

## Dinamika Kehadiran Material Organik Pada Lapisan Serpih Formasi Kelesa di Daerah Kuburan Panjang, Cekungan Sumatera Tengah, Riau

### *Dynamics of The Presence of Organic Material On Kelesa Formation Shale In "Kuburan Panjang" Areas, Central Sumatra Basin, Riau*

Moh Heri Hermiyanto Zajuli<sup>1</sup>, Hermes Panggabean<sup>2</sup>, Hendarmawan<sup>3</sup> dan Ildrem Syafri<sup>3</sup>

Mahasiswa Doktoral, Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran, email : zajuli\_hz@yahoo.com

Pusat Survei Geologi, Jl. Diponegoro 57, Bandung 40122 Indonesia, email : hermespanggabean@yahoo.com

Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran, email : ildrem.s@unpad.ac.id

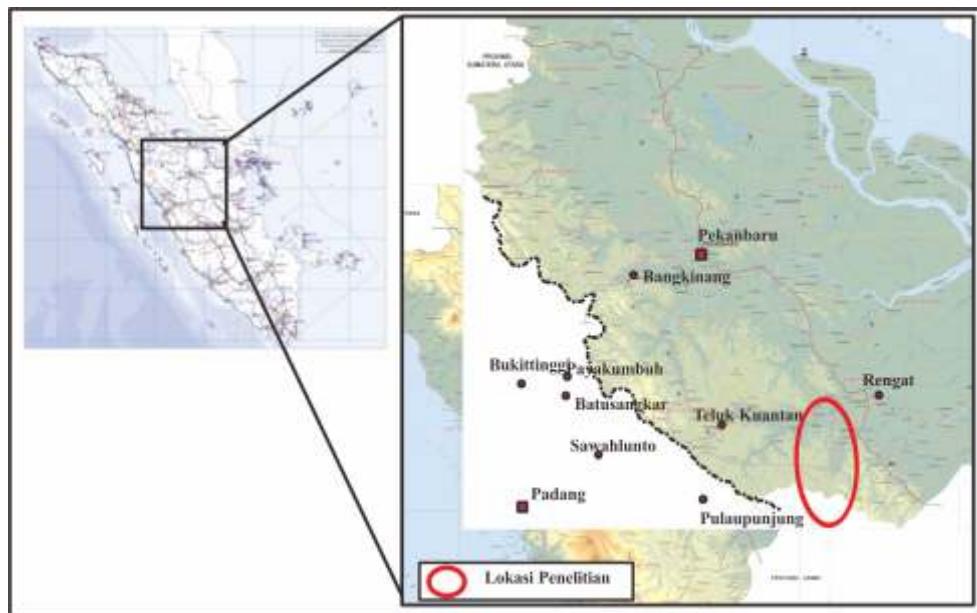
Naskah diterima : 12 Agustus 2015, Revisi terakhir : 29 Oktober 2015, Disetujui : 30 Oktober 2015

**Abstrak** - Penelitian ini difokuskan di daerah Kuburan Panjang sub-Cekungan Sumai, Cekungan Sumatera Tengah. Subjek penelitian ini adalah batuan serpih dari Formasi Kelesa yang berumur Eosen-Oligosen. Runtutan batuan dari bawah ke atas menunjukkan perulangan antara lapisan-lapisan batuan serpih, batupasir dan batulumpur yang dibatasi oleh konglomerat pada bagian atas dan bawahnya. Komposisi material organik terdiri dari maseral vitrinit berkisar antara 0,20 – 5,0 %, eksinit 0,60 – 4,70%, pirit 0,20 – 16,00%, karbonat 0,20 -24,2 % dan mineral lempung merupakan komponen yang paling dominan yaitu berkisar antara 71,60 -98,00%. Berdasarkan hasil analisis TOC, kekayaan material organik serpih Formasi Kelesa mempunyai nilai TOC dari 1,18% sampai 7,17% yang menunjukkan kemampuan serpih sebagai batuan induk termasuk kategori sangat baik. Kehadiran material organik di daerah penelitian menunjukkan adanya suatu siklus pengayaan material organik dari bawah ke atas.

Kata kunci - Formasi Kelesa, Eosen-Oligosen, Cekungan Sumatera Tengah, Material organik

**Abstract** - This study focused on Kuburan Panjang areas, Sumai sub-basin, Central Sumatra Basin. The research subjects were the Eocene-Oligocene shale of Kelesa Formation. Rock sequence from bottom to top shows alternating shale, sandstone and mudstone bounded by conglomerate at the top and bottom. The composition of the organic material consists of vitrinite maceral ranged from 0.20 to 5.0%, eksinit 0.60 to 4.70%, pyrite from 0.20 to 16.00%, 0.20-24.2% carbonate and clay minerals is the most dominant component ranged between 71.60 - 98.00%. Based on the analysis of TOC, organic material richness of shale from Kelesa Formation have TOC values from 1.18% to 7.17%, which demonstrates the ability of shale as a source rock, including the excellent category. The presence of organic matter in the study area showed an enrichment cycle of organic material from bottom to the up.

**Keyword** - Kelesa Formation, Eocene-Oligocene, Central Sumatera Basin, Organic matter



Sumber : gambar olahan penulis

**Gambar 1.** Lokasi penelitian sub-cekungan Sumai, Cekungan Sumatera Tengah.

## PENDAHULUAN

Penelitian ini difokuskan pada batuan serpih yang berumur Eosen-Oligosen di sub-cekungan Sumai, Cekungan Sumatera Tengah, Riau. Daerah penelitian ini menempati bagian selatan dari Cekungan Sumatera Tengah. Secara administratif pemerintahan, kawasan penelitian termasuk ke dalam Kabupaten Rengat, Propinsi Riau (Gambar 1). Formasi ini terletak pada peta geologi skala 1 : 250.000, Lembar Rengat (Suwarna, drr., 1994).

Tujuan penelitian ini adalah :

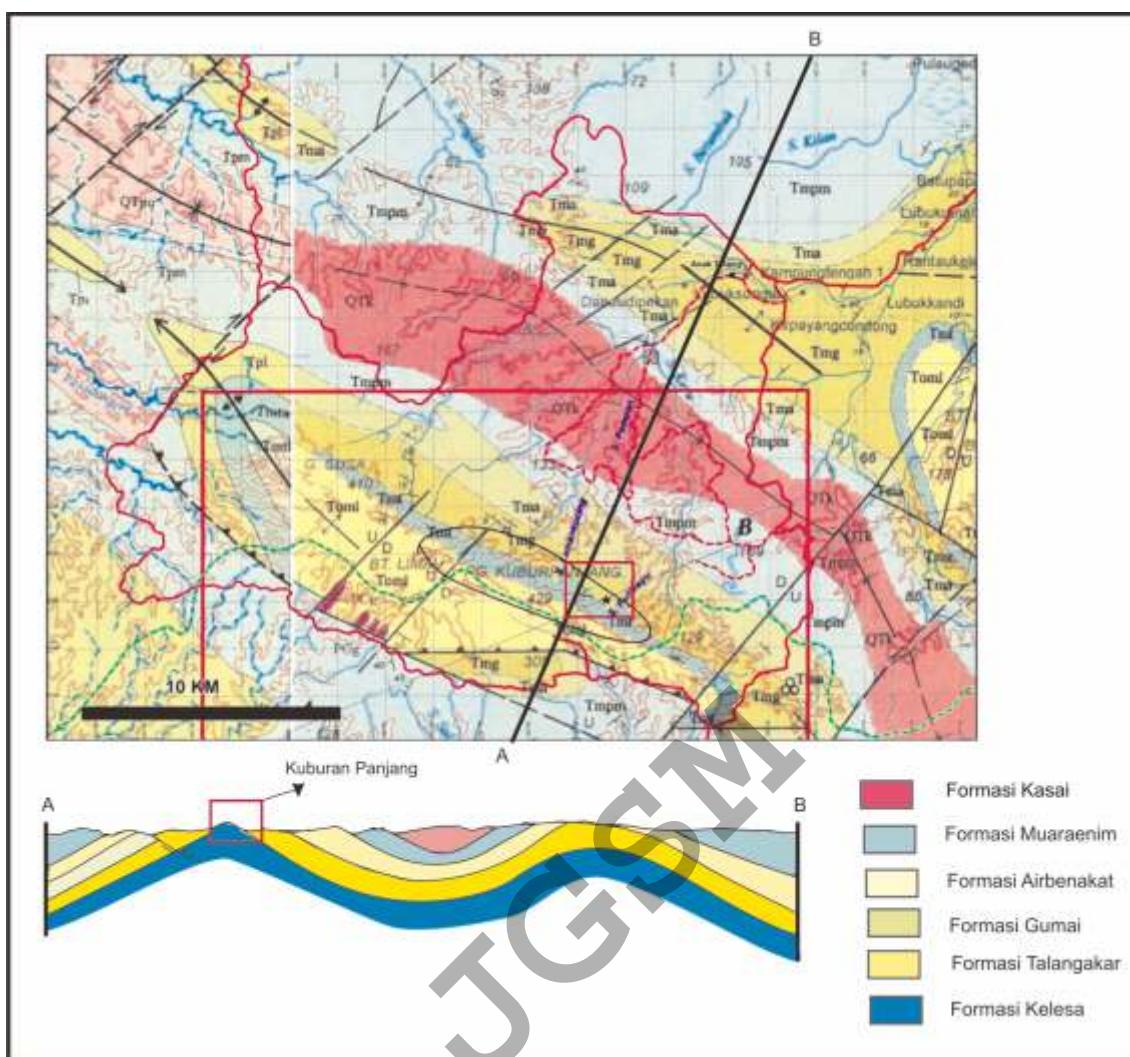
-Mengetahui karakteristik bahan organik sebagai salah satu material penyusun serpih yang akan mempengaruhi serpih sebagai sumber non-konvensional hidrokarbon.

Mengetahui karakteristik geokimia organik antar lapisan serpih di daerah Kuburan Panjang.

Berdasarkan peta geologi regional Lembar Solok (Silitonga & Kastowo, 1995), batuan Tersier tertua yang tersingkap di sekitar lapangan batubara Nusa Riau, Manunggal dan TBS, Kabupaten Taluk Kuantan adalah Formasi Telisa Bawah. Formasi tersebut tersebar memanjang arah tenggara – barat laut di bagian barat cekungan dan menutupi secara tidak selaras batuan Pre-Tersier Formasi Kuantan. Dengan ketebalan total mencapai 300 meter, Formasi Telisa Bawah disusun oleh batupasir kuarsa, napal lempungan, breksi andesit, batupasir glaukonitan, tufa pisolithik, dan

batulumpur mengandung lapisan batubara. Secara stratigrafi Formasi Telisa Bawah tersebut kemungkinan besar dapat disetarakan dengan Formasi Pematang di Cekungan Sumatera Tengah dan Formasi Lakat di Lembar Rengat (Suwarna drr., 1994) (Gambar 2) yang terdiri dari konglomerat aneka-bahan, batu-pasir kuarsa, batulanau-batulempung karbonan, batubara, tuf dan bintal siderit. Kedua satuan batuan tersebut berada dalam cekungan yang sama, namun satuan yang pertama di pinggiran barat cekungan dan yang kedua di pinggiran selatannya.

Selanjutnya Anggota Bawah Formasi Telisa (Tmtl) yang lain di daerah pertambangan batubara PT Karbindo (Kiliranjau), dan terdiri dari batulumpur abu-abu terang, kecoklatan, kehijauan dengan lensa batupasir konglomerat; batubara dan batu-lempung karbonan, serta serpih coklat/abu-abu gampingan. Beberapa peneliti menyatakan bahwa runtunan batuan di daerah tersebut sebagai Kelompok Pematang berumur Paleosen – Eosen – Oligosen. Beberapa peneliti berpendapat bahwa serpih coklat berumur Eo-Oligosen yang berada di atas batubara, terendapkan di lingkungan danau dimana laminasi kaya organik terbentuk pada saat musim kering, sedangkan laminasi kaya lempung pada saat musim hujan. Ini berarti, satuan batuan di daerah Kiliranjau tersebut seharusnya dapat dikorelasikan dengan Formasi Kelesa (Teok) di Lembar Rengat yang terdiri dari konglomerat atau batupasir konglomeratan, batulempung, batulanau dan batubara yang diendapkan di lingkungan fluviatil sampai lakustrin (Suwarna drr,



Sumber : modifikasi dari Suwarna drr, 1994

**Gambar 2.** Peta Geologi daerah penelitian

1994) dan Formasi Sangkarewang Bagian Atas atau Sawahlunto bagian Bawah di Cekungan Ombilin.

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan penjelasan tentang karakteristik kehadiran material organik antara lapisan serpih di daerah Kuburan Panjang.

## METODOLOGI

### Metode Pemerolehan Data Laboratorium

Setelah kegiatan lapangan maka dilakukan analisis laboratorium terhadap beberapa contoh terpilih yang telah dilakukan di laboratorium Pusat Survei Geologi dan instansi lainnya antara lain meliputi:

#### Analisis petrografi organik

Analisis petrologi organik dilakukan dengan

mempergunakan mikroskop atas dasar metode optik sinar pantul dengan dan tanpa sinar fluorescence. Pemeriksaan ini bertujuan untuk mendeskripsi perbedaan tipe bahan organik dan jenis maseral, mengukur evolusi thermal peringkat bahan organik (tingkat kematangan / maturity) berdasarkan pengukuran indeks reflektansi pada maseral vitrinit terutama DOM (*disseminated organic matter*) untuk mendukung penentuan lingkungan pengendapan dan kematangan batuan.

#### Analisis Total Organic Carbon (TOC) dan Rock Eval –Pyrolysis (REP)

Kekayaan material organik merupakan indikator kemampuan suatu batuan sedimen untuk membentuk hidrokarbon. Kekayaan material organik di dalam batuan sedimen dinyatakan sebagai karbon organik total (TOC) dengan satuan persen dari batuan dalam

keadaan kering. Analisis TOC akan memberikan gambaran awal di dalam suatu studi batuan induk apakah batuan sedimen dapat berperan sebagai batuan induk atau tidak.

Batuan sedimen yang mengandung TOC kurang dari 0,5% merupakan batuan yang memiliki potensi sebagai batuan induk hidrokarbon yang dapat diabaikan, karena nilai TOC kurang dari 0,5% cenderung akan menghasilkan hidrokarbon dalam jumlah yang sangat kecil dan dimungkin tidak terjadi ekspulsif (Waples, 1985). Kriteria serpih yang bisa berfungsi sebagai gas serpih dan serpih minyak adalah nilai TOC harus lebih 1%, Hidrogen Indeks >100 dan ketebalan serpih minimal 75ft (Rahmalia, 2012).

## HASIL PENELITIAN

### Stratigrafi daerah Penelitian

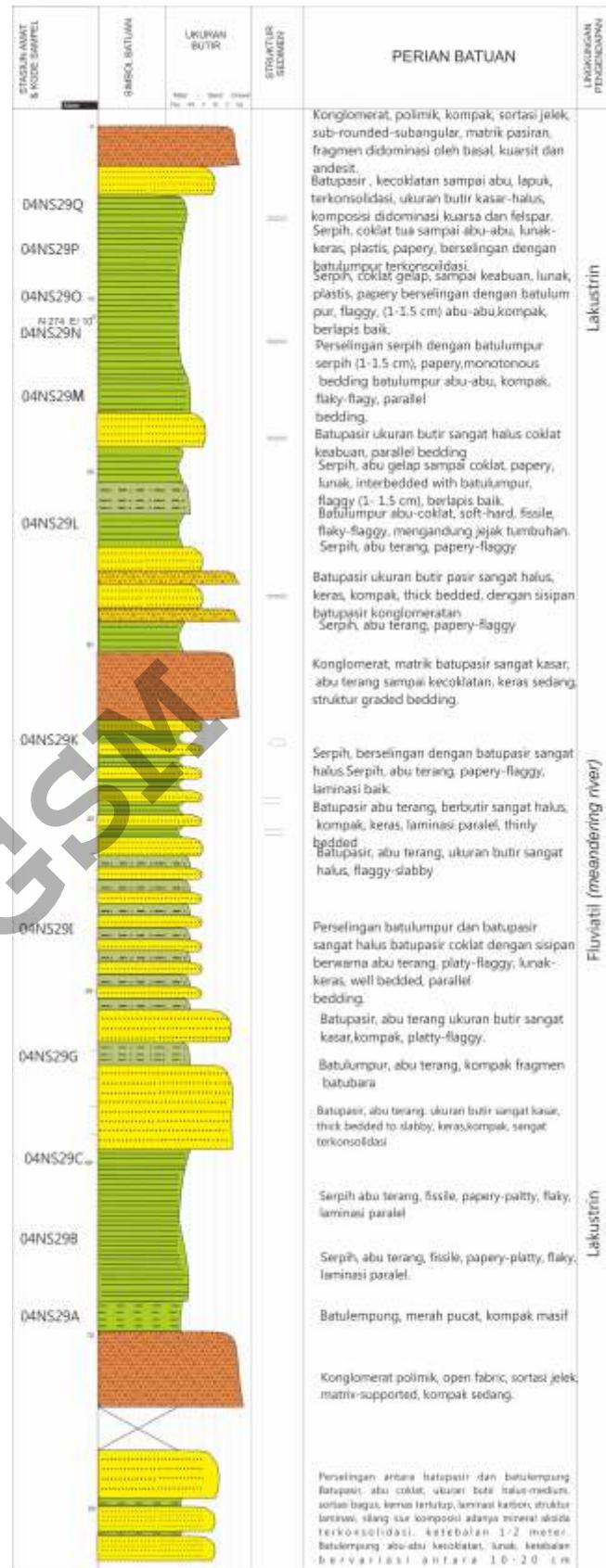
Batuan penyusun Formasi Kelesa (Gambar 3 dan 4) di daerah penelitian tersusun atas batuan konglomerat, batupasir, batulumpur dan serpih. Secara keseluruhan di daerah Kuburan Panjang ketebalan batuan penyusun Formasi Kelesa di Sungai Punti Kayu sekitar 80 meter. Runtutan batuan dari bawah ke atas menunjukkan perulangan antara lapisan serpih, batupasir dan batulumpur yang dibatasi oleh konglomerat pada bagian atas dan bawahnya.

Lapisan yang paling dominan adalah serpih yang mempunyai ketebalan sekitar 27 meter. Serpih, coklat gelap, sampai keabuan, lunak,



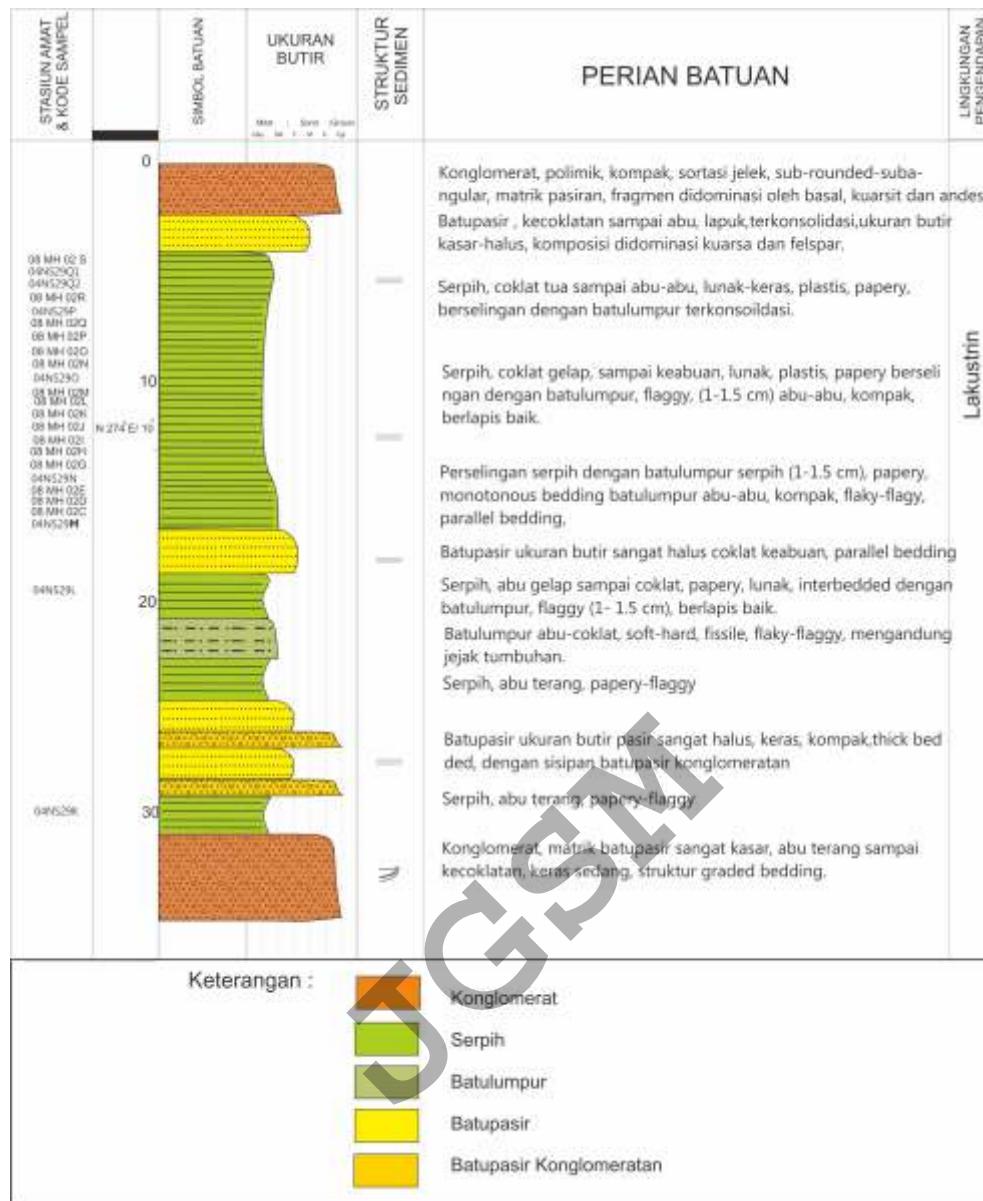
Sumber : penulis

**Foto 1.** Singkapan Formasi Kelesa bagian atas yang menunjukkan batuan serpih, konglomerat di sungai Puntikayu



Sumber : olahan penulis

**Gambar 3.** Stratigrafi daerah penelitian di Sungai Punti Kayu, Kuburan Panjang



Sumber : olahan penulis

Gambar 4. Penampang stratigrafi Formasi Kelesa bagian atas di Sungai Puntikayu

plastis, laminasi berselingan dengan batulumpur, *flaggy*, abu-abu, kompak, berlapis baik 1-1.5 cm. Batupasir, kecoklatan sampai abu, lapuk, terkonsolidasi, ukuran butir halus, komposisi fragmen didominasi kuarsa dan felspar. Konglomerat, polimik, kompak, sortasi jelek, menyudut tanggung-membulat tanggung, matriks pasiran, fragmen didominasi oleh basal, kuarsit dan andesit. Perselingan batulumpur dan batupasir sangat halus batupasir coklat dengan sisipan berwarna abu terang, *platy-flaggy*, lunak-keras, berlapis baik, perlapisan sejajar.

Secara stratigrafi terlihat adanya suatu siklus perulangan antara perselingan batupasir dan serpih serta batulumpur. Di mulai dari bawah terlihat adanya

perselingan batupasir dengan batulempung yang didominasi oleh batupasir, semakin ke atas dijumpai konglomerat yang merupakan batas suatu fasies menuju fasies serpih yang mempunyai ketebalan sekitar 9 meter. Dibagian tengah penampang merupakan perselingan antara batupasir dengan batulumpur dan serpih. Perselingan tersebut menunjukkan adanya suatu perubahan arus yang menyebabkan terendapkannya material halus dan berbutir secara berulang. Pada bagian atas penampang (Gambar 4) terlihat suatu fasies pengendapan dari seri serpih yang cukup tebal yaitu sekitar 12 meter. Pengendapan serpih yang cukup tebal ini mengisaratkan suatu sistem pengendapan dengan arus yang tenang yang berlangsung cukup lama.

Tabel 1. Hasil Analisis Rock-Eval Pyrolysis (REP) dan Total Organik Carbon (TOC) serpih di daerah penelitian

No.	Sample ID	Lithology	TOC (wt.%)	mg/gm rock			Tmax (°C)	Oil Production	Potential Yield	Hydrogen Index	Oxygen Index
				S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>					
1	MH 02 C	med dk gy Sh	5,33	0,12	39,03	0,80	435	0,003	39,15	732	15
2	MH 02 D	olv gy Sh	4,34	0,23	51,71	1,79	437	0,004	51,94	1191	41
3	MH 02 E	olv gy Sh	3,58	0,04	35,16	3,44	431	0,001	35,20	983	96
4	MH 02 G	olv gy Sh	4,18	0,04	30,08	0,87	435	0,001	30,12	720	21
5	MH 02 H	med gy Sh	1,18	0,02	1,26	0,73	431	0,016	1,28	107	62
6	MH 02 I	med dk gy Sh	1,34	0,02	16,50	0,89	434	0,001	16,52	1236	67
7	MH 02 J	olv gy Sh	2,19	0,03	1,42	1,19	435	0,021	1,45	65	54
8	MH 02 K	lt olv gy Sh	2,47	0,04	10,51	2,14	429	0,004	10,55	426	87
9	MH 02 L	olv gy Sh	4,25	0,04	27,91	1,49	433	0,001	27,95	656	35
10	MH 02 M	olv gy Sh	6,39	0,04	36,37	1,17	436	0,001	36,41	569	21
11	MH 02 N	med dk gy Sh	5,93	0,06	43,66	1,53	434	0,001	43,72	736	26
12	MH 02 O	olv gy Sh	2,92	0,08	44,42	0,80	437	0,002	44,50	1522	27
13	MH 02 P	olv gy Sh	5,74	0,13	32,10	2,54	433	0,004	32,23	559	44
14	MH 02 Q	brnsh gy Sh	4,71	0,12	43,63	2,32	432	0,003	43,75	927	49
15	MH 02 R	dk gy Sh	3,22	0,03	29,03	1,12	433	0,001	29,06	902	35
16	MH 02 S	olv gy Sh	3,09	0,01	17,58	2,57	431	0,001	17,59	569	83
17	NS.29A	Shale, gy-brngy, silty	3,05	0,07	12,02		439	0,006	12,09	394	
18	NS.29B	Shale, brn-dkgy	3,37	0,11	18,42		438	0,006	18,53	547	
19	NS.29C	Shale, gy, fissile	3,10	0,07	14,68		433	0,005	14,75	474	
20	NS.29G	Shale, brngy, papery	7,93	0,24	61,28		444	0,004	61,52	773	
21	NS.29 I	Shale, gy-brngy, silty	4,06	0,16	26,22		436	0,006	26,38	646	
22	NS.29K	Shale, gy-brngy, papery	5,43	0,17	40,48		441	0,004	40,65	745	
23	NS.29M	Shale, brn.dkgy, fissile	4,98	0,18	33,64		438	0,005	33,82	676	
24	NS.29N	Shale, gy, papery	3,40	0,05	11,80		437	0,004	11,85	347	
25	NS.29O	Shale, brngy, papery	7,17	0,20	46,44		439	0,004	46,64	648	
26	NS.29P	Shale, gy, silty, papery	3,74	0,04	14,92		435	0,003	14,96	399	
27	NS.29Q1	Shale, brngy, papery	5,49	0,10	33,28		435	0,003	33,38	606	
28	NS.29Q2	Shale, gy-dkgy, papery	2,31	0,04	6,19		438	0,006	6,23	268	
29	NS.30A	Shale, gy-brngy, papery	4,75	0,20	24,10		432	0,008	24,30	506	
30	ES.13C	Shale, gy-dkgy, fissile	4,06	0,64	21,06		443	0,029	21,70	519	
31	ES.14A	Shale, gy-dkgy, papery	5,66	0,17	22,40		433	0,008	22,57	396	
32	ES.15C	Shale, dkgy, fissile	9,63	0,20	70,72		431	0,003	70,92	734	
33	ES.16B	Shale, gy-brngy, papery	5,20	0,03	25,68		430	0,001	25,71	494	
34	ES.18A	Shale, gy, fissile	5,95	0,20	47,16		442	0,006	47,46	791	

Keterangan :  
 TOC : Total Karbon Organik  
 S<sub>1</sub> : Hidrokarbon bebas

PI : Indeks Produksi (S<sub>1</sub> / (S<sub>1</sub> + S<sub>2</sub>))

S<sub>2</sub> : Kuantitas HC yang dilepaskan kerogen  
 PY : Jumlah HC (S<sub>1</sub> + S<sub>2</sub>)

Tmax : Temperatur maks. (°C) untuk pembentukan HC dari kerogen

HI : Indeks Hidrogen

Sumber : Hermiyanto, 2014 dan Susanto 2004

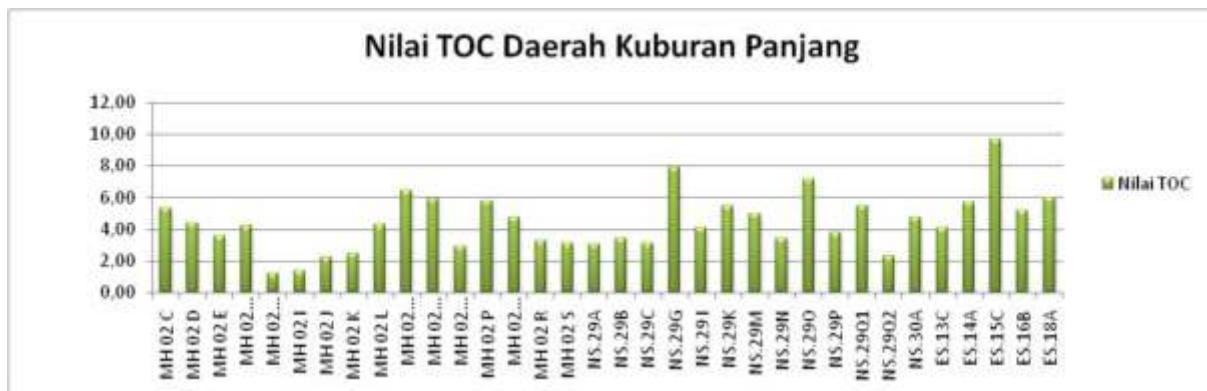
Secara garis besar sistem pengendapan dari bawah ke atas merupakan suatu siklus dari pengendapan fluviatil ke lakustrin. Suatu perubahan fasies pada sistem sungai yang berubah secara gradual menuju lakustrin. Lakustrin bisa terbentuk ketika ada limpahan air yang cukup besar sehingga daerah yang semula merupakan sungai berubah menjadi suatu danau. Khusus untuk lingkungan fluviatil pada bagian tengah penampang terlihat adanya perulangan tipis antara batupasir dan batuan halus (serpih dan batulumpur) yang merupakan prduk suatu perubahan arus yang sangat cepat. Hal ini bisa terjadi pada bagian kelok sungai atau *meandering river*.

### Analisis Rock-Eval Pyrolysis (REP) dan Total Organik Carbon (TOC)

Hasil analisis REP dan TOC terhadap 34 contoh batuan serpih di daerah penelitian dapat dilihat di Tabel 1.

### Kekayaan Material Organik

Kekayaan material organik batuan serpih Formasi Kelesa di sungai Punti Kayu diinterpretasi berdasarkan data TOC yang telah dilakukan terhadap 34 percontoh batuan (Tabel 1). Berdasarkan hasil analisis TOC, kekayaan material organik serpih Formasi Kelesa mempunyai nilai TOC dari 1,18% sampai 9,63% yang menunjukkan kemampuan serpih termasuk kategori sangat baik.



Sumber : olahan penulis

Gambar 5. Diagram Histogram yang menunjukkan nilai TOC dari serpih di daerah penelitian.

Kekayaan material organik pada serpih tidak hanya diendapkan pada lingkungan marine tetapi juga non-marine bahkan lingkungan transisi, tetapi yang paling banyak adalah lingkungan fasies lakustrin (Zhang,drr., 2008;Zou, drr., 2011 dalam Ju, drr., 2014).

Sebagai contoh di Amerika Utara sumber gas serpih 1/3 berasal dari serpih yang diendapkan pada lingkungan marine, sedangkan 2/3 dari lingkungan transisi dan darat termasuk lakustrin (Zhang, drr., 2012).

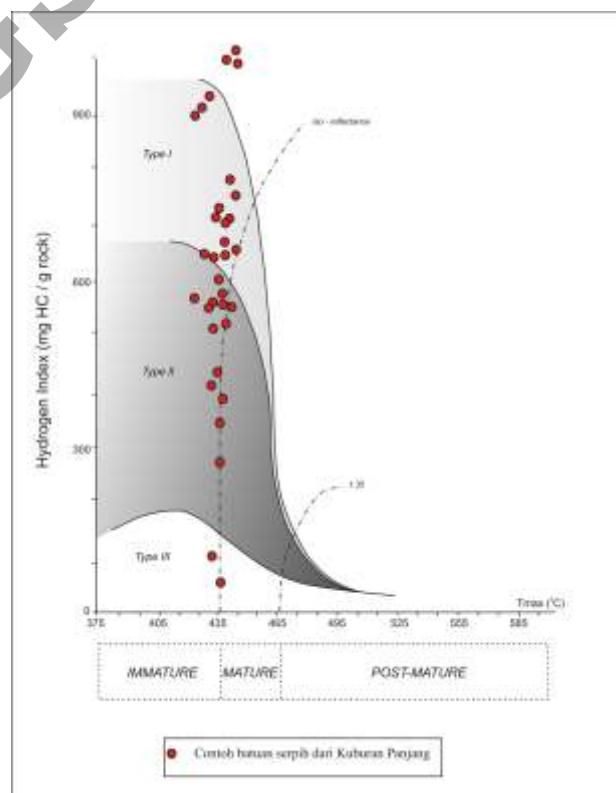
### Tipe Material Organik

Tipe material organik di daerah penelitian diinterpretasikan berdasarkan pada nilai indeks hidrogen (HI) dan indeks oksigen (OI) yang dihasilkan dari analisis Rock-Eval Pirolisis. Tipe material organik merupakan cerminan dari maseral penyusun batuan sedimen tersebut. Maseral penyusun batuan sedimen akan mempengaruhi tipe material organik sesuai dengan kehadiran dari beberapa macam maseral kunci. Diagram indeks hidrogen terhadap indeks oksigen digunakan untuk memberikan gambaran tipe kerogen dan kecenderungan hidrokarbon yang dihasilkan.

Berdasarkan diagram indeks hidrogen terhadap indeks oksigen dari serpih Formasi Kelesa diketahui bahwa serpih Formasi Kelesa memiliki kecenderungan untuk menghasilkan minyak dan gas yang berasal dari tipe kerogen I, II dan III (Gambar 6).

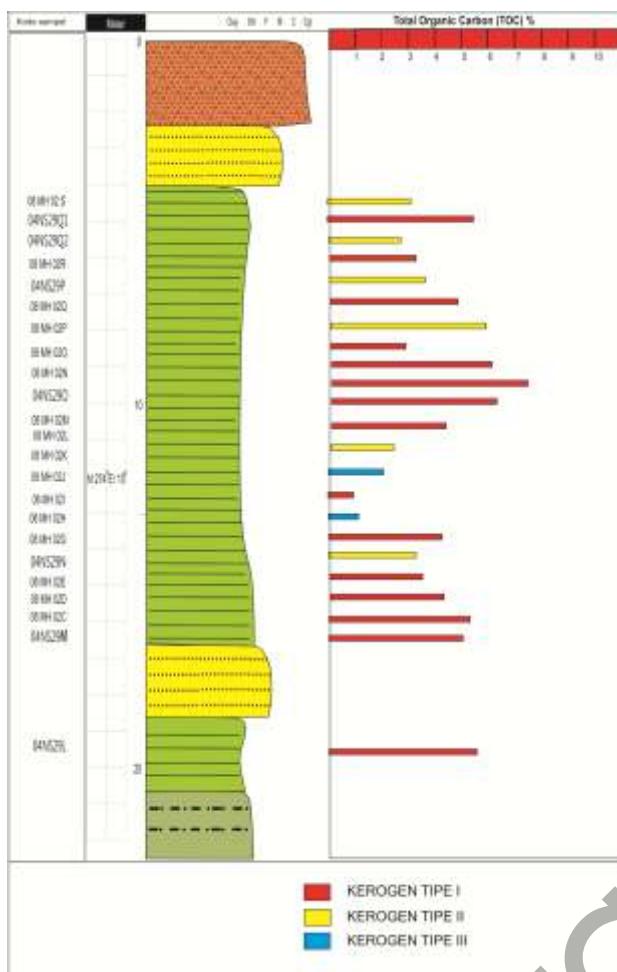
Tipe kerogen I lebih cenderung menghasilkan minyak, tipe kerogen II mempunyai kecenderungan menghasilkan lebih banyak minyak daripada gas, sedangkan tipe kerogen III hanya menghasilkan gas dan sedikit sekali menghasilkan minyak. Banyak sedikitnya minyak atau gas ditentukan oleh nilai Indeks Hidrogen (HI). Semakin tinggi nilai HI maka semakin banyak juga minyak yang dihasilkan.

Hasil analisis pirolisis Rock-Eval serpih Formasi Kelesa menunjukkan bahwa nilai TOC berkisar dari 1,18% sampai 6,39%, Tmaks dari 4290C sampai 4370C, Potential Yield (PY) antara 1,28 sampai 51,94, Indeks Hidrogen (HI) antara 65 dan 1522 mg HC/gr batuan. Kekayaan material organik serpih Formasi Kelesa mempunyai kecenderungan baik sampai sangat baik sekali.



Sumber : olahan penulis

Gambar 6. Diagram Tmaks terhadap Hidrogen Indek (HI) yang menunjukkan tipe kerogen dari serpih Formasi Kelesa di daerah penelitian.

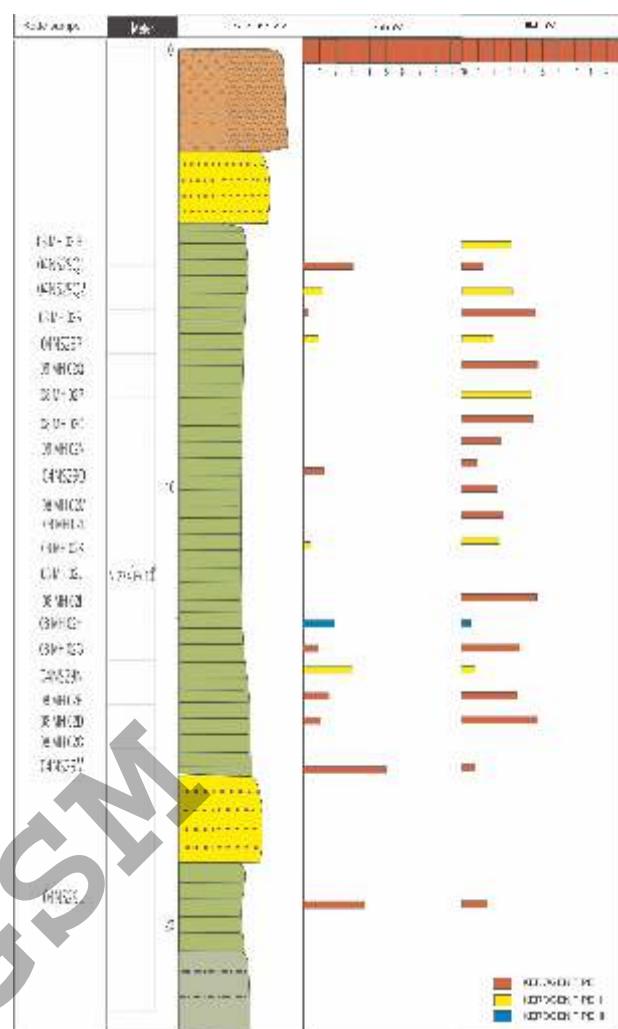


*Sumber : olahan penulis*

**Gambar 7.** Nilai TOC pada lapisan serpih di Kuburan Panjang

Secara vertikal kekayaan material organik dari serpih dapat dilihat pada Gambar 7 yang menunjukkan adanya variasi nilai TOC dari bawah sampai ke atas. Perbedaan nilai TOC tersebut merupakan akibat dari suatu lingkungan pengendapan tertentu yang menyebabkan perubahan perkembangan pertumbuhan material organik yang pada akhirnya menyebabkan perbedaan suplai material organik disetiap lapisan serpih. Kandungan TOC dari bawah sampai atas pada Formasi Kelesa di Kuburan panjang menunjukkan suatu siklus tertentu yaitu kelimpahan material karbon terlihat adanya fluktuasi. Ada dua puncak kelimpahan material organik yang ada yaitu di bagian bawah dan bagian atas.

Pada gambar 7 terlihat kelimpahan yang meningkat dari material organik terlihat pada bagian atas penampang stratigrafi. Kelimpahan material organik terjadi karena adanya pertumbuhan organik yang sangat berkembang dengan baik. Perkembangan organik tersebut disebabkan oleh kondisi yang memungkinkan suatu organik bisa tumbuh hidup dengan baik.



Sumber : olahan penulis

**Gambar 8.** Perbandingan distribusi vertikal maseral eksinit dan vitrinit pada serpih di daerah penelitian

Kondisi oksidasi merupakan kondisi yang kental akan oksigen yang memungkinkan suatu organisme/organik bisa tumbuh berkembang dengan baik. Kondisi oksigen tinggi mencerminkan adanya suatu daerah yang terbuka yang mungkin disebabkan oleh penurunan muka air sehingga oksigen bisa dijumpai dalam jumlah yang memadai. Fluktuasi muka air akan mempengaruhi kondisi oksidasi atau reduksi suatu daerah.

Kelimpahan eksinit pada serpih Formasi Kelesa di daerah penelitian mempunyai kecenderungan lebih dominan daripada maseral vitrinit (Gambar 8). Hal ini menunjukkan bahwa secara organik kandungan pembentuk hidrokarbon pada serpih lebih dominan menghasilkan minyak daripada gas.

Analisis petrografi organik (Tabel 2) terhadap serpih Formasi Kelesa di daerah Kuburan Panjang menunjukkan karakter material organik yang ada di dalam serpih di daerah penelitian.

Tabel 2. Hasil analisis petrografi organik di daerah Kuburan Panjang, Rengat, Cekungan Sumatera Tengah

No.	Sample	Lithologi	Dv	V	Re	Bm	S <sub>p</sub>	S <sub>b</sub>	C <sub>u</sub>	Alg	E <sub>xu</sub>	E	C <sub>l</sub>	Carb	Py	MM	Rumln	Rumax	Rv
1	MH 02 S	Shale, olv gy	0,00	0,00	0,00	2,90	0,00	0,00	0,00	0,60	0,00	0,00	96,00	0,00	0,50	96,50	0,34	0,48	0,43
2	NS_29Q <sub>1</sub>	Shale, briny, papery	3,00	3,00	1,00	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00	1,40	87,60	2,00	6,00	95,60	0,34	0,48	0,43	
3	NS_29Q <sub>2</sub>	Shale, gy-dgy, papery	1,00	1,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	88,00	3,00	5,00	96,00	0,21	0,33	0,27	
4	MH 02 R	Shale, dk gy	0,20	0,20	0,00	3,40	0,00	0,00	0,00	1,20	0,00	4,60	95,00	0,00	0,20	95,20			
5	NS_29P	Shale, gy-sltv, papery	0,80	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	1,4	0,00	0,00	2,20	71,60	24,2	1,2	97,00	0,16	0,22	0,18
6	MH 02 Q	Shale, brnsh gy	0,00	0,00	0,00	3,20	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00	4,70	95,00	0,00	0,30	95,30			
7	MH 02 P	Shale, clv gy	0,00	0,00	0,00	2,80	0,00	0,00	0,00	1,40	0,00	4,20	95,00	0,20	0,60	95,80			
8	MH 02 O	Shale, olv gy	0,00	0,00	0,00	2,50	0,00	0,00	0,00	1,80	0,00	4,30	92,00	0,50	3,20	95,70			
9	MH 02 N	Shale, med dk gy	0,00	0,00	0,00	1,80	0,00	0,00	0,00	0,70	0,00	2,50	93,00	0,20	4,30	97,50			
10	NS_29 O	Shale, briny, papery	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	92,00	1,00	5,00	98,00	0,31	0,56	0,43
11	MH 02 M	Shale, clv gy	0,00	0,00	1,40	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	2,30	96,00	0,30	1,40	97,70				
12	MH 02 L	Shale, olv gy	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	1,10	0,00	2,60	96,00	0,20	1,20	97,40				
13	MH 02 K	Shale, lt olv gy	0,30	0,30	0,00	1,30	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	2,10	97,00	0,00	0,60	97,60			
14	MH 02 J	Shale, clv gy	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	98,00	0,20	1,80	100,00			
15	MH 02 I	Shale, med dk gy	0,00	0,00	0,00	3,20	0,00	0,00	0,00	1,40	0,00	4,60	95,00	0,00	0,40	95,40			
16	MH 02 H	Shale, med gy	1,50	1,50	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	96,00	1,30	0,60	97,90				
17	MH 02 G	Shale, olv gy	0,70	0,70	0,00	2,50	0,00	0,00	0,00	1,30	0,00	3,80	94,00	0,00	1,50	95,50			
18	NS_29N	Shale, gy, papery	3,00	3,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,8	0,00	0,2	1,20	78,40	1,00	16,0	95,40	0,24	0,79	0,36
19	MH 02 E	Shale, olv gy	1,20	1,20	0,00	2,70	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	3,50	94,00	0,00	1,30	95,30			
20	MH 02 D	Shale, clv gy	0,80	0,80	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00	1,70	0,00	4,70	93,00	0,00	1,50	94,50			
21	NS_29M	Shale, brn, dgy, fissile	5,00	5,00	0,20	0,00	0,80	0,00	0,00	0,6	1,20	78,80	10,00	5,00	93,80	0,34	0,49	0,43	
22	NS_29 I	Shale, gy-brny, silty	3,60	3,60	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,60	85,80	2,40	5,60	93,80	0,30	0,40	0,35	
23	NS_29K	Shale, gy-brny, papery	1,00	1,00	1,80	0,00	0,00	0,00	0,6	0,00	0,00	2,40	83,60	3,00	10,00	96,60	0,29	0,43	0,35

V: vitrinit  
Iv: inertinit  
R: resinit  
S: silicinit  
F: flosil  
E: erosit  
L: lutinit  
K: kaktusinit  
C: carbonat  
Q: quininit  
A: algininit  
D: dolomitinit  
B: bituminit  
H: huminit  
M: matinit

Sumber : data olahan penulis

Berdasarkan hasil analisis petrografi organik memperlihatkan kandungan maseral dari serpih tersusun oleh vitrinit, eksinit, mineral lempung, karbonat dan pirit. Komposisi maseral vitrinit berkisar antara 0,20 – 5,0 %, eksinit 0,60 – 4,70%, pirit 0,20 – 16,00%, karbonat 0,20 -24,2 % dan mineral lempung merupakan komponen yang paling dominan yaitu berkisar antara 71,60 - 98,00%.

## DISKUSI

Secara vertikal lapisan serpih Formasi Kelesa di daerah Kuburan Panjang bagian atas mempunyai karakteristik material organik yang fluktuatif. Kehadiran material organik tersebut mempengaruhi sifat geokimia organik lapisan serpih tersebut.

Berdasarkan gambar log plot (Gambar 9) memperlihatkan bahwa antara komposisi maseral eksinit, vitrinit, mineral lempung dan TOC, mempunyai kemiripan karakteristik, kecuali kelimpahan mineral lempungnya. Dari bawah ke atas profil ketiganya menunjukkan suatu siklus yang hampir sama yaitu adanya kelimpahan material organik yang fluktuatif. Kelimpahan material organik yang fluktuatif tersebut sangat terlihat antara kelimpahan eksinit dan TOC nya. Nilai TOC di dominasi kandungannya oleh maseral eksinit dan vitrinit. Kehadiran eksinit dan vitrinit sangat mempengaruhi jenis tipe kerogen serpih, eksinit sangat berperan dalam pembentukan tipe kerogen II, sedangkan vitrinit berpengaruh pada tipe kerogen III. Tipe kerogen I sangat dipengaruhi oleh kandungan alginit pada serpih tersebut.

Menurut Waples (1985) menerangkan bahwa tipe Kerogen I sangat jarang ditemukan kecuali pada lingkungan pengendapan lakustrin dan dalam kondisi anoksik. Kerogen tipe ini bisa juga terjadi pada lingkungan laut tetapi sangat terbatas. Tipe kerogen II terbentuk cenderung oleh beberapa campuran dari material organik yang berasal dari berbagai sumber yaitu dari alga laut, polen, spora, resin dan daun. Kerogen tipe II biasanya terbentuk pada lingkungan pengendapan laut dengan kondisi yang reduksi. Sementara itu kerogen tipe III mempunyai terbentuk dari campuran material organik berupa kayu, selulosa dari tumbuhan-tumbuhan darat.



*Sumber : olahan penulis*

**Gambar 9.** Log plot material organik dengan sifat geokimia organik lapisan serpih Formasi Kelesa bagian atas.

Berdasarkan kondisi tersebut maka serpih Formasi Kelesa di daerah penelitian merupakan hasil pengendapan dari lingkungan pengendapan yang dipengaruhi oleh lingkungan fluviatil sampai lakustrin, yang mengendapkan material-material organik dari tumbuhan darat dan dari lakustrin itu sendiri. Pada saat pengendapan terjadi beberapa siklus terhadap fluktuasi dari lingkungannya yaitu antara proses sedimentasi lakustrin kemudian menuju darat atau adanya fluktuasi muka air sehingga ada suatu dinamikan di dalam kehadiran material organik pada serpih di daerah penelitian.

## KESIMPULAN

Secara umum Formasi Kelesa dapat dibagi menjadi tiga satuan, yaitu: runtunan batuan klastika sangat kasar yang terdiri atas konglomerat dan breksi, batuan klastika kasar yang tersusun oleh batupasir konglomeratan dan batupasir dengan sisipan batulanau, serta runtunan batuan klastika halus yang hadir berupa serpih dengan sisipan batulanau dan batupasir halus. Serpih umumnya berlapis tipis - tebal dengan kisaran antara 0,5-2 cm, berstruktur *papery - flaggy*, lunak - keras, berselingan antara warna kehitaman dan

kecoklatan, dengan sisipan batulumpur dan batupasir halus. Berdasarkan analisis palinologi Formasi Kelesa berumur Eosen Tengah – Akhir dan dari karakteristik satuan batuan tersebut menunjukkan bahwa lingkungan pengendapan formasi ini adalah freshwater swamp atau rawa air tawar.

Secara stratigrafi terlihat adanya fluktuasi kelimpahan material organik dari bawah sampai ke atas. Kelimpahan material organik sangat terlihat pada bagian atas dari penampang stratigrafi di daerah penelitian. Kelimpahan tersebut mencirikan adanya suatu perubahan kondisi oksidasi yang terjadi. Secara umum perkembangan lapisan dari bawah menuju ke atas memberikan gambaran adanya perubahan muka air dari yang tinggi menuju ke muka air yang rendah atau dari kondisi yang reduksi (oksigen rendah) menuju oksidasi (oksigen tinggi). Kelimpahan material organik tersebut didominasi terutama oleh eksinit dan vitrinit.

Fluktuasi tersebut juga mempengaruhi kehadiran mineral getas yang akan mempengaruhi nilai brittleness indeks pada lapisan serpih. Pada saat kondisi muka air (lakustrin) turun, kandungan material organik mengalami kenaikan.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Dewan Redaksi, rekan-rekan tim lapangan (Asep Kurnia Permana, Yusup Iskandar dan Jumbawan) sehingga tulisan dan data dapat diolah menjadi suatu tulisan ilmiah.

## ACUAN

- Clarke, M.C.G., 1982, *Notes on a Geological traverse from Padang to Medan, Sumatra*. Unpublished Report, NSFP Rep. Ser. Vol. 4, No. 4/83, Directorate of Mineral Resources, Bandung, Indonesia, 11/10/83.
- Heidrick, T.L., dan Aulia, K., 1993, A Structural and Tectonic Model of The Coastal Plains Block, Central Sumatra Basin, Indonesia, *Poceedings, Indonesian Petroleum Association 22nd Annual Convention Exhibition*.
- Ju YW., Wang, G., Bu, H., Li, Q., Yan, Z., 2014, China Organic Rich Shale Geologic Features and Special Shale Gas Production Issues, *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering* 6, 196-207.
- Nichols, G., 2009, *Sedimentology and Stratigraphy Second Edition*, John Wiley and Son, New York.
- Rahmalia, D., 2012, Shale Gas Potential in Indonesia “More to The East”, *Poceedings, Indonesian Petroleum Association Thirty-Sixth Annual Convention & Exhibition*, May 2012.
- Silitonga, P.H dan Kastowo1995. *Peta Geologi Lembar Solok skala 1:250.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Simandjuntak, T.O., Budhitrisna, T., Surono., Gafoer, S., dan Amin, T.C., 1994. *Peta Geologi Lembar Muarabungo, Sumatera skala 1:250.000*. Pusat penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Susanto, E., Suwarna, N. dan Hermiyanto, H., 2004. Penelitian Fosil Fuel dan Paleontolog, Kajian Oil Shale, di Sumatera Bagian Tengah. Laporan Internal, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Suwarna, N., Budhtrisna, T., Santosa, S., dan Andi Mangga, S., 1994. *Geological Map of the Rengat Quadrangle, Sumatera, scale 1 : 250.000*. Geological Research and Development Centre, Bandung.
- Waples, D.W., 1985, *Geochemistry in Petroleum Exploration*. Brown and Ruth Labotaries, Inc. Denver, Colorado.
- Zhang, DW., Li YX., Zhang JC., Qiao DW., Jiang WL., Zhang JF., 2012, *National Survey and Assesment of Shale Gas Resources Potential in China*, Beijing: Geologic Publishing House in Chinese.