



KARAKTERISTIK BATUBARA DAERAH SUNGAIPENUH (JAMBI) MENGUNAKAN METODE PETROGRAFI ORGANIK DAN KIMIA

Mohammad Rivaldy^{1*}, Lili Fauzielly¹, Reza Moh. Ganjar Gani¹

¹Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran, Bandung

*Korespondensi: ur.rivaldy@gmail.com

ABSTRAK

Daerah penelitian termasuk ke dalam Sungaipenuh, Provinsi Jambi. Daerah ini memiliki singkapan batubara yang tidak menerus dan berbentuk lensa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik batubara dengan menggunakan metode petrografi organik dan kimia. Formasi pembawa batubara berasal dari Formasi Pengasih, Formasi Kumun, dan Endapan Danau. Dari hasil analisis pada empat conto batubara yang diperoleh dari hasil penyelidikan lapangan, batubara daerah Sungaipenuh memiliki karakteristik: peringkat batubara gambut-lignit, tipe humik, dan bermutu rendah. Batubara daerah Sungaipenuh memiliki kemiripan dengan karakteristik batubara di Sumatera pada umur yang sama (Miosen-Pliosen).

Kata Kunci: Sungaipenuh, batubara, peringkat, tipe, mutu, geologi batubara, analisis petrografi organik, analisis kimia.

ABSTRACT

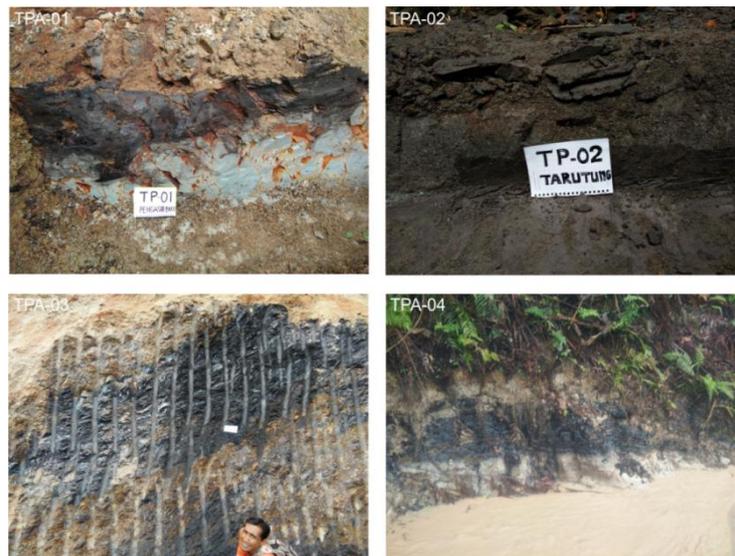
The research area is included in Sungai Penuh, Jambi Province. This area has uncontinous coal outcrop and lens shaped. This study aims to determine coal characteristics by using organic petrographic and chemical methods. The formation of the coals comes from Kumun Formation, Pengasih Formation, and Lake Deposits. Analysis of the four coal samples generated from the investigation, Sungaipenuh coal has characteristics: lignite-peat coal rank, humic type, and low grade. The coal of the Sungaipenuh region is similar to the coal characteristics in Sumatra at the same age (Miocene-Pliocene).

Keywords: *Sungaipenuh, coal characteristics, coal geology, organic petrographic analysis, chemical analysis.*

1. PENDAHULUAN

Berbagai penyelidikan batubara di Indonesia sangat diperlukan guna memenuhi kebutuhan sumber energi dalam dan luar negeri. Sumatera Selatan, Kalimantan Selatan, dan Kalimantan Timur terbukti merupakan 3 provinsi yang memiliki cadangan batubara terbesar di Indonesia. Di sisi lain, terdapat provinsi atau daerah-daerah lainnya di Indonesia memiliki ketersediaan data atau riset yang masih tergolong sedikit perihal potensi sumberdaya dan cadangan batubara, diantaranya adalah Provinsi Jambi.

Dari hasil penyelidikan lapangan yang dilakukan di daerah Sungaipenuh, Jambi menunjukkan singkapan batubara umumnya tidak menerus dan berbentuk lensa (Gambar 1.1). Kenampakan tersebut berbeda dari batubara di daerah lain di Indonesia yang umumnya berlapis. Formasi pembawa batubara diduga terdapat pada Formasi Kumun dan Formasi Pengasih pada Peta Geologi Lembar Sungaipenuh dan Ketaun (Kusnama, dkk., 1992). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik batubara daerah Sungaipenuh dengan menggunakan metode petrografi organik dan kimia.



Gambar 1.1 Singkapan batubara tidak menerus dan melensa di daerah Sungaipenuh (PSDMBP, 2017)

2. TINJAUAN PUSTAKA

Batubara adalah batuan sedimen yang tersusun atas hancuran sisa-sisa tumbuhan purba yang telah mengalami proses litifikasi dan mengandung karbon serta dapat terbakar (Ruiz and Crelling, 2008). Hancuran sisa-sisa tumbuhan purba ini merupakan bahan organik yang telah mengalami tingkatan-tingkatan dekomposisi serta perubahan sifat fisik maupun kimia. Selain itu, batubara juga mengandung bahan anorganik yang terdiri dari berbagai mineral yang dapat ditemukan pada jenis batuan lainnya dalam jumlah yang sedikit (Daranin, 1995).

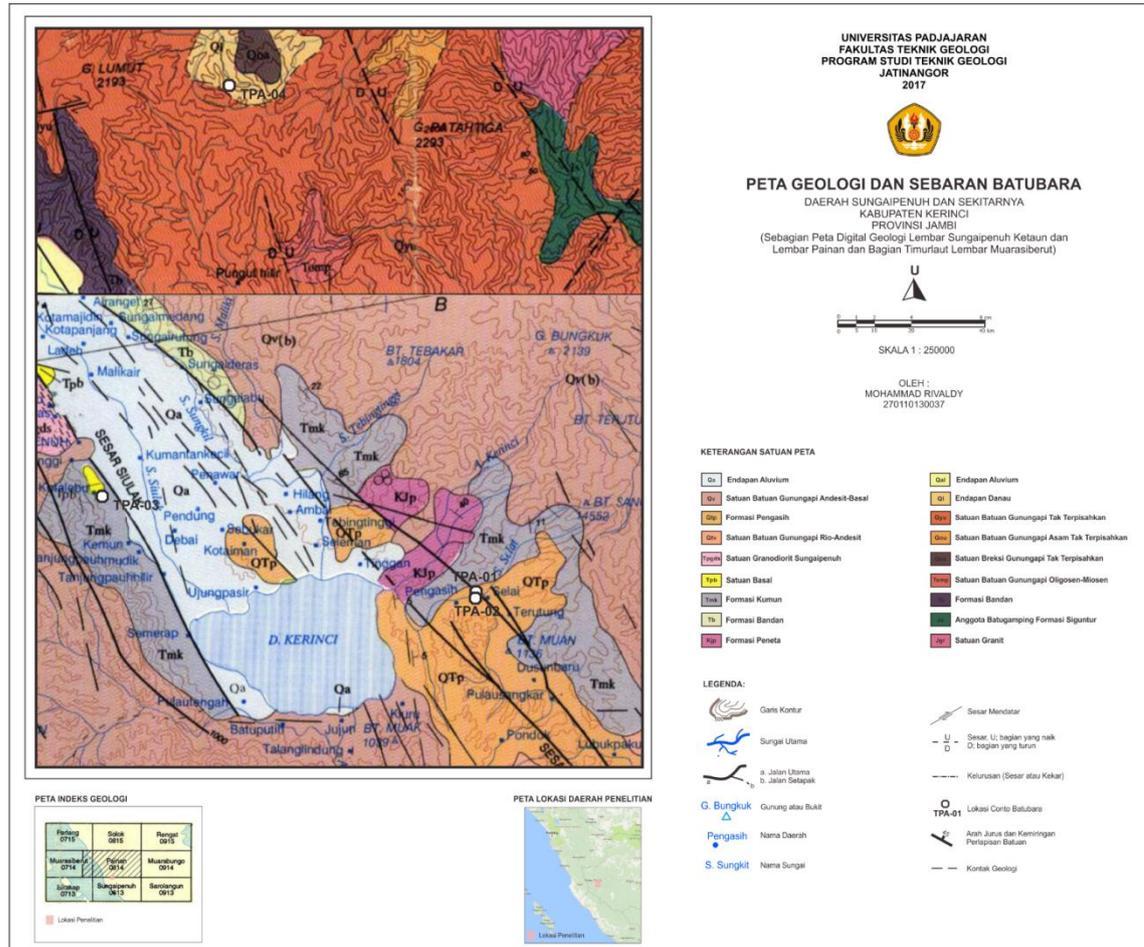
Menurut Soeprapto (2014), peringkat (*rank*), tipe (*type*), dan mutu (*grade*) merupakan istilah yang merujuk pada karakteristik batubara dan memiliki pengertian tersendiri antara satu dan lainnya atau bersifat independen. Peringkat batubara berhubungan kenaikan tingkat kematangan batubara (Daranin, 1995). Tipe batubara menunjukkan karakteristik bahan organik penyusun batubara (maseral) yang berhubungan erat dengan jenis tumbuhan dan kondisi lingkungan terbentuknya batubara (Daranin, 1995). Mutu batubara

berhubungan dengan bahan pengotor (anorganik) batubara yang muncul selama dan sebelum proses pembentukan batubara (Ruiz and Crelling, 2008).

Menurut Horkel (1990), batubara daerah Sungaipenuh diendapkan pada lingkungan yang kompleks mulai dari fluvial-delta-pantai pada kala Miosen dengan karakteristik lapisan melensa dan tidak begitu keras disebabkan oleh perubahan fasies yang sangat cepat secara lateral. Karakteristik batubara pada wilayah Sumatera Tengah dan Sumatera Selatan (bagian dari Sundaland Selatan) yang berumur Miosen Akhir-Pliosen yaitu memiliki peringkat lignit, maseral didominasi vitrinit/huminit, diendapkan pada lingkungan fluvial-dataran pantai, dan kadar sulfur yang rendah (Friedrich, 2016).

3. METODE

Objek penelitian yang digunakan dalam penelitian ini merupakan conto batubara hasil dari kegiatan penyelidikan lapangan yang dilakukan oleh PSDMBP yang berjumlah empat conto batubara pada tahun 2017 (Gambar 3.1).



Gambar 3.1 Peta Geologi dan Sebaran Batubara daerah Sungaipenuh dan Sekitarnya (Modifikasi dari Kusnama, dkk., 1992 dan Rosidi, dkk., 1996)

Empat conto batubara berasal dari daerah Sungaipenuh, Kabupaten Kerinci, Provinsi Jambi dengan kode conto TPA-01, TPA-02, TPA-03, dan TPA-04. Conto yang diperoleh kemudian dianalisis dengan menggunakan metode petrografi organik dan kimia yang dilakukan di Laboratorium Analisis Batubara di PSDMBP. Analisis petrografi organik yang dilakukan terdiri dari reflektansi vitrinit/huminit, komposisi maseral dan mineral, dan mikrolitotipe. Sementara itu, analisis kimia terdiri dari proksimat, ultimat, nilai kalori dan indeks sifat gerus.

Dalam perkiraan dan penentuan

peringkat batubara digunakan data reflektansi vitrinit, kandungan mineral, proksimat (meliputi kadar air, kadar zat

terbang, dan karbon tertambat), ultimat (kadar unsur karbon, hidrogen, dan oksigen), serta nilai kalori. Untuk perkiraan dan penentuan tipe batubara digunakan data komposisi maseral dan mineral serta mikrolitotipe. Sedangkan untuk perkiraan dan penentuan mutu batubara digunakan data komposisi mineral, zat terbang, kadar abu, kandungan unsur nitrogen (N) dan unsur belerang (S), serta indeks sifat gerus. Data-data tersebut kemudian dikorelasikan dengan klasifikasi atau standar acuan tertentu dan dari hasil penelitian terdahulu.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

1.1 Analisis Petrografi Organik

Berdasarkan hasil analisis petrografi organik, diperoleh nilai reflektansi vitrinit/huminit, komposisi

maseral dan mineral, dan mikrolitotipe. Data-data tersebut ditampilkan dalam Tabel 4.1.

Dari hasil analisis reflektansi vitrinit/huminit, diketahui conto dengan

nilai rata-rata tertinggi adalah conto TPA-03 (Rmean 0.25%). Sementara itu, conto dengan nilai rata-rata terendah adalah conto TPA-02 (Rmean 0.19%).

Tabel 4.1 Data analisis petrografi organik conto batubara daerah Sungaipenuh.

Analisis	TPA – 01	TPA – 02	TPA – 03	TPA – 04
Reflektansi				
Vitrinit/Huminit				
R min (%)	0.14	0.15	0.22	0.18
R max (%)	0.28	0.26	0.31	0.31
R mean (%)	0.21	0.19	0.25	0.21
Peringkat (R)	Gambut	Gambut	Lignit	Gambut
Komposisi Maseral dan Mineral				
Vitrinit (%)	39.80	82.60	42.20	67.60
Inertinit (%)	3.80	2.40	4.60	10.40
Liptinit (%)	1.00	0.40	0.40	8.60
Pirit (%)	33.20	8.80	31.60	8.00
Lempung (%)	5.6	1.4	5.4	1.4
Mineral Lain (%)	16.6	4.4	15.8	4.0
Peringkat (Kandungan Mineral)	<i>Brown coal</i>	<i>Brown coal</i>	<i>Brown coal</i>	<i>Brown coal</i>
Mikrolitotipe				
Vitrite (%)	39.8	82.6	42.2	67.6
Inertite (%)	1.2	1.2	0.8	0.4
Liptite (%)				
Vitrinertite (%)	2.6	1.2	3.8	10.0
Clarite (%)	1.0	0.4	0.4	8.6
Durite (%)				
Duroclarite (%)				
Vitrinertoliptite (%)				
Clarodurite (%)				
Carbopyrite (%)	33.2	8.8	31.6	8.0
Carbargilite (%)	5.6	1.4	5.4	1.4
Carbankerite (%)				
Carbosilicate (%)				
Carbopolyminerite (%)	16.6	4.4	15.8	4.0

Dari hasil analisis komposisi kelompok maseral dan mineral pada daerah Sungaipenuh, diketahui conto dengan kandungan vitrinit/huminit tertinggi adalah TPA-02. Kelompok maseral inertinit dan liptinit terdapat dalam persentase yang tidak begitu dominan. Conto dengan kandungan inertinit dan liptinit tertinggi adalah TPA-04. Mineral pirit, lempung, dan mineral

lainnya dengan kandungan tertinggi berada pada kedua conto, yaitu TPA-01 dan TPA-03. Conto daerah Sungaipenuh menunjukkan ciri kelompok maseral yang ditemukan di bawah mikroskop merupakan kelompok maseral huminit. Pada conto TPA-01, TPA-02, dan TPA-03 didominasi oleh maseral tekstinit. Sementara itu, pada

conto TPA-04 didominasi oleh maseral attrinit.

Dari hasil analisis mikrolitotipe pada daerah Sungaipenuh, diketahui conto dengan kandungan vitrite tertinggi adalah TPA-02. Mikrolitotipe inertite, vitrinertite, dan clarite terdapat dalam persentase yang tidak begitu dominan. Conto dengan kandungan inertite tertinggi adalah TPA-01 dan TPA-02. Conto dengan kandungan vitrinertite dan clarite tertinggi adalah TPA-

04. Mikrolitotipe carbopyrite, carbargilite, dan carbopolyminerite dengan kandungan tertinggi berada pada kedua conto, yaitu TPA-01 dan TPA-03.

1.2 Analisis Kimia

Berdasarkan hasil analisis kimia, diperoleh proksimat, ultimat, nilai kalori, dan indeks sifat gerus batubara. Data-data tersebut ditampilkan dalam Tabel 4.2

Tabel 4.2 Data analisis kimia conto batubara daerah Sungaipenuh.

Analisis	TPA – 01	TPA – 02	TPA – 03	TPA – 04
Proksimat				
Kadar Air (%), adb	6.08	10.77	2.67	8.01
Peringkat (Kadar Air)	<i>Brown coal</i> (Lignit)	<i>Brown coal</i> (Lignit)	Bituminus volatil tinggi	<i>Brown coal</i> (Lignit)
Zat Terbang (%), daf	83.48	61.44	74.30	50.27
Peringkat (Zat Terbang)	Gambut	Lignit	Gambut	Sub-bituminus B
Karbon Tertambat (%), dmmf	23.12	39.65	-44.07	55.11
Peringkat (Karbon Tertambat)	<i>Brown coal</i>	<i>Brown coal</i>	<i>Brown coal</i>	<i>Brown coal</i>
Kadar Abu (%), db	77.77	22.31	93.04	20.64
Mutu (Kadar Abu)	Bukan Batubara	Rendah	Bukan Batubara	Rendah
Ultimat				
Karbon (%), daf	30.36	58.20	TTD	48.01
Peringkat (Karbon)	Kayu	Gambut	TTD	Kayu
Hidrogen (%), daf	7.96	4.71	11.09	4.50
Peringkat (Hidrogen)	Kayu	Lignit	Kayu	Lignit
Oksigen (%), daf	59.83	36.75	65.91	46.25
Peringkat (Oksigen)	Kayu	Gambut	Kayu	Kayu
Nitrogen (%), daf	0.86	0.52	1.62	0.83
Sulfur (%), daf	1.00	0.82	32.29	0.41
Total Sulfur (%), adb	0.21	0.57	2.19	0.31
Sifat Lain				
Indeks Sifat Gerus (%), adb	30.25	-	97.96	95.89
Nilai Kalori (Btu/lb), daf	5405	10506	TTD	9158
Peringkat (Nilai Kalori)	Gambut	Sub-bituminus A	TTD	Sub-bituminus C

Dari hasil analisis proksimat, diketahui conto nilai tertinggi untuk kadar air berada pada conto TPA-02, zat terbang pada conto TPA-01, karbon tertambat pada

conto TPA-04, dan kadar abu pada conto TPA-03. Conto TPA-01 dan TPA-03 memiliki kadar abu > 50%, nilai ini sangat tinggi untuk ukuran suatu batubara.

Disamping itu, kenampakan makroskopis pada kedua conto ini juga lebih menunjukkan bukan seperti batubara. Untuk conto TPA-03, hasil analisis karbon tertambat sangat berbeda dibanding conto lainnya, yaitu memiliki nilai $< 0\%$ atau negatif. Kedua conto tersebut bukan merupakan batubara.

Dari hasil analisis ultimat, diketahui conto nilai tertinggi untuk kadar unsur karbon berada pada conto TPA-02. Sementara itu, kadar unsur hidrogen, oksigen, nitrogen, sulfur, dan total sulfur tertinggi terdapat pada conto TPA-03. Seperti halnya yang ditemukan pada analisis proksimat, conto TPA-03 menunjukkan hasil yang sangat berbeda dibanding conto lainnya, dengan hasil analisis kadar unsur karbon yang tidak terdefinisi (TTD).

Dari hasil analisis indeks sifat gerus, diketahui conto nilai tertinggi adalah conto TPA-03. Sementara itu, nilai tertinggi untuk analisis nilai kalori adalah conto TPA-02. Untuk conto TPA-02, hasil analisis indeks sifat gerus sangat berbeda dibanding conto lainnya, yaitu tidak terdefinisi. Sedangkan pada conto TPA-03, hasil analisis nilai kalori juga tidak terdefinisi.

1.3 Karakteristik Batubara

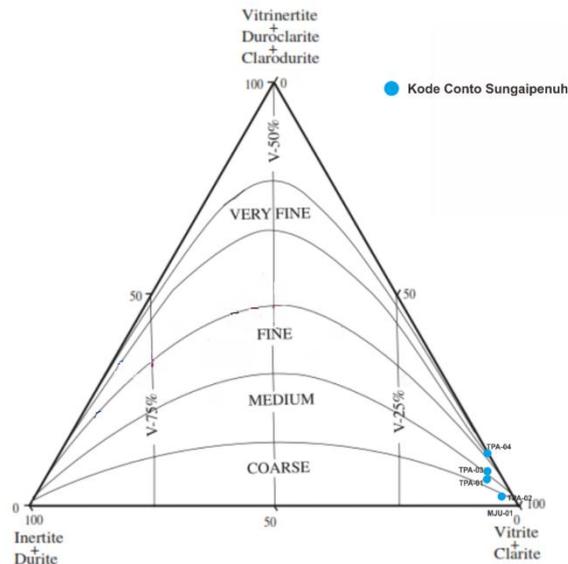
Dalam penentuan peringkat batubara, penulis menggunakan berbagai data penunjang seperti reflektansi vitrinit, kandungan mineral, kadar air, kadar zat terbang, karbon tertambat, kadar unsur karbon, hidrogen, dan oksigen, serta nilai kalori. Penentuan peringkat batubara dilakukan berdasarkan irisan peringkat batubaranya. Reflektansi vitrinit tetap dijadikan parameter utama penentuan peringkat batubara karena peningkatan nilai reflektansi kelompok maseral vitrinit/huminit memiliki perbandingan yang lurus dengan proses pembatubaraan (Darani, 1995). Berdasarkan analisis-analisis tersebut yang dikorelasikan dengan klasifikasi peringkat batubara (ASTM, ASTM D388) dan hasil penelitian terdahulu (Diessel, 1992; Grabner, 2015; Speight,

2015), peringkat batubara daerah Sungaipenuh adalah sebagai berikut. TPA-01, TPA-02, dan TPA-04 termasuk ke dalam gambut-lignit. TPA-03 termasuk ke dalam lignit. Peringkat batubara daerah Sungaipenuh termasuk ke dalam batubara peringkat rendah.

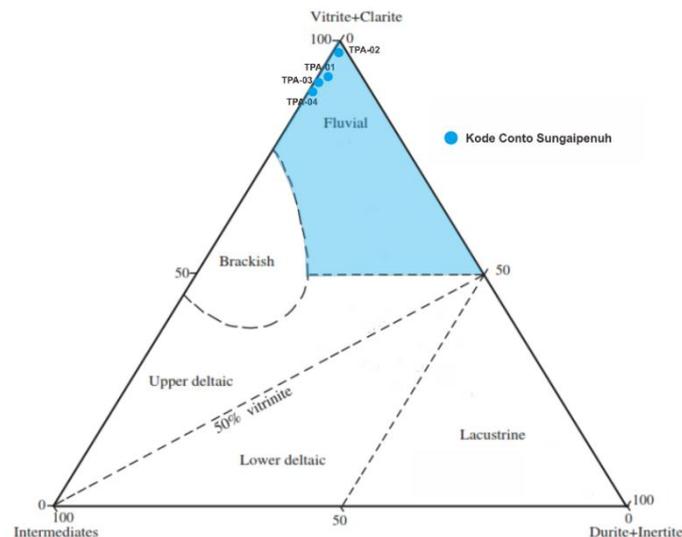
Dalam penentuan tipe batubara, penulis menggunakan berbagai data penunjang seperti komposisi komposisi maseral dan mineral serta mikrolitotipe. Penentuan tipe batubara dilakukan dengan mengacu pada klasifikasi menurut UN-ECE (1998). Komposisi maseral, mineral, dan mikrolitotipe batubara merupakan respon yang hadir terhadap kondisi yang ada selama pembentukan rawa gambut (Stach, et al., 1982, dalam Ruiz and Crelling, 2008). Dalam hal ini, tipe batubara berkaitan pula dengan lingkungan pengendapan batubara. Penentuan lingkungan batubara dilakukan dengan mengacu pada diagram *ternary* menurut Hunt (1982) dan Smyth (1984), sebagaimana ditampilkan pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 Berdasarkan analisis-analisis tersebut, tipe batubara daerah Sungaipenuh adalah humik dan diperkirakan lingkungan pengendapannya berada pada lingkungan fluvial (darat)-dataran delta.

Dalam penentuan mutu batubara, penulis menggunakan berbagai data penunjang seperti kandungan mineral, zat terbang, kadar abu, kandungan unsur nitrogen (N) dan unsur belerang (S), dan indeks sifat gerus. Berdasarkan analisis-analisis tersebut yang dikorelasikan dengan klasifikasi mutu batubara (UN-ECE, 1998) dan hasil penelitian terdahulu (Thomas, 2013; Grabner, 2015; Speight, 2015), mutu batubara daerah Sungaipenuh adalah sebagai berikut. Conto TPA-01 dan TPA-03 memiliki kadar abu yang sangat tinggi diatas 50% sehingga bukan tergolong batubara, melainkan hanya batuan sedimen karbonan. Sedangkan pada conto TPA-02 dan TPA-04, keduanya termasuk ke dalam batubara mutu rendah (low grade coal). Hal ini berarti hanya conto TPA-02 dan TPA-04 yang dapat dimanfaatkan pada industri

berbahan bakar batubara, yaitu industri semen dan dapat digunakan sebagai batubara uap.



Gambar 4.1 Plot diagram kurva relatif ketebalan mikrolitotipe dan hubungannya dengan kondisi lingkungan pengendapan batubara menurut Hunt (1982) pada conto batubara Sungaipenuh (ket: TPA-01 berada pada lingkungan delta bawah, TPA-02 berada pada lingkungan *braided fluvial*, TPA-03 berada pada lingkungan delta atas, dan TPA-04 berada pada lingkungan *meandering fluvial*).



Gambar 4.2 Plot diagram kondisi lingkungan pengendapan batubara berdasarkan mikrolitotipe menurut Smyth (1984) pada conto batubara Sungaipenuh (ket: semua conto berada pada lingkungan fluvial (darat)).

1.4 Kondisi Geologi Batubara

Berdasarkan hasil penyelidikan lapangan, conto batubara ditemukan pada empat lokasi dan berada pada formasi yang berbeda-beda yang diendapkan pada

Miosen-Kuarter Akhir. Conto tersebut yaitu TPA-01, TPA-02, TPA-03, dan TPA-04. Pada Formasi Kumun yang diendapkan pada kala Miosen-Pliosen, terdapat conto batubara TPA-03. Conto batubara TPA-03

memiliki kenampakan batubara yang berupa lensa (*blocky/bongkah*), agak keras-keras, memiliki kandungan mineral pirit yang cukup tinggi, dan diendapkan pada lingkungan darat-dataran delta atas berdasarkan analisis mikrolitotipe. Pada contoh TPA-03 ditemukan pula mineral lempung yang diinterpretasikan mengkontaminasi contoh pada saat pembentukan lapisan tuf yang berasal dari vulkanisme aktif pada kala Miosen-Pliosen.

Pada Formasi Pengasih yang diendapkan pada kala Plistosen, terdapat contoh batubara TPA-01 dan TPA-02. Kedua contoh ini memiliki kenampakan batubara yang tidak menerus (seperti lensa), agak keras-keras, memiliki kandungan mineral pirit yang cukup tinggi, dan diendapkan pada lingkungan darat-dataran delta bawah berdasarkan analisis mikrolitotipe. Pada contoh TPA-01 ditemukan pula mineral lempung yang diinterpretasikan mengkontaminasi contoh pada saat pembentukan produk vulkanik pada kala Plistosen-Resen.

Pada satuan endapan danau yang diendapkan pada zaman Kuartar, terdapat contoh batubara TPA-04. Contoh ini memiliki kenampakan batubara yang tidak menerus (seperti lensa), agak keras-keras, memiliki kandungan mineral pirit rendah, dan diendapkan pada lingkungan darat berdasarkan analisis mikrolitotipe.

Karakteristik batubara daerah Sungaipenuh pada Formasi Kumun yang berumur Miosen-Pliosen memiliki kesamaan dengan karakteristik batubara dari hasil penelitian sebelumnya di wilayah Sumatera Tengah dan Sumatera Selatan (bagian dari Sundaland Selatan) yang berumur Miosen Akhir-Pliosen. Karakteristik tersebut yaitu memiliki peringkat lignit, maseral didominasi vitrinit/huminit, diendapkan pada lingkungan fluvial-dataran pantai, dan kadar sulfur yang rendah. Kemungkinan karakteristik batubara daerah Sungaipenuh yang berumur Plistosen dan Holosen juga memiliki karakteristik yang sama dengan karakteristik batubara lainnya di daerah Sumatera pada umur tersebut.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya mengenai perbandingan karakteristik batubara pada masing-masing daerah penelitian, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Batubara daerah Sungaipenuh memiliki karakteristik peringkat gambut-lignit, bertipe humik, dan bermutu rendah.
2. Kondisi geologi batubara daerah Sungaipenuh berada pada lingkungan darat-dataran delta dipengaruhi oleh proses vulkanik. Batubara berasal dari formasi yang berbeda-beda yaitu Formasi Pengasih, Formasi Kumun, dan Endapan Danau dimana keterbentukan batubara daerah ini dimulai dari kala Miosen sampai Holosen.
3. Daerah penelitian memiliki kesamaan karakteristik batubara dengan masing-masing wilayah regionalnya pada formasi pembawa batubara yang berumur Miosen-Pliosen.

UCAPAN TERIMAKASIH

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT., yang telah mengizinkan penulis menyelesaikan penelitian ini. Terimakasih kepada Ibu Lili Fauzielly, Bapak Reza Moh. Ganjar Gani, dan Ibu Rita Susilawati yang telah membimbing penulis selama ini. Terimakasih pula kepada seluruh dosen maupun civitas akademika Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran atas segala bantuan dan dukungannya. Terimakasih kepada seluruh petinggi dan staf karyawan di Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi yang telah mengizinkan dan membantu penulis selama pengumpulan data penelitian ini. Terimakasih pula kepada orangtua dan keluarga yang selalu mendukung dan mendoakan penulis selama ini.

DAFTAR PUSTAKA

- American Society of Testing and Materials (ASTM). *Coal Rank Classification*. In: Stoeckinger, W. T. 1991. *Methods to Measure Directly The Gas Content of Coal*. Kansas Geological Survey, Open file report 91-52, p. 109-122.
- American Society of Testing and Materials (ASTM). 2012. *ASTM D-388 Standard Classification of Coals by Rank*. In: Grabner, M. 2015. *Industrial Coal Gasification Technologies Covering Baseline and High-Ash Coal, First Edition*. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Daranin, E. A. 1995. *Tesis: Studi Petrografi Batubara untuk Penentuan Peringkat dan Lingkungan Pengendapan Batubara di Daerah Bukit Kendi, Muara Enim, Sumatera Selatan*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Diessel, C. F. K. 1992. *Coal-Bearing Depositional Systems*. Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag.
- Friederich, M. C., Moore T. A., and Flores R. M. 2016. *A Regional Review and New Insights into SE Asia Cenozoic Coal-Bearing Sediments*. *Int J Coal Geol* 2016.
- Grabner, M. 2015. *Industrial Coal Gasification Technologies Covering Baseline and High-Ash Coal, First Edition*. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Horkel, A. 1989. *On the Plate-Tectonic Setting of the Coal Deposits of Indonesia and the Philippines*. *Vienna: Mitt, österr. geol. Ges.* 82, S.119-133.
- Hunt, J. W. 1982. *Relationship Between Microlithotype and Maceral Compositions of Coals and Geological Setting of Coal Measures in the Permian Basins of Eastern Australia*. *Aust. Coal Geol.* 4, 484-502.
- Kusnama, R. P., S. A. Mangga, dan Sidarto. 1992. *Peta Geologi Lembar Sungaipenuh dan Ketaun, Sumatra, Skala 1:250.000*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi (PSDMBP). 2017. *Penyelidikan Batubara Daerah Kemumu dan Sekitarnya, Kabupaten Kerinci, Provinsi Jambi*. Bandung: Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi.
- Rosidi, H.M.D., S. Tjokrosapoetro, B. Pendowo, S. Gafoer, dan Suharsono. 1996. *Peta Geologi Lembar Painan dan Bagian Timurlaut Lembar Muarasiberut, Sumatra, Skala 1:250.000*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Ruiz, I. S., and J.C. Crelling. 2008. *Applied Coal Petrology: The Role of Petrology in Coal Utilization*. Amsterdam: Elsevier.
- Smyth, M. 1989. *Organic Petrology and Clastic Depositional Environments with Special Reference to Australian coal basins*. In: Lyons, P.C., and B. Alpern (Edition). *Int J Coal Geol* 12, 635-656.
- Soeprapto, S. 2015. *Karakteristik dan Pemanfaatan Batubara: Solusi dalam Keberlimpahan Batubara di Indonesia*. Jakarta: Balitbang ESDM KESDM Republik Indonesia.
- Speight, J. G. 2015. *Handbook of Coal Analysis, Second Edition*. Kanada: John Wiley & Sons, Inc.
- Thomas, L. 2013. *Coal Geology, Second Edition*. Inggris Raya: Wiley-Blackwell.
- United Nations Economic Commission for Europe (UN-ECE). 1998. *International Classification of In-Seam Coals*. Jenewa: Economic Commission for Europe, Committee on Sustainable Energy, Document ENERGY/1998/19.