

Validasi Lingkungan Pengendapan Batubara Berdasarkan Analisis Petrografi Organik Pada Formasi Muara Enim, Cekungan Sumatra Selatan

Amelia Puspa Monita^{1*}, Noor Cahyo Dwi A.², Yunus Ashari¹

¹Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia. ²Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan (PPPGL) Bandung, Indonesia.

ameliapuspa16@gmail.com

Abstract. The coal sample was derived from the Muara Enim formation, the basins of South Sumatra, more precisely in the District of West Merapi, Lahat Regency. Research carried out by using analytical methods petrography of organic in order to know the composition of the maseral and minerals constituent of coal as well as methods of analysis of the stratigraphy to determine the facies rocks of the compiler as well as strengthen the idea in the determination of the depositional environment of the coal research area. Interpretation of coal depositional environment is performed based on the relationship of the value of the TPI and GI and the results of the comparison of the model facies obtained with the model of the environment of deposition that have been there before. The content of the group maseral huminit dominate the coal study area (>50%) followed by group maseral liptinit and inertinit. Coal study area has a range of values TPI of 0,87–1,61 and GI 6,98–37,33 shows that coal in the study area sedimentation flock on the environment of deposition of the transitional lower delta plain with a sub-environment pengendapannya specialized telmatik and limno-telmatik on peat bogs, wet forest swamp and fen. Based on the position in the stratigraphy of the study area sedimentation flock on the environment swamp evidenced by the contact top and bottom that show the content of carbonaceous complex consists of coal into claystone carbonaceous rich content of organic elements in the form of the element carbon. Of the content of organic matter is then the formation of coal took place in calm conditions so construed is deposited on the environment of the swamp.

Keywords: Muara Enim formation, the analysis of the petrography, TPI and GI, depositional environment.

Abstrak. Sampel batubara berasal dari formasi Muara Enim cekungan Sumatra Selatan, lebih tepatnya pada Kecamatan Merapi Barat, Kabupaten Lahat. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode analisis petrografi organik guna mengetahui komposisi maseral dan mineral penyusun batubara serta metode analisis stratigrafi guna mengetahui fasies batuan penyusun serta memperkuat gagasan dalam penentuan lingkungan pengendapan batubara daerah penelitian. Interpretasi lingkungan pengendapan batubara dilakukan berdasarkan hubungan nilai TPI dan GI dan hasil perbandingan model fasies yang didapatkan dengan model lingkungan pengendapan yang telah ada sebelumnya. Kandungan kelompok maseral huminit mendominasi batubara daerah penelitian (>50%) diikuti dengan kelompok maseral liptinit dan inertinit. Batubara daerah penelitian memiliki rentang nilai TPI 0,87–1,61 dan GI 6,98–37,33 menunjukkan bahwa batubara pada daerah penelitian terendapkan pada

lingkungan pengendapan transitional lower delta plain dengan sub-lingkungan pengendapannya berupa telmatik dan limno-telmatik pada rawa gambut wet forest swamp dan fen. Berdasarkan kedudukan dalam stratigrafi daerah penelitian terendapkan pada lingkungan swamp dibuktikan dengan adanya kontak atas dan bawah yang memperlihatkan kandungan karbonan yang berangsur terdiri atas batubara menjadi batulempung karbonan yang kaya kandungan unsur organik berupa unsur karbon. Dari kandungan unsur organik tersebut maka pembentukan batubara berlangsung dalam kondisi tenang sehingga ditafsirkan diendapkan pada lingkungan swamp.

Kata Kunci: Formasi Muara Enim, analisis petrografi organik, TPI dan GI, lingkungan pengendapan.

1. Pendahuluan

Indonesia memiliki banyak kekayaan alam, salah satunya berupa kekayaan alam dalam bidang energi yaitu batubara. Di Indonesia endapan batubara paling banyak dijumpai di pulau Sumatera dan Kalimantan. Formasi Muara Enim, Cekungan Sumatra Selatan merupakan salah satu formasi pembawa batubara penting di Indonesia. Formasi ini memiliki potensi batubara cukup besar, dibuktikan dengan data neraca sumber daya dan cadangan batubara Indonesia, mencatat bahwa jumlah sumber daya batubara Formasi Muara Enim sebesar 42,38 milyar ton sedangkan cadangan batubaranya sebesar 9,78 milyar ton. Sebagian besar cadangan tersebut termasuk ke dalam batubara peringkat rendah berupa lignit sampai sub-bituminus (Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi, 2018).

Secara umum pembentukan batubara dapat dipengaruhi oleh lingkungan tempat diendapkannya batubara yang mencakup beberapa faktor, diantaranya letak geografi dan iklim, perkembangan dan pertumbuhan vegetasi, pengaruh struktur deformasi tektonik, akumulasi vegetasi, tumbuhan pembentuk batubara, topografi lingkungan pengendapan serta proses transformasi vegetasi menjadi batubara. Faktor tersebut yang akan menentukan ketebalan, kualitas maupun distribusi lateral dan vertikal batubara. Untuk mengetahui karakteristik batubara, biasanya dilakukan dengan studi petrografi batubara, yaitu pendekatan dalam melihat komponen organik dan anorganik secara mikroskopis, yang menekankan pada cara pemerian dan klasifikasi batubara secara sistematis (Stach dkk., 1982). Hasil studi ini juga dapat dipakai untuk menafsirkan lingkungan pengendapan batubara.

Daerah penelitian berada pada Formasi Muara Enim, bagian Barat Daya dari Cekungan Sumatra Selatan tepatnya di Kecamatan Merapi Barat, Kabupaten Lahat Provinsi Sumatra Selatan. Penelitian ini membahas mengenai komposisi maseral dan mineral tertentu yang terkandung pada sampel batubara berdasarkan analisis petrografi organik dan didukung oleh data analisis stratigrafi guna mengetahui lingkungan pengendapan batubara pada daerah penelitian

2. Landasan Teori

Interpretasi lingkungan pengendapan batubara pada penelitian ini ditentukan berdasarkan nilai *Tissue Preservation Index* (TPI) dan *Gelification Index* (GI) oleh Diessel (1992) yang didapatkan dari hasil analisis petrografi organik. Analisis dilakukan berdasarkan skala laboratorium dengan meneliti 12 sampel batubara singkapan pada *seam J* dan *seam K*.

Analisis petrografi organik dilakukan guna mengetahui komposisi maseral pada setiap contoh sayatan poles (*polished block*) batubara di bawah mikroskop, dilakukan sebanyak 500

titik pengamatan dengan menggunakan sinar putih (*reflected white light*) dan sinar fluoresen (*reflected fluorescent light*). Hasil studi pustaka menunjukkan bahwa batubara daerah penelitian termasuk dalam batubara peringkat rendah, sehingga terminologi yang digunakan dalam mengidentifikasi maseral mengikuti acuan ICCP (*International Committee for Coal and Organic Petrology*, 1994). Data komposisi maseral dan mineral tertentu yang telah didapatkan selanjutnya diolah menggunakan rumus TPI (1) dan GI (2), kemudian diplot dalam diagram TPI-GI Diessel (1986).

$$TPI = \frac{\text{Humotelinite} + \text{Telo-innertinite}}{\text{Humodetrinite} + \text{Humocollinite} + \text{Inertodetrinite} + \text{Geloinnertinite}} \dots\dots\dots(1)$$

$$GI = \frac{\text{Huminite} + \text{Geloinnertinite}}{\text{Innertinite (Tidak termasuk sacrinite dan macrinite)}} \dots\dots\dots(2)$$

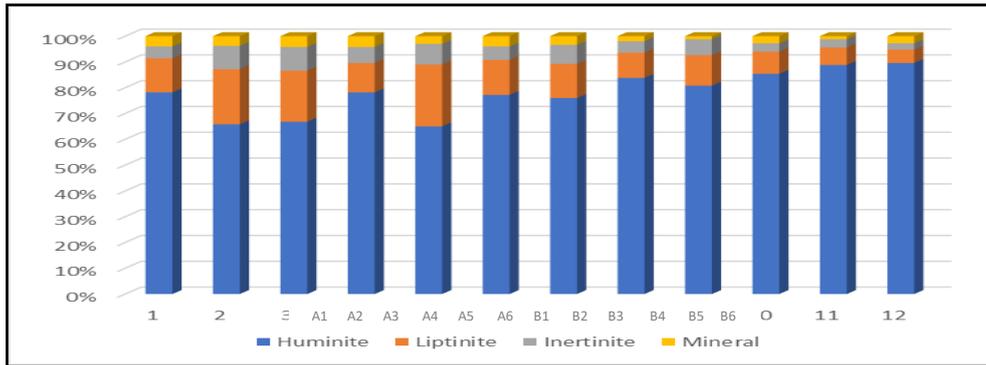
Dilakukan pula analisis stratigrafi guna memperkuat gagasan dalam penentuan lingkungan pengendapan batubara dengan cara membandingkan fasies model batuan yang telah ada sebelumnya dengan fasies batuan pada data stratigrafi daerah penelitian, model pembanding yang digunakan adalah model lingkungan pengendapan menurut Horne dkk (1978).

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Komposisi Maseral Batubara

Batubara yang terdapat pada Formasi Muara Enim secara petrografis, umumnya terdiri atas kelompok maseral huminit dan liptinit. Maseral huminit terdiri atas sub-kelompok humodetrinit, humokollinit dan lapisan tipis humotelinit. Liptinit terdiri atas resinit, kutinit, suberinit, sporinit, liptodetrinit, fluorinit, alginit dan eksudatinit. Inertinit jarang sekali ditemukan dalam batubara Sumatra. Sekitar 50% fragmen inertinit adalah semifusinit dan funginit sedangkan sisanya adalah sklerotinit, inertodetrinit, dan sedikit fusinit. Batubara Formasi Muara Enim mengandung sedikit mineral (<5%) yang meliputi pirit dan mineral lempung. Pirit terlihat dalam bentuk butiran-butiran halus. Mineral lempung terlihat sebagai inklusi butiran halus yang tersebar hampir disemua batubara. Mineral lempung ini mengisi ke dalam rongga-rongga pada sel tumbuhan dan umumnya berasosiasi dengan maseral huminit (Santoso, 2014).

Sedangkan, dalam skala yang lebih kecil pada Formasi Muara Enim yaitu pada daerah penelitian menunjukkan bahwa hasil analisis petrografi organik daerah penelitian didominasi atas kelompok maseral huminit (65,00–89,60%), dengan persentase rata-rata sub-kelompok maseral humotelinit (41,13%), sub-kelompok maseral humodetrinit (31,65%) dan sub-kelompok maseral humokollinit (5,21%). Untuk kelompok maseral liptinit menunjukkan nilai yang relatif sedang yaitu 5,20–24,00%. Lain halnya dengan kelompok maseral inertinite, kelompok maseral ini menunjukkan nilai persentase relatif rendah dibandingkan dengan kelompok maseral lainnya, yaitu 2,40–9,20%, yang terdiri dari sub-kelompok maseral teloinertinit (4,95%) dan sub-kelompok maseral detroinertinit (0,48%). Untuk kandungan mineral matter menunjukkan nilai variatif yaitu 1,20–4,20%, terdiri dari lempung dengan persentase rata-rata 1,56%, mineral pirit (1,01%) dan mineral lain (0,46%). Komposisi maseral dan mineral batubara daerah penelitian secara rinci dapat dilihat pada (Lampiran A).



Gambar 1. Komposisi Maseral dan Mineral pada Batubara Daerah Penelitian

Berdasarkan komposisi maseral pada batubara Formasi Muara Enim dengan batubara daerah penelitian menunjukkan komposisi maseral yang tidak jauh berbeda, hanya saja pada batubara daerah penelitian lebih kaya akan kelompok maseral huminit, dibuktikan dengan kandungan kelompok maseral huminit yang lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan kelompok maseral huminit yang umum terdapat di Formasi Muara Enim, begitu pula dengan kandungan kelompok maseral liptinit dan inertinit-nya batubara daerah penelitian memiliki nilai kandungan kelompok maseral liptinit dan inertinit yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang umumnya terdapat di Formasi Muara Enim.

Kandungan liptinit dan inertinit dalam batubara secara sistematis berhubungan erat dengan kandungan huminit, yakni kandungan liptinit dan inertinit akan berkurang dengan kenaikan kandungan huminit. Kandungan liptinit tidak terkait dengan kandungan inertinit. Demikian pula halnya dengan kandungan mineral, tidak terkait dengan kandungan semua maseral dalam batubara (Santoso, 2014).

Lingkungan Pengendapan berdasarkan Nilai TPI dan GI

Batubara pada daerah penelitian memiliki rentang nilai TPI 0,87 – 1,78 dan GI 7,26 – 37,33 seperti yang ditunjukkan pada tabel berikutini (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil Perhitungan Nilai TPI dan GI

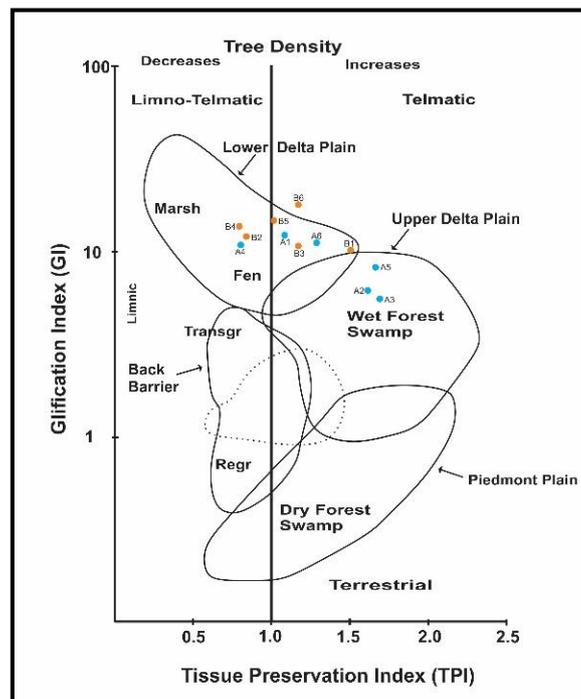
No	Seam	Kode Sampel	Nilai TPI	Nilai GI
1	J	A1	1,16	19,70
2		A2	1,65	7,70
3		A3	1,78	7,26
4		A4	0,88	14,63
5		A5	1,72	9,14
6		A6	1,39	15,48
7	K	B1	1,53	11,26
8		B2	0,91	20,00
9		B3	1,27	13,50
10		B4	0,87	26,69
11		B5	1,08	27,75
12		B6	1,27	37,33

Nilai TPI pada daerah penelitian didominasi oleh nilai TPI >1 (sampel A1, A2 A3, A5, A6, B1, B3, B5 dan B6) hal ini mengindikasikan tipe vegetasi yang dominan adalah tumbuhan berkayu dengan tingkat pengawetan jaringan yang baik dicirikan dengan tingginya kandungan grup maseral humotelinite. Kondisi ini mencerminkan adanya penebalan gambut secara cepat dengan kondisi basah dan lembab sehingga mendukung tingkat pengawetan jaringan tumbuh secara baik. Tingkat pengawetan jaringan sel tumbuhan yang baik ini diperkirakan berhubungan dengan lingkungan pengendapan gambut yang selalu dalam kondisi basah dan pH yang rendah (Calder dkk., 1991; Diessel, 1992). Untuk nilai TPI <1 (sampel A4, B2 dan B4) menunjukkan

tumbuhan penyusunnya berupa tumbuhan perdu.

Nilai GI pada daerah penelitian memiliki nilai yang sedang, sehingga secara umum kondisi lingkungan gambut berada pada kondisi basah atau terjaga kelembabannya. Terdapat anomali pada sampel A2, A3 dan A5 dimana memiliki nilai GI yang cukup rendah (<10), hal ini terjadi akibat adanya peningkatan nilai grup maseral teloinertinite. Implikasi dari rendahnya nilai GI mengindikasikan prose penggabutan mengalami oksidasi yang lebih intensif atau gambut terendapkan pada kondisi dimana berkontak langsung dengan udara atau oksigen

Selanjutnya nilai TPI dan GI tersebut diplot dalam diagram TPI-GI menurut Diessel (1986) seperti yang ditunjukkan pada (Gambar 6).



Gambar 2. Diagram TPI dan GI Batubara Daerah Penelitian (Diessel, 1986).

Berdasarkan hasil pengeplotan pada diagram TPI-GI (Diessel, 1986) (Gambar 2) menunjukkan bahwa batubara pada daerah penelitian terendapkan diantara rawa gambut *wet forest swamp* dan rawa gambut *fen* dan diantara kondisi lingkungan *telmatic* dan kondisi lingkungan *limno-telmatic*.

Wet forest swamp merupakan rawa gambut yang selalu basah saat musim kemarau hingga musim dingin, proses pengendapan batubara berada pada rawa gambut yang relatif lembab atau basah atau selalu tergenang oleh air dengan kata lain pembentukan batubara berkembang dengan baik. Tumbuhan pengisi gambut didominasi oleh tumbuhan kayu, dicirikan dengan kandungan kelompok maseral huminit yang tinggi (Teichmuller, 1982). Sedangkan *fen* merupakan rawa gambut yang kaya akan tumbuhan perdu dan beberapa jenis pohon lainnya.

Lingkungan *telmatic* merupakan lahan yang mengalami kondisi terus-menerus digenangi oleh air tawar maupun air laut, sifat dari lingkungan ini yaitu eutrofik sampai dengan mesotrofik dominannya ditumbuhi tumbuhan berkayu. Kondisi lingkungan *telmatic* akan menghasilkan lahan gambut yang tidak terganggu dan tumbuh insitu serta tingkat kerapatan pepohonan bertambah, ditunjukkan dengan nilai TPI dan GI yang relatif cukup tinggi. Hal ini didukung dengan kandungan sub-kelompok maseral humotelinite yang tinggi (Diessel, 1992). Sementara itu, lingkungan *limno-telmatic* merupakan kondisi lahan yang selalu digenangi air, baik saat musim pasang surut ataupun dalam kondisi biasa. Sifat dari lingkungan ini berupa mesotrofik mengandung percampuran antara air laut dengan air tawar, didominasi oleh tumbuhan perdu diikuti tumbuhan kayu.

Berdasarkan hasil analisis lingkungan pengendapan dengan menggunakan konsep

Diessel (1986) didapatkan bahwa batubara daerah penelitian terendapkan diantara lingkungan pengendapan *lower delta plain* dan *upper delta plain* (Gambar 6). Sehingga, apabila ditinjau berdasarkan konsep model lingkungan pengendapan menurut Horne (1978) batubara daerah penelitian tersebut dapat dikatakan terendapkan pada lingkungan pengendapan *transitional lower delta plain*.

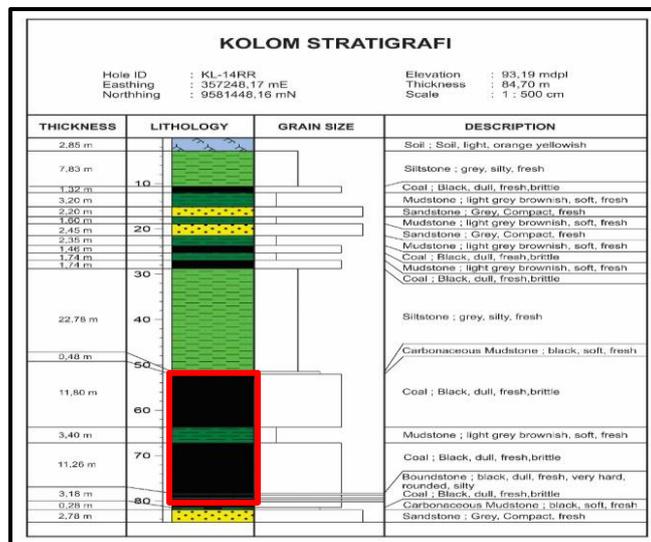
Menurut Horne (1978) lingkungan pengendapan *transitional lower delta plain* merupakan transisi dari lingkungan *upper delta plain* dengan lingkungan *lower delta plain*, endapan sedimen terdiri atas perpaduan antara lingkungan *lower delta plain* dan *upper delta plain* yaitu perselingan batulanau, batulempung dan batupasir seperti yang terlihat pada kolom stratigrafi pada daerah penelitian (Gambar 3). Batubara pada daerah ini memiliki ciri lapisan batubara relatif tebal, seperti yang ditunjukkan pada batubara pada daerah penelitian memiliki kisaran ketebalan mulai dari 0,10 hingga 27,50 meter, dengan rata-rata ketebalan ± 9,26 meter, dengan kandungan sulfur yang rendah. Lapisan batubara tersebar meluas dengan kecenderungan sedikit memanjang, sejajar dengan jurus pengendapan dikarenakan perkembangan rawa yang ekstensif. *Splitting* juga berkembang pada lingkungan pengendapan ini, dibuktikan dengan terdapatnya sisipan lapisan batuan pada batubara dengan ketebalan berkisar antara 0,12 sampai 0,38 meter, sisipan tersebut terdiri atas *carbonaceous mudstone*, *boundstone*, dan *mudstone* (Gambar 3). Pengendapan terpengaruh oleh transgresi air laut, namun tidak terlalu signifikan dibuktikan dengan rendahnya kandungan mineral pirit (0,20% – 1,80%).

Lingkungan Pengendapan berdasarkan Analisis Stratigrafi

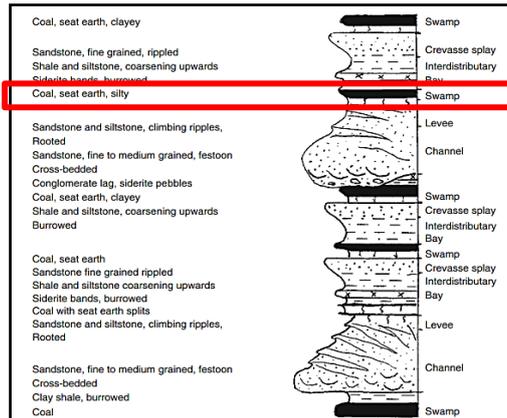
Untuk memperkuat gagasan tersebut maka dilakukan pula analisis stratigrafi (litofasies), interpretasi lingkungan pengendapan berdasarkan analisis stratigrafi dilakukan dengan membandingkan fasies-fasies batuan yang telah dibuat dengan fasies model yang telah ada sebelumnya sehingga didapatkan hasil berupa pola pengendapan (D. A. P. Pratama, 2015).

Daerah penelitian merupakan daerah pengendapan delta dimana ketika sebuah sungai memasuki laut dan terjadi penurunan kecepatan secara drastis, yang diakibatkan bertemunya arus sungai dengan gelombang, maka endapan-endapan yang dibawanya akan terendapkan secara cepat dan terbentuklah sebuah delta. Maka dari itu, model pembanding yang digunakan adalah konsep model lingkungan pengendapan daerah delta menurut Horne (1978).

Selain itu, penentuan lingkungan pengendapan ini didukung pula dengan *succession vertical delta* (litologi suatu delta secara vertikal). Diketahui bahwa pada lingkungan pengendapan delta memiliki susunan litologi secara umum berupa batulempung, batupasir, batulanau, dan batubara. Susunan litologi tersebut didasarkan pada ukuran butirnya, sehingga pada lingkungan pengendapan delta ini litologinya akan berdasarkan pada ukuran butir dari yang semakin besar sampai ke ukuran butir paling kecil (Fauziah, 2020).

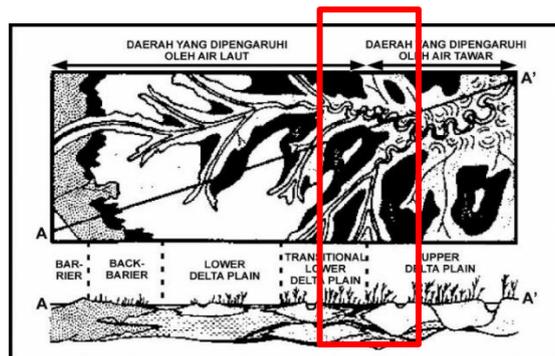


Gambar 3. Kolom Stratigrafi Daerah Penelitian



Gambar 4. Sekuen Vertikal *Transitional Lower Delta Plain* (Horne, 1978)

Berdasarkan analisa profil menggunakan model pendekatan yang dikemukakan oleh Horne (1978), didapatkan bahwa lapisan batubara diendapkan pada lingkungan rawa (*swamp*). Hal ini dapat diketahui karena adanya kontak *roof* dan *floor* memperlihatkan kandungan karbonan yang berangsur terdiri atas batubara menjadi batulempung karbonan yang kaya kandungan unsur organik berupa unsur karbon, kandungan unsur karbon ini diperlihatkan dari warna litologi hitam. Dari kandungan unsur organik tersebut maka pembentukan batubara berlangsung dalam kondisi tenang sehingga ditafsirkan diendapkan pada lingkungan *swamp* (Fajrul, 2016).



Gambar 5. Model Lingkungan Pengendapan tubara pada Daerah Penelitian (Horne, 1978).

4. Kesimpulan

Hasil analisis petrografi organik pada batubara daerah penelitian yang berlokasi di Kecamatan Merapi Barat, Kabupaten Lahat menunjukkan kandungan nilai TPI dan GI yang sedang, sehingga dapat diinterpretasi pada diagram Diessel bahwa batubara tersebut diendapkan pada lingkungan pengendapan *lower delta plain* hingga *upper delta plain* dengan sub-lingkungan pengendapannya berupa *telmatic* dan *limno-telmatic* pada rawa gambut *wet forest swamp* dan *fen*. Apabila jika ditinjau berdasarkan klasifikasi model lingkungan pengendapan milik Horne maka batubara daerah penelitian masuk dalam lingkungan pengendapan *transitional lower delta plain*. Hal ini menunjukkan bahwa daerah ini tersusun oleh tumbuhan perdu diikuti tumbuhan kayu sehingga disebut juga peralihan atau campuran, hal tersebut dapat diinterpretasikan bahwa tingkat pengawetan jaringan cukup baik. Lingkungan ini terpengaruh oleh transgresi air laut, pengaruh tersebut tidak terlalu signifikan dibuktikan dengan rendahnya kandungan mineral pirit (0,20%–1,80%).

5. Saran

Untuk mengetahui secara detail karekteristik batubara daerah penelitian, perlu dilakukannya penambahan dan perluasan lokasi *sampling*, Pengambilan sampel atau proses *sampling* perlu dilakukan secara representatif baik sampel di permukaan maupun sampel hasil

kegiatan pengeboran dan Suatu analisis perlu diimbangi dengan data lain guna lebih meyakinkan serta memperkuat hasil yang nanti akan didapatkan.

Daftar Pustaka

- Amijaya, H. and Littke, R., 2005. "Microfacies and Depositional Environment of Tertiary Tanjung Enim Low Rank Coal, South Sumatra Basin, Indonesia" *International Journal of Coal Geology* 61, p. 197-221.
- Bemmelen. R. W., 1949. *The Geology of Indonesia v. I.A.* Government Printing Office
- Bishop dan Michele, G. 2001. "South Sumatera Basin Province, Indonesia". USGS. Open-file report 99-50-S.
- D. A. P. Pratama, D. H. Amijaya, 2015. "Lingkungan Pengendapan Batubara Formasi Warukin Berdasarkan Analisis Petrografi Organik Di Daerah Paringin, Cekungan Barito, Kalimantan Selatan". Jurusan Teknik Geologi, Universitas Gadjah Mada.
- Calder, J.H., dkk., 1991. "Peat formation in a Westphalian B piedmont setting, Cumberland Basin" Nova Scotia: implications for the maceral-based interpretation of rheotrophic and raised paleo-mires: *Bulletin de la Sociéte´ Ge´ologique de France* 162/2, p. 283-298.
- Diessel, C.F.K. (1986). On the correlation between coal facies and depositional environments. *Proceedings of the 20th Sydney Basin Symposium, Department of Geology, University of Newcastle*, 19–22.
- Diessel, C.F.K. (1992). *Coal-bearing depositional systems*. Springer-Verlag, 721.
- Diessel, C.F.K. (2010). *Stratigraphic distribution of inertinite*. *International Journal of Coal Geology*, 81, 251–268.
- Fajrul, Islamy. 2016. "Geologi dan Pola Sebaran Serta Kemenerusan Lapisan Batubara Daerah Gunung Megang, Kecamatan Gunung Megang, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan". Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta.
- Fauziah, 2020. "Peranan Lingkungan Pengendapan Batubara Terhadap Kualitas Batubara di Pt Bhadra Pinggala Sejahtera Desa Separi, Kecamatan Tenggaraong Seberang, Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur". Universitas Islam Bandung, Bandung.
- Horne, J.C., dkk., 1978. "Depositional Models in Coal Exploration and Mine Planning in Appalachian Region". In *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 62 (12). p. 2379-2411.
- International Committee for Coal Petrology. (1994). *International hand- book of coal petrography, 1st supplement to 2nd edition*, Centre National de la Recherche Scientifique, Paris.
- Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi, 2018. "Formasi Muara Enim" *Formasi Pembawa Batubara di Cekungan Sumatera Selatan*. psdg.bgl.esdm.go.id.
- Santoso, Binarko. 2014. "Petrologi Batubara Sumatra dan Kalimantan: Jenis Peringkat dan Aplikasi". LIPI Press.
- Stach, E., Taylor, G.H., Mackowsky, M.-ft, Chandra, D., Teichmüller, M., & Teichmüller, R. (1982). *Stach's textbook of coal petrology*. Gebrüder Borntraeger, Berlin, Stuttgart, 535.
- Teichmüller, M., 1989. "The Genesis of Coal From The View Point Of Coal Petrology". In: Lyons, P.C and Alpern, B. (eds.) *Peat and Coal : Origin, facies and Depositional Models*, p.1-87, Elsevier, Amsterdam