

KARAKTERISTIK DAN LINGKUNGAN PENGENDAPAN BATUBARA BERDASARKAN ANALISIS PETROGRAFI ORGANIK DAERAH GUNUNG TABUR, KABUPATEN BERAU, PROVINSI KALIMANTAN TIMUR

Resty Intan Putri¹, Muhammad Rizqy Septyandy¹, dan Rangga Perdana Novanto¹

¹Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Samarinda
Email: resty.intan@ft.unmul.ac.id, rizqyseptyandy@ft.unmul.ac.id dan
rangga.perdana.24@gmail.com

Masuk: 30 Januari 2024, Revisi masuk:13 Februari 2024, Diterima: 18 Maret 2024

ABSTRACT

The research area is located in Gunung Tabur, Berau Regency, East Kalimantan Province, which is regionally within the Latih Formation. The objectives of this study are to determine the lithotype and rank of coal, identify the composition of macerals and minerals, and determine the depositional environment of coal. This research uses organic petrography methods to determine the composition of macerals and minerals that make up coal and vitrinite reflectance, which will be used to determine the rank of coal. The results of maceral observations will be used to calculate the Tissue Preservation Index (TPI) and Gelification Index (GI), which are used to determine the depositional environment. The analysis conducted in the research area indicates that the coal in the research area has banded bright coal and banded dull coal lithotypes, with vitrinite reflectance values of 0.316-0.440%, indicating lignite to sub-bituminous C rank coal. The composition of coal in the research area is predominantly composed of huminite maceral group at 86.3-94.1%, inertinite maceral at 0.9-2%, liptinite maceral at 3.7-11.9%, and clay minerals, pyrite, and iron oxides make up less than 1%. Based on the analysis conducted, it is determined that the coal in the research area was deposited in a telmatic environment, specifically in the upper delta plain depositional environment, and the developing mire type is wet forest swamp and calstic marsh.

Keywords: coal, depositional environment, macerals, organic petrography.

INTISARI

Daerah penelitian berada di daerah Gunung Tabur, Kabupaten Berau, Provinsi Kalimantan Timur yang secara regional berada pada Formasi Latih. Tujuan dalam penelitian ini yaitu menentukan litotipe dan peringkat batubara, mengidentifikasi komposisi maseral dan mineral, serta menentukan lingkungan pengendapan batubara. Penelitian ini menggunakan metode petrografi organik untuk mengetahui komposisi maseral dan mineral penyusun batubara dan reflektansi vitrinit yang akan digunakan untuk menentukan peringkat batubara. Hasil pengamatan maseral akan digunakan untuk perhitungan nilai *Tissue Preservation Index* (TPI) dan *Gelification Index* (GI) yang digunakan untuk menentukan lingkungan pengendapan. Hasil analisis yang dilakukan pada daerah penelitian didapatkan bahwa batubara daerah penelitian memiliki litotipe *banded bright coal* dan *banded dull coal* serta memiliki nilai reflektansi vitrinit 0,316-0,440% yang menunjukkan peringkat batubara lignit hingga sub-bituminus C. Komposisi batubara daerah penelitian tersusun dominan oleh grup maseral huminit sebesar 86,3-94,1%, maseral inertinit sebesar 0.9-2%, maseral liptinit sebesar 3,7-11,9% dan mineral lempung, pirit serta oksida besi yang tersusun <1%. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan didapatkan bahwa batubara daerah penelitian terendapkan pada lingkungan telmatik dengan lingkungan pengendapan upper delta plain dan tipe mire yang berkembang yaitu *wet forest swamp* dan *calstic marsh*.

Kata-kata kunci: batubara, lingkungan pengendapan, maseral, petrografi organik.

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki kekayaan sumber daya alam yang melimpah, termasuk batubara yang tersebar di berbagai daerah di Indonesia. Setiap daerah menghasilkan

batubara dengan ciri khas dan kualitas yang berbeda-beda antara satu dengan yang lainnya. Perbedaan ini disebabkan oleh tipe pengendapan, jenis tumbuhan asal, lingkungan pengendapan, dan kondisi

geologi yang berbeda di setiap daerah (Zahar, 2020). Salah satu daerah yang merupakan penghasil batubara terbesar yaitu Pulau Kalimantan. Menurut Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) pada tahun 2018, Pulau Kalimantan tercatat sebagai daerah yang menyimpan cadangan batubara sebesar 14,9 miliar ton. Formasi-formasi pembawa batubara yang sering dijumpai di Pulau Kalimantan khususnya di Kabupaten Berau berada pada stratigrafi bagian atas Sub-cekungan Berau yang merupakan bagian dari Cekungan Tarakan, yakni Formasi Latih, Formasi Labanan, Formasi Domaring, dan Formasi Sajau (Situmorang, 2011).

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan penyebaran lateral, ketebalan, komposisi, dan peringkat batubara. Berdasarkan hal tersebut diperlukan adanya penelitian-penelitian yang baru untuk menambah pengetahuan mengenai daerah ini khususnya pada kandungan batubaranya.

Setelah mengetahui kandungan batubara, dilakukan perhitungan dengan menggunakan komposisi maseral untuk mengetahui nilai Tissue Preservation Index (TPI) dan Gelification Index (GI) untuk mengetahui lingkungan pengendapan batubara. Perhitungan tersebut dilakukan dengan menggunakan rumus TPI dan GI berdasarkan Lamberson dkk, (1991) yang sudah dimodifikasi oleh Amijaya dan Littke (2005) sebagai berikut:

$$TPI = \frac{Humotelinit+Telo-Inertinit}{Humodetrinit+Humokolinit+Inertodetrinit+Gelo-Inert}$$

$$GI = \frac{Huminit+Gelo-Inertinit}{Inertinit (Kecuali Makrinit dan Secretinit)}$$

Penelitian ini berfokus pada batubara di daerah Gunung Tabur yang memiliki endapan batubara yang ekonomis. Dalam penelitian ini, akan dijelaskan mengenai litotipe batubara, peringkat batubara, maseral batubara serta lingkungan pengendapan batubara berdasarkan analisis petrografi organik. Daerah penelitian berada di daerah Gunung Tabur, Kabupaten Berau, Provinsi Kalimantan Timur bagian dari Sub-cekungan Berau yang merupakan bagian dari Cekungan Tarakan.

PEMBAHASAN

Fasies

Interpretasi lingkungan pengendapan berdasarkan pengukuran stratigrafi daerah penelitian dilakukan dengan membandingkan fasies-fasies batuan yang telah diidentifikasi dengan fasies model yang telah dikembangkan sebelumnya. Fasies model yang digunakan sebagai pembanding adalah model lingkungan pengendapan yang telah dirumuskan oleh Horne, dkk. (1978). Berdasarkan fasies yang didapat pada stasiun pengamatan daerah penelitian diketahui terdapat 7 jenis fasies pada daerah penelitian (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil Pengamatan Litofasies

No.	Litofasies
1.	Batulempung Masif
2.	Batupasir Non Karbonatan
3.	Perselingan Batulempung dan Batupasir
4.	Batupasir Silang Siur
5.	Batupasir Laminasi
6.	<i>Coalyshale</i>
7.	Batubara

Berdasarkan atas keseragaman karakteristik fasies, maka 7 fasies di atas dapat dikelompokkan menjadi 4 asosiasi fasies. Asosiasi fasies pengendapan yang berkembang pada daerah penelitian yaitu *Channel*, *Levee*, *Crevasse Splay* dan *Interdistributary Bay*.

Litotipe Batubara

Berdasarkan hasil deskripsi batubara secara megaskopis dapat diketahui bahwa batubara daerah penelitian tersusun atas *banded bright coal* dan *banded dull coal* (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil Pengamatan Litotipe batubara (Diessel, 1992)

No.	Kode Sampel	Seam	Litotipe
1.	P1	P	<i>Banded Bright Coal (Bb)</i>
2.	P2	P	<i>Banded Bright Coal (Bb)</i>
3.	Q1	Q	<i>Banded Dull Coal (Db)</i>
4.	Q2	Q	<i>Banded Dull Coal (Db)</i>

5.	R1	R	<i>Banded Dull Coal (Db)</i>
6.	R2	R	<i>Banded Dull Coal (Db)</i>

Seam P yang merupakan *seam* batubara yang memiliki kedalaman yang tinggi memiliki litotipe yang baik dengan litotipe *banded bright coal*. Hal ini berbanding terbalik dengan *seam Q* dan *seam R* yang memiliki kedalaman yang rendah dengan litotipe *banded dull coal*. Berdasarkan klasifikasi Diessel (1992) litotipe *banded bright coal* memiliki karakteristik batubara dengan penyusun utamanya berkomposisi vitrain yang mengandung 10-40% *dull bands*. Sementara itu litotipe *banded dull coal* memiliki karakteristik batubara yang utamanya tersusun oleh *dull coal* 10-40% dengan *bright bands*. Secara umum dapat diinterpretasi bahwa batubara daerah penelitian didominasi oleh batubara dengan tekstur berpita (*banded*) yang kaya akan material tumbuhan berkayu. Dalam hal ini material tumbuhan berkayu biasa dikenal sebagai maseral vitrinit atau huminit.

Peringkat Batubara

Peringkat batubara ditentukan berdasarkan nilai reflektansi vitrinit (Tabel 3) hasil analisis petrografi organik.

Tabel 3. Hasil pengamatan nilai reflektansi vitrinit

Kode Sampel	Rmin (%)	Rmax (%)	Rvmax(%)
P1	0.300	0.447	0.417
P2	0.208	0.404	0.345
Q1	0.207	0.370	0.316
Q2	0.326	0.498	0.440
R1	0.240	0.389	0.341
R2	0.273	0.445	0.381

Analisis ini digunakan untuk mengukur sejauh mana intensitas sinar yang dipantulkan oleh maseral vitrinit atau huminit. Berdasarkan hasil analisis petrografi organik didapatkan nilai reflektansi vitrinit batubara daerah penelitian dengan rentang nilai 0,316-0,440%. Nilai tersebut kemudian dibandingkan dengan klasifikasi peringkat batubara oleh ASTM *Coal Rank Classification* (Killops & Killops, 2005) yang dapat dilihat pada (Gambar 1) Hal ini menunjukkan bahwa peringkat batubara

daerah penelitian adalah lignit-sub-bituminus C.

U.S. Rank (ASTM)		Calorific Value (dmmf) (Btu/lb.)	Volatile Matter (dmmf) (%)	Fixed Carbon (dmmf) (%)	Vitrinite reflectance in oil (%Ro)
High rank	Meta-anthracite		2	98	-8.0
	Anthracite		8	92	-4.0
	Semi-anthracite		14	86	-2.0
Medium rank	low volatile		22	78	1.5
	medium volatile		31	69	1.4
	high volatile A	14,000			1.1
	high volatile B	13,000			0.8
	high volatile C	11,500			-0.66
Low rank	Sub-bituminous	A	10,500		0.5
		B	9,500		-0.49
	Lignite	A	8,300		0.4
		B	6,300		-0.37
Peat		5,000	> 60	25	-0.25

Gambar 1. Penentuan peringkat batubara klasifikasi ASTM (Killops & Killops, 2005). Kotak merah adalah *range* peringkat Batubara.

Peringkat batubara daerah penelitian merupakan batubara peringkat rendah yaitu *brown coal* (lignit) hingga sub-bituminus. Hal ini dipengaruhi oleh perbedaan nilai reflektansi vitrinit rata-rata maksimal (Rvmax%) yang didapatkan dari analisis petrografi organik dari 6 sampel batubara. Berdasarkan hasil analisis reflektansi vitrinit *seam P* merupakan *seam* dengan nilai reflektansi vitrinit tertinggi pada daerah penelitian dengan nilai rata-rata 0,381%, *seam Q* dengan nilai reflektansi vitrinit rata-rata 0,378% sedangkan *seam R* merupakan *seam* dengan nilai reflektansi vitrinit terendah pada daerah penelitian dengan nilai rata-rata 0,361%. Hal ini membuat perbedaan peringkat batubara setiap *seam* pada daerah penelitian, dimana *seam P* dan *seam Q* memiliki peringkat sub-bituminus C sedangkan *seam R* memiliki peringkat lignit yang dapat dilihat pada (Tabel 4).

Tabel 4. Peringkat batubara

Kode Sampel	Reflektansi Vitrinit Rata-rata (Rvmax%)	Peringkat Batubara
P1	0.417	Sub-Bituminus C
P2	0.345	

Q1	0.316	0.378	Sub-Bituminus C
Q2	0.440		
R1	0.341	0.361	Lignit
R2	0.381		

Komposisi Batubara

Pengamatan petrografi dilakukan pada sayatan poles batubara dengan tujuan untuk mengetahui komposisi batubara berupa maseral dan mineral (Tabel 5).

Tabel 5. Hasil pengamatan komposisi maseral dan mineral sampel batubara

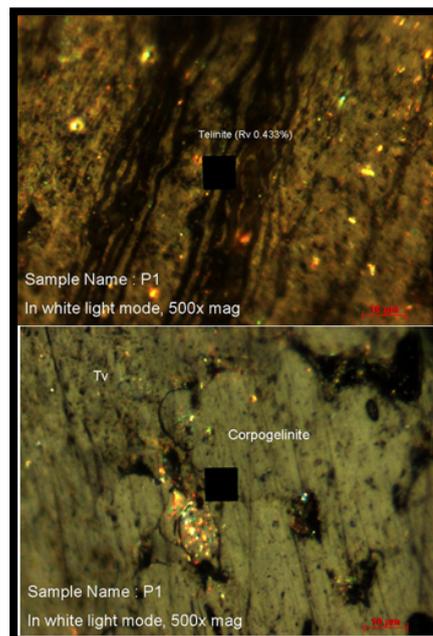
Komposisi Petrografi				Sampel Batubara (VOL %)					
Maseral Grup	Maseral Subgrup	Maseral		P1	P2	Q1	Q2	R1	R2
Vitrinit/Huminit	Telovitrinit/Humotelinit	Telinit	Tekstinit	62.5	33.4	40.7	49.6	46.2	45.4
		Kolotelinit	Ulminit						
	Total Telovitrinit/Humotelinit			62.5	33.4	40.7	49.6	46.2	45.4
	Detrovitrinit/Humodetrinit	Vitrodetrinit	Atrinit, Densinit	24.5	52.2	52.7	37.9	42.9	41.9
		Kolodetrinit							
	Total Detrovitrinit/Humodetrinit			24.5	52.2	52.7	37.9	42.9	41.9
	Gelovitrinit/Humokolinit	Korpogelinit	Korpohuminit	0.4	0.7	0.7	0.5		
		Gelinite							
	Total Gelovitrinit/Humokolinit			0.4	0.7	0.7	0.5	0	0
	Total Vitrinit/Huminit				87.4	86.3	94.1	88	89.1
Inertinit	Telo-inertinit	Fusinit							
		Semifusinit		0.2	0.2				0.3
		Funginit		1.1	0.7	1.1	1.8	0.9	1.5
	Total Telo-inertinit			1.3	0.9	1.1	1.8	0.9	1.8
	Detro-inertinit	Inertodetrinit		0.2					
		Mikrinit		0.2					
	Total Detro-inertinit			0.4	0	0	0	0	0
Gelo-inertinit	Makrinit		0.2	0.2	0.5	0.2			
Total Inertinit				1.9	1.1	1.6	2	0.9	1.8
Liptinit	Liptinit Primer	Sporinit						0.2	0.3
		Kutinit		7.1	10.7	3.2	8.3	7.3	7.7
		Resinit		2.8	1.2	0.5	0.8	1.4	1.5
		Liptodetrinit							
		Alginit							
		Suberinit							
	Liptinit Sekunder	Fluorinit							
		Exsudatinit							
		Bituminit							
Total Liptinit			9.9	11.9	3.7	9.1	8.9	9.5	
Total Maseral				99.2	99.3	99.4	99.1	98.9	98.6
Mineral	Lempung			0.4	0.3	0.2	0.3	0.7	0.8
	Pirit			0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3
	Oksida Besi			0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3
	Karbonat								
	Silika								
Total Mineral				0.8	0.7	0.6	0.9	1.1	1.4

Total	100	100	100	100	100	100
-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Komposisi maseral batubara didominasi oleh jenis maseral grup huminit dengan rentang nilai (86,3%-94,1%), kemudian jenis maseral grup liptinit dengan rentang nilai (3,7%-11,9%) dan jenis maseral inertinit dengan rentang nilai (0,9%-2%). Mineral yang teramati pada sampel didominasi oleh mineral lempung dengan rentang nilai (0,2%-0,8%), pirit dengan rentang nilai (0,2%-0,3%) dan oksida besi dengan rentang nilai (0,2%-0,3%).

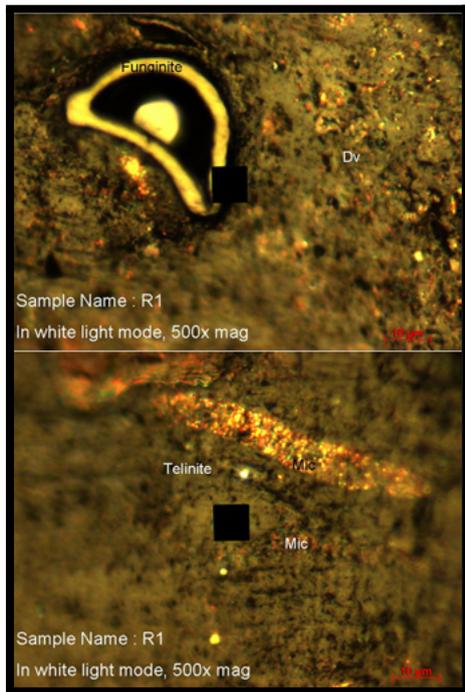
Kelompok maseral huminit pada sampel batubara daerah penelitian terdiri dari subgrup maseral humotelinit dengan maseral berupa tekstinit (33,4-62,5%). Subgrup maseral kedua yaitu humodetrinit dengan komposisi maseral berupa atrinit dan densinit (24,5-52,7%). Subgrup maseral ketiga yaitu humokolinit yang terdiri atas maseral korpohuminit (0-0,7%) (Gambar 2). Sebagian besar humotelinit menunjukkan jaringan sel basah yang tinggi, diindikasikan terendapkan pada kondisi pH rendah di dalam hutan lahan gambut rawa basah (Sykorova dkk, 2005). Keberadaan kandungan humotelinit yang tinggi dapat menjadi petunjuk bahwa batubara di daerah penelitian terutama terbentuk dari jenis tumbuhan kayu (Diessel, 1992).

Kelompok maseral inertinit pada sampel batubara daerah penelitian terdiri dari subgrup maseral telo-inertinit dengan maseral berupa semifusinit (0,2-0,3%) dan maseral funginit (0,7-1,8%) (Gambar 3). Subgrup maseral kedua yaitu detro-inertinit yang hanya ditemui pada batubara dengan kode sampel P1 dengan komposisi maseral berupa inertodetrinit (0,2%) dan maseral mikrinit (0,2%) (Gambar 3). Subgrup maseral ketiga yaitu gelo-inertinit yang terdiri atas maseral makrinit (0,2-0,5%). Komposisi grup maseral inertinit yang relatif rendah menunjukkan lingkungan pengendapan gambut yang relatif basah dengan tingkat oksidasi yang rendah sehingga dapat diperkirakan tingkat kelembaban gambut pada saat terbentuk di daerah penelitian relatif terjaga dengan baik.



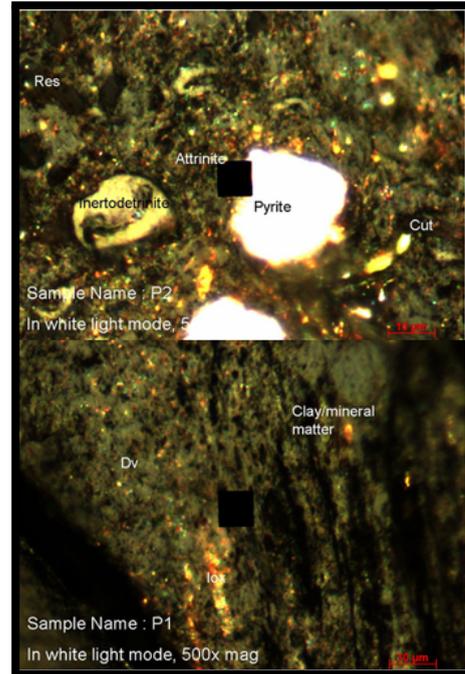
Gambar 2. Maseral telinit/tekstinit (atas) dan maseral korpogelinit/korpohuminit (bawah) pada batubara dengan kode sampel P1

Kelompok maseral liptinit pada sampel batubara daerah penelitian terdiri dari subgrup maseral liptinit primer dengan maseral berupa sporinit (0,2-0,3%), maseral kutinit (3,2-10,7%) dan maseral resininit (0,5-2,8%) (Gambar 4). Subgrup maseral kedua yaitu liptinit sekunder tidak ditemukan sama sekali pada sampel batubara. Keterdapatan nilai komposisi maseral liptinit tinggi secara umum menunjukkan bahwa persentase jenis tumbuhan berkayu lebih sedikit daripada jenis tumbuhan tingkat rendah. Sebaliknya jika komposisi maseral liptinit rendah dapat menunjukkan batubara pada lapisan tersebut tersusun oleh tumbuhan dominan berkayu

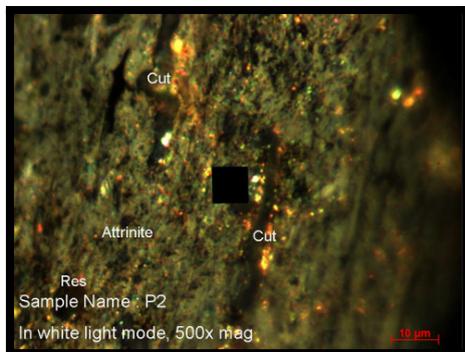


Gambar 3. Maseral funginit (atas) dan maseral mikrinit (bawah) pada batubara dengan kode sampel R1

lingkungan pengendapan gambut yang relatif basah dengan tingkat oksidasi yang rendah.



Gambar 5. Mineral pirit (atas) dan mineral lempung (bawah) pada batubara dengan kode sampel P2 dan P1.



Gambar 4. Maseral kutinit (cut) dan resin (res) pada batubara dengan kode sampel P2

Mineral merupakan material anorganik yang terkandung pada batubara berupa mineral lempung, pirit dan oksida besi. Kelompok mineral pada sampel batubara daerah penelitian memiliki kelimpahan yaitu mineral lempung (0,2-0,8%), pirit (0,2-0,3%) dan oksida besi (0,2-0,3%) (Gambar 5). Kandungan mineral pirit dan mineral lempung yang terdapat pada setiap sampel batubara dapat menunjukkan bahwa lingkungan pembentukan gambut daerah penelitian berada pada daerah yang masih dipengaruhi oleh transgresi air laut. Sedangkan komposisi oksida besi yang rendah dapat menunjukkan

Analisis Nilai TPI dan GI

Setelah mengetahui komposisi maseral batubara di daerah penelitian, dilakukan perhitungan dengan menggunakan komposisi maseral untuk mengetahui nilai *Tissue Preservation Index* (TPI) dan *Gelification Index* (GI). Berdasarkan hasil perhitungan, sampel batubara daerah penelitian memiliki nilai TPI dan GI yang bervariasi. Sampel batubara daerah penelitian memiliki nilai TPI yang paling tinggi pada sampel P1 dengan nilai sebesar 2,52. Nilai TPI yang paling rendah, diperoleh pada sampel P2 dengan nilai sebesar 0,65. Sedangkan nilai GI yang paling tinggi pada sampel batubara daerah penelitian yaitu sebesar 99 ditunjukkan oleh sampel R1, dan nilai GI yang paling rendah ditunjukkan oleh sampel R2 yaitu sebesar 48,50 (Tabel 6). Daerah penelitian memiliki nilai TPI rata-rata sebesar 1,25 sedangkan nilai GI rata-rata sebesar 71,69 (Tabel 6).

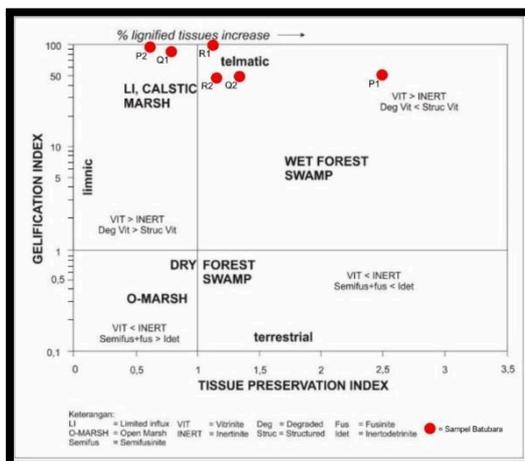
Tabel 6. Nilai TPI dan GI setiap sampel batubara di daerah penelitian

No.	Nomor Sampel	Nilai TPI	Nilai GI
1	P1	2.52	51.53

2	P2	0.65	96.11
3	Q1	0.78	86
4	Q2	1.33	49
5	R1	1.10	99
6	R2	1.13	48.50

Rata-rata sampel batubara di daerah penelitian memiliki nilai TPI yang lebih besar dari 1 kecuali sampel P2 dan Q1. Ini menunjukkan bahwa secara umum material yang membentuk batubara didominasi oleh tumbuhan berkayu dibandingkan dengan tumbuhan tingkat rendah. Hal ini mengindikasikan bahwa struktur jaringan organik lebih terawetkan dengan baik. Sementara itu, nilai GI yang tinggi menunjukkan bahwa proses oksidasi di lahan gambut tidak dominan.

Hasil pengeplotan nilai TPI dan GI pada diagram TPI dan GI oleh Lamberson dkk., (1991) dapat dilihat pada (Gambar 6). Pengeplotan tersebut bertujuan untuk menentukan lingkungan pengendapan dan tipe mire yang berkembang pada daerah penelitian. Berdasarkan diagram tersebut daerah penelitian berada pada lingkungan telmatik dengan tipe mire yang berkembang yaitu *wet forest swamp* dan *calstic marsh*.



Gambar 6. Hasil ploting nilai TPI dan GI sampel batubara di daerah penelitian (Lamberson dkk, 1991)

Interpretasi Lingkungan Pengendapan

Interpretasi lingkungan pengendapan batubara didasarkan atas hasil analisis yang telah dilakukan. Berdasarkan hasil analisis stratigrafi daerah penelitian memiliki 7 karakteristik fasies yang terdiri dari fasies batulempung masif, fasies batupasir non

karbonatan, fasies perselingan batulempung dan batupasir, fasies batupasir silang siur, fasies batupasir laminasi, fasies *coaly shale* (serpih batubaraan) dan fasies batubara. Berdasarkan atas keseragaman karakteristik fasies, maka 7 fasies di atas dapat dikelompokkan menjadi 4 asosiasi fasies yang kemudian akan digunakan dalam interpretasi penentuan lingkungan pengendapan. Asosiasi fasies pengendapan yang berkembang pada daerah penelitian yaitu *channel*, *levee*, *crevasse splay* dan *interdistributary bay*. Asosiasi fasies pada daerah penelitian terdapat pada model lingkungan pengendapan *upper delta plain* dan *transitional lower delta plain* menurut Horne dkk (1978). Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan dapat diinterpretasi bahwa batubara di daerah penelitian terendapkan pada lingkungan telmatik dengan lingkungan pengendapan berupa *upper delta plain* dengan tipe mire yang berkembang yaitu *wet forest swamp* dan *calstic marsh*. Hal ini berdasarkan hasil analisis stratigrafi yang menunjukkan daerah penelitian berada pada lingkungan pengendapan *upper delta plain* dan *transitional lower delta plain*. Dan hasil interpretasi didapatkan berdasarkan komposisi maseral huminit yang dominan yang dapat menjadi petunjuk bahwa batubara di daerah penelitian terutama terbentuk dari jenis tumbuhan berkayu. Hal ini juga didukung dari hasil perhitungan nilai TPI dan GI yang relatif tinggi yang menunjukkan bahwa material yang membentuk batubara didominasi oleh tumbuhan berkayu dan proses oksidasi di lahan gambut tidak dominan.

KESIMPULAN

Karakteristik batubara di daerah penelitian ditentukan berdasarkan litotipe dan peringkatnya. Berdasarkan hasil deskripsi batubara secara megaskopis dapat ditentukan bahwa litotipe batubara di daerah penelitian tersusun atas *banded bright coal* dan *banded dull coal*. Dan berdasarkan hasil analisis reflektansi vitrinit dapat ditentukan bahwa peringkat batubara di daerah penelitian merupakan lignit hingga sub-bituminus C menurut klasifikasi peringkat batubara oleh ASTM *Coal Rank Classification*. Batubara daerah penelitian tersusun dominan oleh grup maseral huminit sebesar 86,3-94,1%, kemudian maseral inertinit sebesar 0,9-2% dan maseral liptinit sebesar 3,7-11,9%. Batubara daerah

penelitian juga tersusun oleh mineral lempung sebesar 0,2-0,8%, mineral pirit sebesar 0,2-0,3% dan oksida besi sebesar 0,2-0,3%. Batubara di daerah penelitian terendapkan pada lingkungan telmatik dengan lingkungan pengendapan berupa *upper delta plain* dan tipe mire yang berkembang yaitu *wet forest swamp* dan *calstic marsh* menurut diagram TPI dan GI oleh (Lamberson dkk,1991).

DAFTAR PUSTAKA

- Amijaya, H., dan 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.
- Diessel, C. F. K., 1992. *Coal-Bearing Depositional Systems*, Berlin: Springer-Verlag, 727 p.
- Horne, J.C., Ferm, J.C., Caruccio, F.T., and Baganz, B.P., 1978. *Depositional Models in Coal Exploration and Mine Planning in Appalachian Region*: In American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 62 (12), p. 2379- 2411.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2018. *Cadangan Batubara Indonesia Sebesar 26 Miliar Ton*. Diambil dari <http://esdm.go.id>. (diakses tanggal 6 Februari 2023).
- Killops, S.D. dan Killops, V.J. 2005. *Introduction to Organic Geochemistry 2nd Edition*. Malden: Blackwell Publishing.
- Lamberson, M.N., Bustin, R.M., dan Kalkreuth, W., 1991, *Lithotype (maceral) composition and variation as correlated with paleo-wetland environments, Gates Formation, northeastern British Columbia, Canada*. International Journal of Coal Geology, 18(1-2), 87-124.
- Situmorang, R.I. dan Burhan, 2011. Peta Geologi Lembar Tanjung Redeb Kalimantan, Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Sýkorová, I., Pickel, W., Christanis, K., Wolf, M., Taylor, G.H., dan Flores, D., 2005. Classification of Huminit – ICCP System 1994. International Journal of Coal Geology 62, p. 85-106
- Zahar, W., Hawa, N., Anggayana, K., dan Widayat, A.H., 2020. *Analisis Lingkungan Pengendapan Batubara PT. Marunda Graha Mineral Kabupaten Murung Raya Mineral, Kalimantan Tengah*. Jurnal Teknik Kebumian, Volume 05, Nomor 02, 37-46.

Ir. Resty Intan Putri, S.T., M.Eng., lahir di Balikpapan pada tanggal 24 Mei 1990, menyelesaikan pendidikan S1 bidang ilmu Teknik Geologi dari Universitas Gadjah Mada tahun 2013, S2 bidang ilmu Teknik Geologi bidang Sumberdaya Energi dari Universitas Gadjah Mada tahun 2017. Saat ini tercatat sebagai Dosen Tetap di Universitas Mulawarman dengan jabatan akademik Asisten Ahli pada bidang minat Sedimentologi.

Muhammad Rizqy Septyandy, S.Si., M.T., C.Ed., C.ESP., lahir di Jakarta pada tanggal 26 September 1990, lulus S1 di Program Studi Fisika Kekhususan Geofisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia (FMIPA UI) tahun 2012, lulus S2 di Program Studi Teknik Geologi Opsi Minyak dan Gas Bumi Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumian (FITB) Institut Teknologi Bandung (FITB ITB) tahun 2016. Mendapatkan sertifikat keahlian sebagai editor dari LPPSDM ECHA PROGRES Makassar tahun 2023 serta sertifikat keahlian sebagai pakar di bidang publikasi ilmiah dari ESAS Edukasi Indonesia di tahun yang sama. Saat ini merupakan dosen tetap Program Studi Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Mulawarman dengan jabatan akademik Asisten Ahli pada bidang Geokimia Organik dan Geostatistik.

Rangga Perdana Novanto, S.T., lahir di Sangatta pada tanggal 24 Mei 2001, menyelesaikan pendidikan S1 bidang ilmu Teknik Geologi dari Universitas Mulawarman tahun 2023.

BIODATA PENULIS