

**KARAKTERISTIK GEOKIMIA BATUAN INDUK FORMASI SANGKAREWANG DAN SAWAHTAMBANG, CEKUNGAN OMBILIN**Ceterine Crysty Oei<sup>\*</sup>, Nisa Nurul Ilmi<sup>1</sup>, Edy Sunardi<sup>1</sup><sup>1</sup>Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran<sup>\*</sup>Korespondensi: ceterinecrysty@gmail.com**ABSTRAK**

Cekungan Ombilin merupakan salah satu cekungan penghasil hidrokarbon di Indonesia. Pemeriksaan geokimia terhadap Formasi Sangkarewang dan Sawahtambang berdasarkan sampel singkapan yang ditemukan di daerah Sawahlunto, Sijunjung, dan Dharmasraya ini bertujuan untuk mengetahui potensi dari Formasi Batuan dalam menghasilkan hidrokarbon. Pengetahuan mengenai karakteristik geokimia batuan induk dapat menjadi suatu langkah awal dalam menentukan apakah suatu batuan memiliki potensi dalam menghasilkan hidrokarbon baik minyak maupun gas. Karakteristik tersebut meliputi kualitas, kuantitas serta kematangan batuan induk yang saling mendukung dengan data geologi di area penelitian. Berdasarkan hasil evaluasi batuan induk pada lokasi penelitian, batuan Formasi Sangkarewang menunjukkan kekayaan material organik yang berada rentang 0,33 % - 26,2 % TOC, kualitas material organik yang didominasi oleh tipe kerogen II (*Oil Prone*), dan kondisi kematangan pada jendela kematangan dengan nilai Ro 0,3 % - 0,48% (Belum matang – Matang awal). Sementara itu, Formasi Sawahtambang memiliki kekayaan material organik pada rentang 0,61 % - 0,95 % TOC, kualitas material organik yang didominasi oleh tipe kerogen IV, dan formasi ini memiliki nilai Ro 0,42% - 0,52% (Belum matang). Sehingga dapat disimpulkan bahwa batuan induk efektif pada Cekungan ini adalah batuan yang berada pada Formasi Sangkarewang.

**Kata kunci** : geokimia, batuan induk, kuantitas, kualitas, kematangan, Formasi Sangkarewang, Formasi Sawahtambang.

**ABSTRACT**

*Ombilin Basin is one of the prolific hydrocarbon producing basins in Indonesia. Geochemical examination of the Sangkarewang and Sawahtambang Formations based on outcrop samples found in the Sawahlunto, Sijunjung and Dharmasraya areas was aimed to reveal the potential of the Rock Formation in producing hydrocarbons. The knowledge of source rock geochemical characteristics can be an initial step to determine the rock potential in producing hydrocarbons both oil and gas. These characteristics include the quality, quantity and maturity of the source rock which also supported by geological data in the study area. Based on the evaluation of the source rock at the study site, the Sangkarewang Formation rocks showed to have a rich organic matter which is in the range of 0.33% - 26.2% TOC, the quality of organic matter was dominated by Kerogen type II (Oil Prone), and the maturity condition was in the oil window with a value of Ro 0,3% - 0,48% (Not yet mature - Early mature). Meanwhile, Sawahtambang Formation has a Total organic carbon in the range of 0.61% - 0.95% TOC, the quality of organic material is dominated by type IV kerogen, and this formation has a Ro value of 0.42% - 0.52% (immature). Thus, it can be concluded that the effective source rocks in this Basin are rocks from the Sangkarewang Formation.*

**Keywords** : geochemical, source rock, quantity, quality, maturity. Sangkarewang Formation, Sawahtambang Formation.

## 1. PENDAHULUAN

Cekungan Ombilin merupakan salah satu cekungan penghasil hidrokarbon di Indonesia. Cekungan ini merupakan salah satu cekungan Paleogen yang berada di Indonesia bagian barat (Noeradi et al., 2005; Zaim et al., 2012; Habrianta et al., 2018).

Banyak penelitian telah dilakukan di Cekungan ini untuk melihat potensinya sebagai penghasil oil shale (Fatimah & Ward, 2009; Widayat et al., 2013; Anggayana et al., 2014; Widayat et al., 2015). Namun, pemeriksaan dasar yang melibatkan karakteristik formasi batuan yang ada di Cekungan ini secara khusus belum dilaporkan. Padahal, pemeriksaan geokimia batuan induk berdasarkan data dari singkapan dapat mengungkap potensi dari suatu batuan dalam menghasilkan hidrokarbon dan merupakan langkah awal yang dilakukan dalam mengetahui informasi mengenai potensi suatu batuan penghasil hidrokarbon.

Analisis geokimia batuan induk penting untuk dilaksanakan untuk mengetahui sejauh mana batuan induk dapat menggenerasikan

hidrokarbon, dan untuk mengetahui bagaimana karakteristik batuan induk tersebut berdasarkan karakter kimianya.

Dalam mengevaluasi batuan induk yang berpotensi perlu diketahui tiga data, yaitu data kuantitas, kualitas, dan kematangan material organik yang terdapat pada batuan.

## 2. LOKASI PENELITIAN DAN SETTING GEOLOGI

Lokasi penelitian berada di Bagian timur Kota Padang, Sumatra Barat. Formasi Sangkarewang dan Sawahtambang tersingkap di bagian barat dan timur Cekungan.

Mulyana (2005) menyatakan bahwa Cekungan Ombilin merupakan suatu *full* graben yang pada bagian tengahnya terdapat suatu tinggian untuk memisahkan dengan cekungan lainnya. Evolusi Tersier Cekungan Ombilin terbagi menjadi empat *event*, yaitu Eosen Awal – Oligosen Akhir, Oligosen Akhir – Miosen Awal, Miosen Awal – Miosen Tengah, dan Miosen Tengah bagian Akhir – *Recent*.

Karakteristik Geokimia Batuan Induk Formasi Sangkarewang dan Sawahembang, Cekungan Ombilin (Ceterine)

AGE	FORMATION	LITHOLOGIC SYMBOL	DESCRIPTION	DEPOSITIONAL ENVIRONMENT
Pleis-tocene	Ranau Fm		Tuff and volcanic breccia	Terrestrial
Early miocene	Ombilin Fm		Grey marl with limestone lenses, and glauconitic Tuffs interbedded in upper part	Shallow Marine
Oligocene	Poro Mb		Interbedded sandstone, siltstone, and shale and coal stringer	Braided system
	Sawahembang Fm		Massive conglomeratic sandstone and conglomerate, often crossbedded	
	Rasau Mb		Interbedded conglomeratic sandstone, grey mudstone, non coal bearing	Meandering stream
Eocene	Sawahlunto Fm		Interbedded sandstone, shale, and coal	Meandering stream and swamp (floodplain)
Paleocene	Sangkarewang Fm		Dark grey marl with thin sandstone intercalation, pappy laminated, slump structure typical	Lacustrine
	Brani Fm		Conglomerates, breccia, purple to violet in colour, poorly sorted, poorly bedded, components vary locally	Alluvial fans
Pre Tertiary	Tuhur Fm		Tuhur Fm: Quartzite, slate, argillites	Marine with volcanic activity
	Silungkang Fm		Silungkang Fm: Andesitic, basaltic lava, reefal limestone	
	Kuantan Fm		Kuantan Fm: Marbles, slate, phyllite	
			Lassi granite, Sumpur granite	

Gambar 1. Kolom Stratigrafi Cekungan Ombilin Koesoemadinata dan Matasak (1981)

Cekungan Ombilin terdiri dari tujuh urutan stratigrafi (Gambar 1). Batuan Pra Tersier pada Cekungan Ombilin menurut Koesoemadinata dan Matasak (1981) merupakan basement dari Cekungan Ombilin terdiri dari Formasi Silungkang (batugamping terumbu, lava andesit, dan basalt), Formasi Tuhur (kuarsit slate, argilit), Batugamping Formasi Kuantan, dan Intrusi Granit Formasi Lassi dan Formasi Sumpur. *Basement* ini diperkirakan berumur Perem-Karbon sampai Trias. Diatas *basement* ini kemudian ditutupi secara tidak selaras oleh Formasi Brani. Formasi Brani diperkirakan diendapkan pada Paleosen. terdiri atas breksi dan konglomerat. Memiliki hubungan *angular unconformity* dengan batuan Pra-Tersier di bawahnya, *nonconformity* dengan basement batuan plutonik, dan menjemari dengan Formasi Sangkawerang yang diperkirakan berumur Paleosen - Eosen. Ditindih secara selaras menjemari oleh Formasi Sawahlunto. Formasi Sawahlunto diendapkan selama Eosen, ditindih secara selaras oleh Formasi Sawahtambang dan pada beberapa tempat secara lokal menjemari dengan Formasi Sawahtambang. Selanjutnya

Formasi Sawahtambang diendapkan selama Oligosen dan berhubungan selaras dengan Formasi Ombilin yang menindihnya. Pada Miosen Awal terendapkan Formasi Ombilin dan menindih secara tidak selaras dengan Formasi Ranau yang merupakan pengendapan terakhir dari Cekungan Ombilin dengan litologi berupa tuff di umur Plistosen.

### 3. METODE

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan geokimia. Karakteristik batuan induk diketahui dengan mengevaluasi kuantitas, kualitas, dan kematangan dari material organik dimana kuantitas menggunakan parameter Peter and Cassa (1994). Penentuan kualitas material organik menggunakan diagram modifikasi Van Krevelen dalam Hunt, 1996. Dan tingkat kematangan menggunakan parameter Peter dan Cassa (1994). Karakteristik Geokimia dari Formasi Sangkarewang diwakili oleh sampel batuan dari empat belas sampel, sementara Formasi Sawahtambang diwakili oleh empat sampel. Data yang digunakan merupakan data geokimia batuan yang terdiri analisis kandungan TOC, *Rock-Eval Pyrolysis*, dan pantulan vitrinit ( $R_o$ ).

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

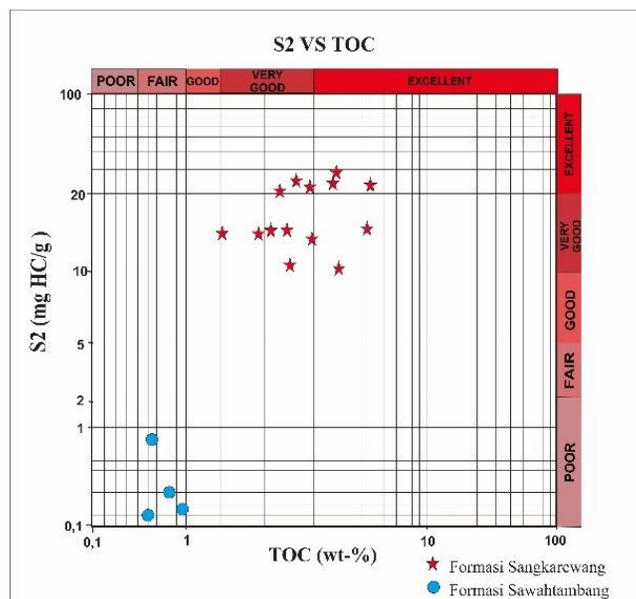
Hasil evaluasi batuan dari sampel yang didapat, meliputi analisis nilai TOC, *Rock Eval Pyrolysis*, dan nilai Reflektansi Vitrinit untuk mendapatkan informasi mengenai batuan induk seperti kuantitas (kekayaan material organik), kualitas (jenis hidrokarbon yang dihasilkan), dan kematangan dari batuan induk. Analisis batuan induk pada sampel terdiri dari dua (2) Formasi, yaitu Formasi Sangkarewang dan Formasi Sawahtambang.

##### 4.1 Kuantitas Material Organik

Berdasarkan analisis kandungan material organik dan pirolisis yang dilakukan pada Formasi Sangkarewang diketahui bahwa kandungan total organik karbon pada batuan berkisar antara 0,33 wt% - 26,2 wt%, sehingga kekayaan materikan organik pada Formasi ini dapat masuk kedalam kategori buruk - sempurna (Peters dan Cassa, 1994) untuk menjadi batuan induk. Namun, nilai

TOC saja tidak cukup untuk menyimpulkan kekayaan material organik dari suatu batuan. Kekayaan suatu batuan juga berhubungan dengan konten hidrogen yang terdapat dalam suatu sampel dan nilai dari konten hidrogen tersebut dapat dilihat dari nilai S2 (Dembicki Jr, 2009).

Nilai S2 Formasi Sangkarewang berkisar antara 10,2 mg HC/g – 28,1 mg HC/g. Untuk mengetahui kuantitas material organik dalam bentuk grafik, dapat dilakukan plot data antara S2 dan TOC. Jumlah hidrokarbon yang mungkin dihasilkan Formasi Sangkarewang sebagian besar sangat baik – sempurna. Berdasarkan hasil diagram *crossplot* antara TOC dengan S2 (Gambar 2), dapat diketahui bahwa kekayaan dari sampel batuan Formasi Sangkarewang tinggi. Maka dapat diketahui kemampuan batuan untuk menggenerasikan minyak dan gas bumi juga tinggi.



Gambar 2. Plot data antara S2 dan TOC (Petter dan Cassa, 1994)

Kandungan total organik karbon pada batuan dari Formasi Sawahtambang berkisar antara 0,61 wt% - 0,95 wt%, termasuk kedalam kategori cukup (Peters dan Cassa, 1994) untuk menjadi batuan induk. Nilai S2 Formasi Sawahtambang berkisar antara 0,17 mg HC/g – 0,4 mg HC/g dikategorikan buruk atau material organik penghasil hidrokarbon yang ada pada formasi ini sedikit (Peters dan Cassa, 1994). Berdasarkan nilai S2 dan TOC, didapat bahwa kekayaan dari sampel batuan sebagai batuan induk adalah rendah sehingga kemampuan untuk menggenerasikan minyak dan gas bumi pada Formasi Sawahtambang juga rendah (Gambar 2).

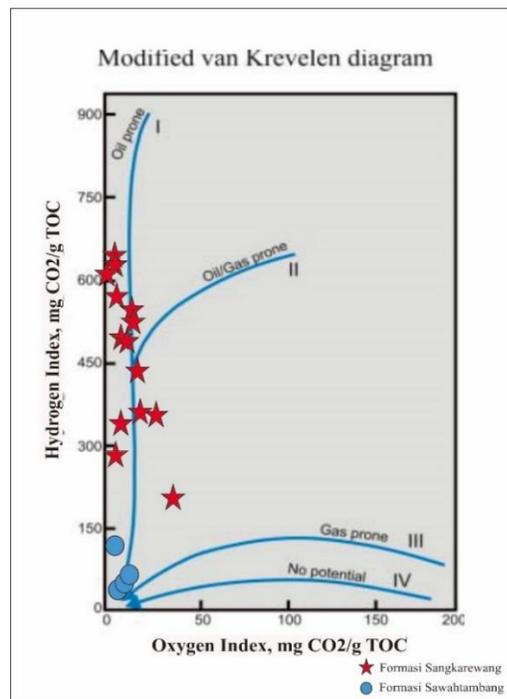
#### 4.2 Kualitas Material Organik

Kualitas material organik dapat diketahui dari hasil plot antara nilai HI (*Hydrogen Index*) dan OI (*Oxygen Index*) sebagai pengganti H/C

dan O/C pada diagram *van Krevelen* (Clayton, 2005) sehingga diketahui tipe kerogennya.

Nilai indeks hidrogen (HI) dari sampel batuan pada Formasi Sangkarewang berkisar antara 228 mg HC/g TOC - 649 mg HC/g TOC, dikategorikan sebagai kerogen tipe I, tipe II dan tipe II/III. Sedangkan nilai indeks oksigen (OI) dari sampel pada Formasi Sangkarewang berkisar antara 1 mg OC/g TOC - 28 mg OC/g TOC.

Hasil plot data antara nilai HI dan OI menunjukkan bahwa Formasi Sangkarewang memiliki nilai oksigen indeks yang rendah sementara nilai hidrogen indeksnya tinggi sehingga pada saat diplotkan di diagram *van Krevelen* didominasi tipe kerogen II memiliki kecenderungan mampu menghasilkan minyak dibandingkan dengan gas bumi (Gambar 3).



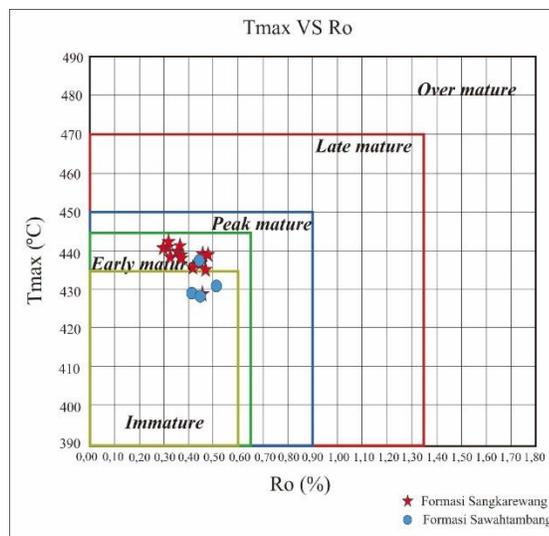
Gambar 3. Plot data antara HI (Hydrogen Index) dan OI (Oxygen Index)

Nilai indeks hidrogen (HI) pada Formasi Sawahtambang berkisar antara 25 mg HC/g TOC - 136 mg HC/g TOC, dikategorikan sebagai kerogen tipe III dan tipe IV. Sedangkan nilai indeks oksigen (OI) dari sampel pada Formasi Sawahtambang berkisar antara 2 mg OC/g TOC - 10 mg OC/g TOC. Hasil plot data antara nilai HI dan OI menunjukkan bahwa Formasi Sawahtambang memiliki nilai oksigen indeks dan hidrogen indeks yang rendah sehingga pada saat diplotkan di diagram *van Krevelen* hasilnya merujuk pada tipe kerogen III (Gambar 3). Kerogen tipe III memiliki kecenderungan mampu menghasilkan gas dibandingkan dengan minyak bumi (*gas prone*). Tetapi dilihat dari tiap sampelnya, nilai HI pada beberapa sampel formasi ini <50 sehingga ada kemungkinan bahwa sampel batuan pada Formasi Sawahtambang tidak menghasilkan hidrokarbon.

### 4.3 Kematangan Material Organik

Nilai reflektansi vitrinit ( $R_o$ ) dapat digunakan untuk evaluasi tingkat kematangan material organik di dalam batuan induk. Prinsip *Vitrinite Reflectance* didasarkan pada kecenderungan peningkatan harga reflektansi vitrinit seiring dengan kenaikan tekanan termal (Subroto, 2012). Selain nilai reflektansi vitrinit, nilai  $T_{maks}$  sendiri merupakan suatu skala kematangan yang digunakan, karena  $T_{maks}$  akan meningkat nilainya seiring dengan bertambahnya kematangan (Clayton, 2005).

Hasil pirolisis menunjukkan bahwa nilai  $T_{maks}$  pada Formasi Sangkarewang berkisar antara 428°C - 443°C, termasuk kedalam kategori belum matang hingga matang awal (Peter dan Cassa, 1994). Nilai reflektansi vitrinit pada Formasi Sangkarewang berkisar antara 0,3 % - 0,48%, termasuk ke dalam kategori belum matang (Peter dan Cassa, 1994). Hasil plot data antara  $T_{maks}$  dan  $R_o$  (Gambar 4) menunjukkan bahwa sampel batuan yang berada pada Formasi Sangkarewang merupakan batuan induk yang berada kategori matang awal.



Gambar 4. Plot data antara Tmax dan Ro

Sedangkan, hasil pirolisis menunjukkan bahwa nilai  $T_{maks}$  pada Formasi Sawahtambang berada pada rentang  $428^{\circ}\text{C}$  -  $437^{\circ}\text{C}$ , termasuk kedalam kategori belum matang hingga matang awal (Petter dan Cassa, 1994). Nilai reflektansi vitrinit pada Formasi Sawahtambang berkisar antara 0,42% - 0,52%, termasuk ke dalam kategori belum matang (Peter dan Cassa, 1994). Berdasarkan hasil plot data antara  $T_{maks}$  dan  $R_o$  (Gambar 4) menunjukkan bahwa sampel batuan yang berada pada Formasi Sawahtambang merupakan batuan induk yang berada kategori matang awal.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis geokimia terhadap empat belas sampel batuan Formasi Sangkarewang dan empat sampel pada Formasi Sawahtambang, Formasi Sangkarewang dikategorikan sebagai batuan induk yang efektif menghasilkan hidrokarbon dilihat dari kuantitas material organik yang sangat baik-sempurna, didominasi oleh kerogen tipe II yang cenderung akan menghasilkan minyak dengan tingkat kematangan pada formasi ini dikategorikan matang awal. Sedangkan sampel batuan pada Formasi Sawahtambang, memiliki kuantitas material organik yang cukup, didominasi oleh kerogen tipe III tetapi pada formasi ini tidak ada hidrokarbon yang dihasilkan. Tingkat kematangan pada formasi ini dikategorikan belum matang. Hasil karakteristik yang ada menunjukkan bahwa Formasi Sangkarewang memiliki potensial yang tinggi dalam menghasilkan hidrokarbon.

## DAFTAR PUSTAKA

Anggayana, K., Widayat, A. H., & Widodo, S. (2014). Depositional Environment of the Sangkarewang Oil Shale, Ombilin Basin, Indonesia. *Journal of Engineering and Technological*

*Sciences*, 46(4), 420–435.

<https://doi.org/10.5614/j.eng.technol.sci.2014.46.4.6>

Clayton, C. 2005. Petroleum Generation and Migration. Nautilus, Ltd.

Dembicki Jr, H. (2009). Three common source rock evaluation errors made by geologists during prospect or play appraisals. *AAPG bulletin*, 93(3), 341-356.

Fatimah, & Ward, C. R. (2009). Mineralogy and organic petrology of oil shales in the Sangkarewang Formation, Ombilin Basin, West Sumatra, Indonesia. *International Journal of Coal Geology*, 77(3–4), 424–435.

Habrianta, L., Matthew, G., Fakhrurozi, F., Auliansyah, D., Andhika, I.P. (2018) A Semi-Regional Play Analysis of the Ombilin Basin to Understand the Tectono-Stratigraphic Framework and Identification of Potential Exploration Opportunities. *Proceedings Indonesian Petroleum Association 42nd Annual Convention*, IPA18-482-G, 22 pp.

Hunt, J.M., 1996. *Petroleum Geochemistry and Geology*, Second edition. W.H. Freeman and Company, New York.

Koesoemadinata., R.P., Matasak. Th., 1981., *Stratigraphy and Sedimentation Ombilin Basin Central Sumatra (West Sumatra Province)*, *Procc. Indon. Petrol Assoc.*

Mulyana, B. (2005). *Tektonostratigrafi Cekungan Ombilin Sumatera Barat*. *Bulletin of Scientific Contribution: GEOLOGY*, 3(2).

Noeradi, D., Djuhaeni, and Simanjuntak, B. (2005) Rift Play in Ombilin Basin Outcrop, West Sumatra. *Proceedings of the 30th Annual Convention*

Indonesian Petroleum Association,  
IPA05-G-160, 39-51.

Peters, K. E., & Cassa, M. R. 1994. Applied source rock geochemistry. *Memoirs-American Association of Petroleum Geologists*, 93-93.

Subroto, E.A., 2012, Catatan Kuliah :*GL4192 Pengenalan Geokimia Petroleum Penggunaan Geokimia Petroleum*. Bandung: Penerbit ITB.

Widayat, A., Anggayana, K., Syafrizal, Heriawan, M. N., Hede, A. H., & Al Hakim, A. Y. (2013). Organic Matter Characteristics of the Kiliran and Ombilin Oil Shales, Indonesia. *Procedia Earth and Planetary Science*, 6, 91–96. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.proeps.2013.01.013>

Widayat, A. H., Anggayana, K., & Khoiri, I. (2015). Precipitation of Calcite during the Deposition of Paleogene Sangkarewang Oil Shale, Ombilin Basin, West Sumatra, Indonesia. *Indonesian Journal on Geoscience*, 2(3), 185–197. <https://doi.org/10.17014/ijog.2.3.185-197>

Zaim, Y., Habrianta, L., Abdullah, C.I., Aswan, Rizal, Y., Basuki, N.I. and Sitorus, F.E. (2012) Depositional History and Petroleum Potential of Ombilin Basin, West Sumatra - Indonesia, Based on Surface Geological Data. *Search and Discovery Article #10449*, 9 pp.