sedangkan percontoh batuan induk Formasi Cinambo berasal dari material ganggang. Perbedaan yang lain ditunjukkan oleh lingkungan pengendapan

asal material organik untuk rembesan minyak berasal dari material yang diendapkan pada lingkungan estuarin atau lakustrin dangkal, sedangkan pada percontoh batuan induk Sumedang berasal dari material yang diendapkan pada laut terbuka atau lakustrin dalam.

KESIMPULAN

Percontoh batuan induk Formasi Cinambo dari daerah Sumedang dengan nilai TOC 0,32-1,47% berpotensi rendah hingga baik membentuk hidrokarbon. Material organiknya termasuk kerogen tipe III, tingkat kematangan belum matang hingga matang. Nilai HI sebesar 2-90 mgHC/g TOC dapat menghasilkan gas dengan kuantitas kecil dan termasuk dalam gas *prone*. Berdasarkan percontoh yang dianalisis, batuan induk Formasi Cinambo material organiknya berasal dari material

ganggang dan diendapkan pada laut terbuka atau danau dalam. Batuan induk Formasi Cinambo di daerah Sumedang tidak mempunyai korelasi positif dengan rembesan minyak di daerah Majalengka.

UCAPAN TERIMAKASIH

Dengan selesainya makalah ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI dan Pejabat Pembuat Komitmen yang telah memberikan kesempatan melakukan penelitian di daerah Sumedang. Ucapan terima kasih ditujukan kepada Sdr. Djoko Trisuksmono dan Sdr. Adde Tatang yang telah membantu dalam pengambilan data di lapangan. Terima kasih juga pada rekan-rekan peneliti atas diskusinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Baskin, D. K. (1997). Atomic H/C Ratio of Kerogen as a an Estimate of Thermal Maturity and Organic Matter Conversion. *American Association of Petroleum Geologist Bull*, 81, 1437–1450.
- Djuri, M. (1995). *Peta Geologi Lembar Arjowinangun, Jawa, skala 1: 100.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.*
- Hidayat, R. dan F. (2007). Inventarisasi Kandungan Minyak dalam Batuan Daerah Kedungjati, Kabupaten Semarang, Provinsi Jawa Tengah. In *Prosiding Pemaparan Hasil Kegiatan Lapangan dan Non Lapangan Pusat Sumberdaya Geologi* (p. 13 h).
- Hunt, J. M. (1979). Petroleum geochemistry and geology. *A Series of Books in Geology*, (DI), 617. [https://doi.org/10.1016/S0009-2541\(96\)00131-3](https://doi.org/10.1016/S0009-2541(96)00131-3)
- Mukhopadhyay, P. K., Wade J. A, Gruge, M. A. (1995). Organic facies and maturation of Jurassic/Cretaceous rock, and possible oil-source rock correlation based on pirolisis of asphaltenes, Scotian Basin Canada. *Org. Geochem*, vol.22, no, 43–55.
- Panggabean, H., & Heryanto, R. (2009). An appraisal for the petroleum source rocks on oil seep and rock samples of the Tertiary Seblat and Lemau Formations, Bengkulu Basin. *Indonesian Journal on Geoscience*, 4(1), 43–55. Retrieved from <http://ijog.bgl.esdm.go.id>.
- Pramono, W. dan Amijaya, H. (n.d.). Karakteristik geokimia rembesan minyak bumi di daerah Bantal, Kecamatan Bancak, Semarang, Jawa Tengah. In *Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan IAGI ke 37, Bandung.*
- Praptisih. (2016). Karakteristik batuan induk hidrokarbon dan hubungannya dengan rembesan minyak di lapangan Cipluk, Kabupaten Kendal, Provinsi Jawa Tengah. *Buletin Sumberdaya Geologi Dan Mineral*, 11, 27–40.
- Praptisih dan Kamtono. (2016). *Potensi Batuan Induk Hidrokarbon pada Formasi Cinambo di Daerah Majalengka, Jawa Barat in the Majalengka Area, West Java* (Vol. 17).
- Price, P. L., O'Sullivan, T. and Alexander, R. (1987). The nature and occurrence of oil in Seram, Indonesia. In *Proceeding of the Indonesian Petroleum Association. Sixteenth Annual Convention, Indonesian Petroleum Association, Jakarta, Indonesia.* (pp. 141–73).

Rad, F. K. (1984). Quick Look Source Rock Evaluation by Pyrolysis Technique, 2(Volume 2), 1984.

Waples, D. W. (1985). *Geochemistry in petroleum exploration*. D. Reidel Publishing Company.
<https://doi.org/10.1007/978-94-009-5436-6>.

Waples, D. W., & , Machihara, T. (1991). Biomarkers for geologists. A practical guide to the application of steranes and triterpanes in petroleum geology. *AAPG Methods in Exploration*, 9(9), 91. Retrieved from <http://search.datapages.com/data/specpubs/me9.htm>.

Diterima	: 30 Agustus 2017
Direvisi	: 06 September 2017
Disetujui	: 29 November 2017