



KARAKTERISTIK DAN LINGKUNGAN PENGENDAPAN BATUBARA FORMASI PURUKCAHU BERDASARKAN ANALISIS PETROGRAFI, DI DAERAH MURUNG RAYA, KALIMANTAN TENGAH

Fadli Abdul Rahim^{1*}, Ildrem Sjafri¹, Reza Mohammad Ganjar Gani¹, Nana Suwarna²

¹Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran, Bandung

²Badan Geologi, Jln. Diponegoro No. 57 Bandung

*Korespondensi: fadliabdulrahim@yahoo.com

ABSTRAK

Formasi Purukcahu di daerah Murung Raya, Kalimantan Tengah termasuk ke dalam Cekungan Barito. Formasi Purukcahu berumur Oligosen-Miosen Awal dan tersusun atas batulempung, batulanau dan lapisan batubara, serta batupasir. Sampel batubara yang diambil dari singkapan lapisan batubara dianalisis secara makroskopis untuk mengetahui jenis litotipe dan secara mikroskopis untuk mendeterminasi komposisi kandungan maseral dan bahan mineral, serta reflektansi vitrinit. Hasil analisis ini selanjutnya digunakan untuk menafsirkan fasies dan lingkungan pengendapan lapisan batubara. Lapisan batubara di daerah ini didominasi oleh litotipe *Dull Banded* (DB) - *Banded* (BD) dan sangat jarang *Bright-Banded* (BB) dan *Bright* (B) dengan ketebalan antara 50-200 cm. Secara petrografis, batubara ini tersusun oleh kelompok maseral vitrinit (82,6% - 96,4%), liptinit (0,4% - 5%), dan inertinit (0% - 12,6%), serta bahan mineral (0,6% - 6,6%). Nilai reflektansi vitrinit rata-rata berkisar antara 0,38% - 0,52%. Diagram segitiga fasies TFD, menunjukkan bahwa batubara ini terendapkan dalam fasies limnik sampai limnotelmatic. Sementara itu, berdasarkan diagram GI (*Gelification index*) versus TPI (*Tissue Preservation Index*), batubara tersebut diendapkan pada lingkungan *marsh* hingga *fen* pada *lower delta plain*. Berdasarkan diagram fasies GWI (*Groundwater Index*) versus VI (*Vegetation Index*), batubara ini terendapkan pada fasies limnik pada kondisi hidrologi mesotrofik dengan vegetasi utama pembentuk batubara dari jenis tetumbuhan tingkat rendah (*herbaceous*) dan sedikit tetumbuhan berpohon tinggi.

Kata Kunci: batubara, lingkungan pengendapan, litotipe, maseral.

ABSTRACT

The Purukcahu Formation distributed in Murung Raya area, Central Kalimantan, is situated in the Barito Basin. The Oligosen – Early Miosen Purukcahu Formation consists of claystone, siltstone, coal seams, and sandstone. Coal samples had been analyzed macroscopically to determine coal lithotype and microscopically to determine their maceral and mineral matter, vitrinite reflectance and so depositional environment. The lithotype of coal seams dominated by *Dull Banded* – *Banded* and a little *Bright Banded* and *Bright*. Petrographically, the coal seams are composed of maceral of vitrinite (82,6% - 96,4%), liptinite (0,4% - 5%), and inertinite (0% - 12,6%), and mineral matter (0,6% - 6,6%). The average of vitrinite reflectance value ranges from 0,38% - 0,52%. A TDF facies diagram shows that the coal seams were deposited in limnic to limno-telmatic facies. The facies diagram GI (*Gelification index*) vs TPI (*Tissue Preservation Index*) shows that the coal seams were deposited in marsh to fen in lower delta plain environments. The facies diagram GWI (*Groundwater Index*) vs VI (*Vegetation Index*) indicates that the coal seams were deposited in limnic facies with mesotrophic hydrological conditions, and the main vegetation that formed the coal seam was herbaceous plants with a few high plants.

Keywords: coal, depositional environment, lithotype, maceral.

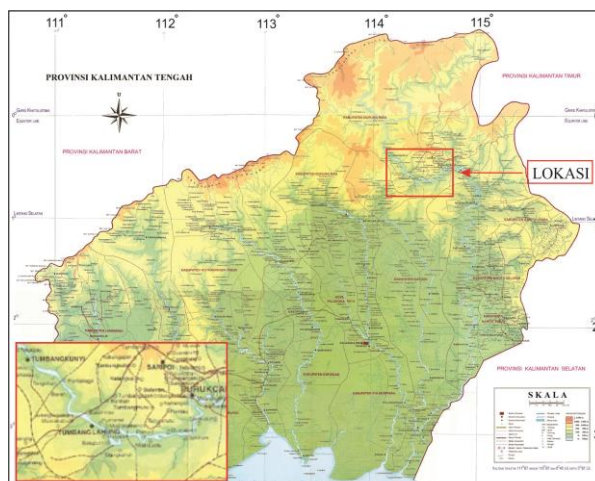
1. PENDAHULUAN

Indonesia mempunyai cadangan batubara yang cukup melimpah dan umumnya banyak tersebar di Pulau Sumatra dan Kalimantan. Batubara mempunyai karakteristik dan kualitas yang berbeda-beda antara satu tempat dengan tempat yang lain, sehingga menjadi suatu hal yang menarik untuk terus melakukan penelitian terhadap perlapisan-perlapisan batubara yang ada di Indonesia.

Dalam penelitian batubara, studi petrografi organik merupakan salah satu metode yang banyak digunakan untuk mengidentifikasi lingkungan pengendapan batubara. komposisi maseral dan mineral batubara yang diidentifikasi melalui analisis petrografi dapat digunakan untuk merekonstruksi fasies dan lingkungan serta sejarah pengendapan batubara. Komposisi dan karakter setiap batubara ditentukan oleh kandungan bahan organik dan anorganik, pengertian sifat makroskopis dan mikroskopis batubara merupakan bahan dasar genesis serta lingkungan pengendapan batubara.

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menentukan lingkungan pengendapan perlapisan batubara Formasi Purukcahu. Penelitian ini dilakukan berdasarkan analisis petrografi organik terkait komposisi maseral, mineral, dan reflektansi vitrinit yang terkandung dalam batubara. Kajian lingkungan pengendapan batubara berkaitan dengan kondisi muka air, rezim hidrologi, jenis vegetasi, dan tingkat pengawetan bahan selama pembentukan batubara.

Secara geografis, daerah penelitian terletak pada koordinat $114^{\circ} 07' 45''$ BT - $114^{\circ} 30' 20''$ BT dan $00^{\circ} 30' 00''$ LS - $00^{\circ} 45' 25''$ LS (Gambar 1), dan secara administratif terletak pada Desa Sungai Batang dan Desa Bakanun-Tumbang Lahung yang termasuk ke dalam wilayah Kecamatan Permata Intan, Kabupaten Murung Raya, Provinsi Kalimantan Tengah.



Gambar 1. Peta lokasi daerah penelitian.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Geologi Regional

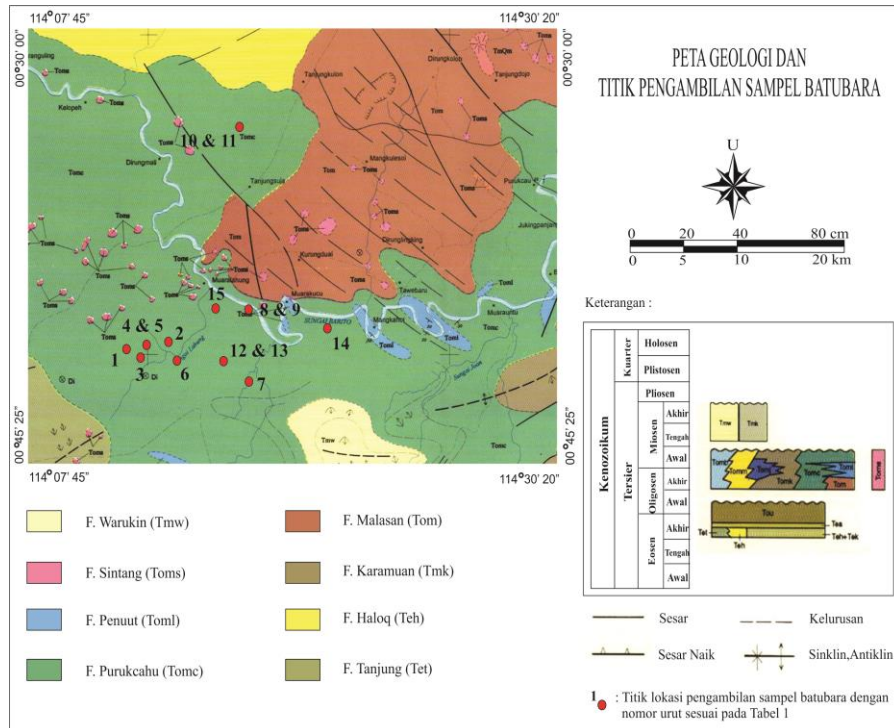
Mengacu ke Peta Geologi Lembar Muaratewe (Supriatna dr., 2009), satuan batuan tertua pada daerah penelitian yakni Formasi Tanjung (Tet) yang menjemari dengan Batupasir Haloq (Teh), berumur Eosen Akhir. Pada Oligosen Akhir – Miosen Awal diendapkan Formasi Karamuan (Tomk), Batuan Gunungapi Malasan (Tom), dan Anggota Batugamping Penuut (Toml) yang menjemari dengan Formasi Purukcahu (Tomc), serta terbentuk Intrusi Sintang (Toms). Formasi termuda pada daerah ini adalah Formasi Warukin (Tmw) yang berumur Miosen Tengah.

Secara stratigrafi, daerah penelitian termasuk ke dalam Formasi Purukcahu, Cekungan Barito (Gambar 2). Formasi Purukcahu merupakan salah satu formasi pembawa lapisan batubara yang terdapat di Cekungan Barito.

Struktur geologi yang dijumpai di daerah ini berupa sesar, perlipatan, dan kelurusan yang secara umum berarah baratdaya-timurlaut dan baratlaut-tenggara. Sesar terdiri atas sesar normal, sesar geser, dan sesar naik, yang melibatkan batuan sedimen yang berumur Tersier dan Pratersier. Kelurusan-kelurusan ini diduga merupakan

jejak / petunjuk sesar dan kekar yang berarah sejajar dengan struktur umum. Lipatan-lipatan berupa sinklin dan antiklin

seperti halnya sesar dan kelurusan, juga berarah sejajar dengan struktur regional, timurlaut-baratdaya (Supriatna dr, 2009).



Gambar 2. Peta geologi dan titik lokasi pengambilan sampel batubara daerah penelitian (Modifikasi dari Supriatna dr., 2009).

Landasan Teori

Batubara adalah suatu endapan yang tersusun dari bahan organik dan anorganik, bahan organik berasal dari sisa tumbuhan yang telah mengalami berbagai tingkat pembusukan (*decomposition*) dan perubahan sifat-sifat fisik serta kimia baik sebelum maupun sesudah tertutup endapan lain di atasnya, unsur-unsur utamanya terdiri atas karbon, hidrogen dan oksigen (Stach, 1982).

Litotipe dan komposisi maseral batubara merupakan salah satu parameter yang penting dalam penentuan lingkungan pengendapan batubara (Diessel, 1982, 1986, dan 1992). Variasi litotipe menunjukkan perubahan jenis vegetasi yang membentuk batubara, atau juga perubahan sedimentasi, terutama kondisi permukaan air selama proses akumulasi

gambut pembentuk batubara, sehingga perubahan fasies dapat mengontrol variasi komposisi maseral (Bustin dr., 1983).

Maseral adalah bahan utama yang membentuk dan menyusun batubara (Bustin dr., 1983), meskipun selalu berasosiasi dengan bahan mineral lainnya seperti mineral lempung, pirit, karbonat, oksida besi, dan silika. Untuk mengetahui jenis-jenis maseral dan mineral penyusun batubara, perlu dilakukan analisis petrografi organik batubara. Kelompok maseral utama pembentuk batubara yaitu kelompok vitrinit, kelompok inertinit, dan kelompok liptinit, setiap kelompok maseral terdiri atas sub-maseral dan setiap sub-maseral terdiri atas maseral-maseral yang menjadi penciri bahan organik pembentuk batubara tersebut (ICCP, 1971).

Komposisi maseral dan mineral serta fasies ataupun lingkungan

pengendapan batubara, sangat ditentukan oleh keadaan geologi, iklim, vegetasi, dan rezim hidrologi saat gambut sebagai bahan awal batubara terendapkan (Diessel, 1992; Bustin dr., 1983 ; dan Calder dr., 1991,1993).

3. METODE

Metode penyelidikan dan pengamatan geologi di lapangan telah dilakukan terhadap beberapa singkapan batuan terutama lapisan batubara yang direkam dalam bentuk penampang terukur. Pengambilan sampel batubara dilakukan secara acak terhadap singkapan beberapa lapisan batubara, sampel batubara yang diambil adalah yang berkualitas segar dalam rangka untuk uji laboratorium.

Setiap sampel tersebut kemudian dianalisis secara makroskopis untuk menentukan jenis litotipenya, berdasarkan klasifikasi Diessel (1965). Sebanyak 15 percontohan batubara terlebih dahulu dipreparasi menjadi briket poles (*polished briquettes*) dengan campuran *epoxy resin*. Selanjutnya, semua sampel ini dipreparasi di laboratorium untuk analisis petrografi.

Analisis laboratorium yang dilakukan yakni analisis petrografi bahan organik (maseral) dan anorganik (bahan mineral) serta nilai reflektansi vitrinit untuk penentuan lingkungan pengendapan dan peringkat batubara. Terminologi yang digunakan dalam mengidentifikasi dan mendeskripsi bahan organik mengikuti panduan ICCP (*International Committee for Coal and Organic Petrology*, 1971), dan Diessel (1986).

Hasil analisis petrografi selanjutnya diplotkan ke dalam diagram-diagram fasies untuk menentukan kondisi lingkungan pengendapan. Untuk mengidentifikasi lingkungan pengendapan dan karakteristik batubara, beberapa indeks petrografi yang telah dilakukan diplotkan ke dalam diagram fasies Diessel (1986) dan Calder (1993).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik dan Litotipe Batubara (Makroskopis)

Berdasarkan analisis dan deskripsi megaskopis di lapangan, batubara daerah penelitian secara keseluruhan memiliki ketebalan $\pm 50-200$ cm, ketebalan batubara diduga dikontrol oleh faktor posisi geotektonik, kecepatan penurunan cekungan dan jumlah suplai organik pembentuk batubara, jika kecepatan penurunan cekungan dan proses pengendapan gambut berjalan seimbang serta jumlah suplai bahan organik cukup banyak, maka akan dihasilkan endapan batubara yang lebih tebal. Batulempung hadir sebagai *roof* dan *floor* serta *parting* tipis pada lapisan batubara, terdapat komponen organik berupa fosil daun dan ranting pada sedimen pembawa batubara menandakan adanya pengaruh bahan organik saat pengendapan sedimen tersebut. Keterdapat *parting* tuf dan lempung tufan pada lapisan batubara menandakan adanya aktivitas vulkanik saat pengendapan batubara. Selain itu, intrusi andesit-diorit yang terdapat disekitar perlapisan batubara akan meningkatkan nilai kalori dan mempengaruhi peringkat batubara.

Berdasarkan klasifikasi litotipe menurut Diessel (1965), batubara Formasi Purukcahu hampir seluruhnya didominasi oleh litotipe *Dull Banded* (DB) - *Banded* (BD) dan sangat jarang *Bright-Banded* (BB) dan *Bright* (B) (Tabel 1).

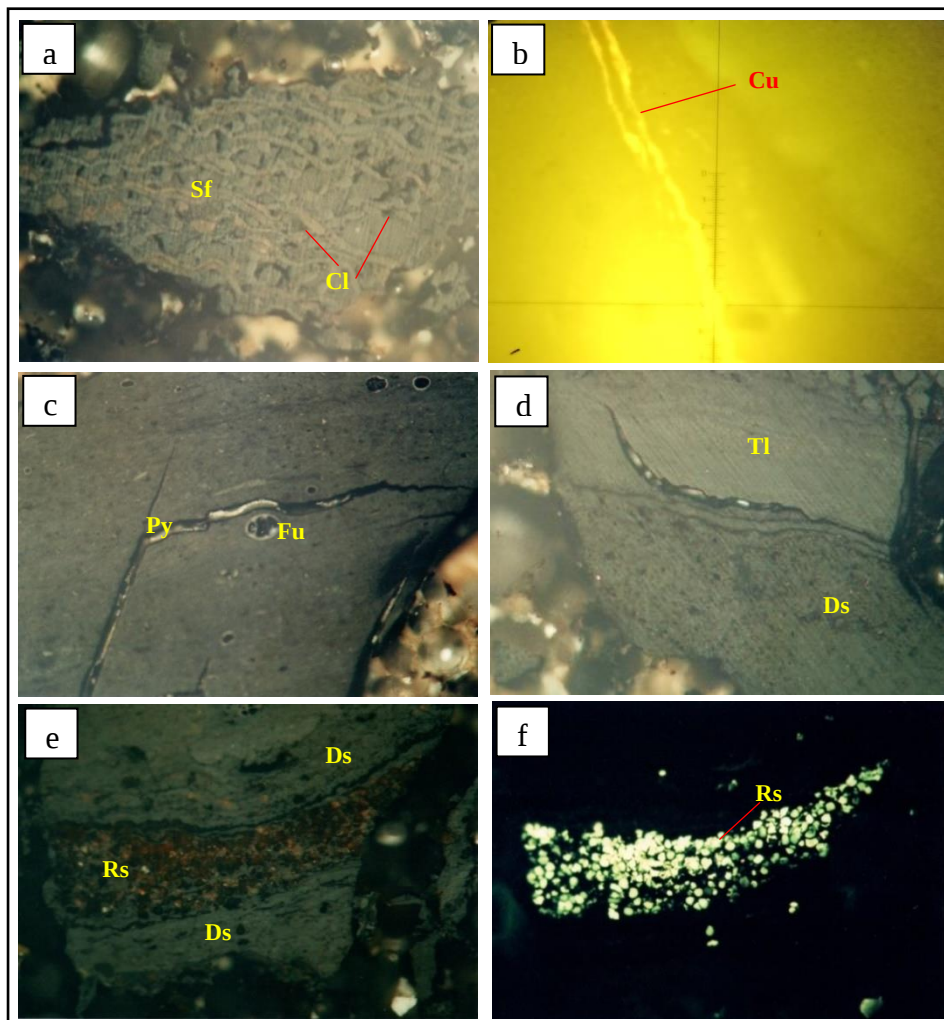
Dominasi litotipe *banded* pada sampel batubara daerah penelitian memperlihatkan bahwa umumnya batubara daerah penelitian secara megaskopis disusun oleh 40 – 60 % pita-pita mengilap (*bright*) dan kusam (*dull*) berukuran kurang dari 5mm. Dominasi litotipe *banded* dan *dull banded* menunjukkan jenis vegetasi utama pembentuk batubara ini umumnya adalah tumbuhan tingkat rendah, litotipe *banded* umumnya terbentuk di bawah kondisi lebih kering dalam suasana lingkungan air terbuka (*open moor*) dengan vegetasi pohon tinggi yang tidak rapat, sementara litotipe yang lebih mengilap

(brighter) diduga terbentuk dalam lingkungan rawa berhutan rapat dan lebih basah serta *fen* (Lamberson dr, 1991).

Analisis Petrografi (Mikroskopis)

Berdasarkan hasil analisis petrografi (Tabel 1), batubara tersusun oleh kelompok maseral vitrinit (82,6% - 96,4%), liptinit (0,4% - 5%), dan inertinit (0% - 12,6%), serta bahan mineral (0,6% - 6,6%). Kelompok maseral vitrinit terdiri atas maseral telokolinit (21,6% - 46,6%) (Gambar 3d), desmokolinit (42,6% - 61%)

(Gambar 3d), dan korpokolinit (0% - 4,4%). Kelompok maseral inertinit terdiri atas semifusinit (0% - 1,6%) (Gambar 3a), makrinit (0% - 0,8%), funginit (0% - 6,4%) (Gambar 3c), dan inertodetrinit (0% - 4,6%). Sementara itu, kelompok maseral liptinit tersusun atas resinit (0,4% - 5%) (Gambar 3e), sporinit (0% - 0,6%), suberinit (0% - 1%), dan kutinit (0% - 2,4%) (Gambar 3b). Bahan mineral yang terkandung dalam sampel batubara adalah mineral lempung (0,4% - 6%) (Gambar 3a) dan mineral pirit dalam jumlah yang relatif kecil (0,2% - 2,2%) (Gambar c).



Gambar 3. Fotomikrograf a.) semifusinit (Sf), mineral lempung (Cl) (cahaya putih, sampel TS 18 S). b.) kutinit (Cu). (cahaya fluoresens, sampel TS 18 S). c.) funginit (Fu), pirit (Py) (cahaya putih, sampel TS 10). d.) telokolinit (Tl), desmokolinit (Ds) (cahaya putih, sampel TS 10). e.) resinit (Rs) (cahaya putih, sampel TS 17E). f.) resinit (Rs) (cahaya fluoresens, sampel TS 17E).

Tabel 1. Hasil Analisis Petrografi Batubara Daerah Penelitian.

No.	No. Sampel	Litotipe	Maseral (%)																			Rv (%)			
			Tl	Dt	Ko	V	F	Sf	Ma	Fu	Idt	I	Rs	Sp	Sb	Cu	Lpt	L	Clay	Carb	Py	MM	min	max	Av
1.	TS10	BB	46.6	47.6	1.0	95.2	0	0	0	1.8	0.2	2.0	1.4	0	0.4	0	0	1.8	0.6	0	0.2	1.0	0.40	0.55	0.47
2.	TS12	DB	26.6	59.4	1.0	89.0	0	1.0	0.8	3.0	2.8	7.6	1.8	0	0	0	0	1.8	0.4	0	1.2	1.6	0.37	0.50	0.43
3.	TS13B	DB	35.6	55.4	1.4	92.4	0	0.4	0	3.2	2.0	5.6	0.6	0	0	0.4	0	1.0	0.8	0	0.2	1.0	0.39	0.70	0.51
4.	TS14A	DB	34.0	52.0	1.4	87.4	0	0	0	3.2	0.2	3.4	1.6	0	0	1.0	0	2.6	6.0	0	0.6	6.6	0.36	0.60	0.50
5.	TS14E	BD	36.2	46.0	1.4	83.6	0	0.2	0	4.4	3.4	8.0	3.4	0.6	0.4	0.6	0	5.0	2.2	0	1.2	3.4	0.39	0.56	0.46
6.	TS15D	DB	21.6	61.0	0	82.6	0	1.6	0	6.4	4.6	12.6	1.0	0.4	0	0	0	1.4	1.2	0	2.2	3.4	0.43	0.60	0.52
7.	TS17B	BD	37.2	52.4	2.0	91.6	0	0.4	0	3.4	2.0	5.2	0.6	0	0	0.4	0	1.0	0.4	0	1.2	1.6	0.34	0.51	0.45
8.	TS17E	BD	37.8	56.0	0	93.8	0	0	0	0	0	0	5.0	0	0	0	0	5.0	0.8	0	0.4	1.2	0.35	0.50	0.46
9.	TS17H	BD	34.4	57.0	2.0	93.4	0	0.4	0	3.6	1.4	5.6	0.4	0	0	0	0	0.4	0.4	0	0.2	0.6	0.38	0.53	0.48
10.	TS17S	BB	41.6	46.6	4.4	92.6	0	0	0	0.6	0	0.6	2.4	0	0	0	0	2.4	3.2	0	1.2	4.4	0.38	0.51	0.46
11.	TS17T	B	46.6	42.6	3.6	92.8	0	0.4	0	0.6	1.2	2.2	1.0	0	0	2.0	0	3.0	1.6	0	0.4	2.0	0.38	0.51	0.44
12.	TS18S	DB	34.0	52.6	2.4	89.0	0	0.6	0	1.6	1.4	3.6	1.4	0	1.0	2.4	0	4.8	2.0	0	0.6	2.6	0.42	0.54	0.49
13.	TS18C	BD	39.4	56.0	1.0	96.4	0	0	0	1.0	0	1.0	0.6	0	0	0	0	0.6	1.2	0	0.8	2.0	0.43	0.55	0.46
14.	TS20A	BD	39.4	51.6	3.0	94.6	0	1.6	0	0.6	0	2.2	1.4	0	0	0.4	0	1.8	1.6	0	0.4	2.0	0.28	0.47	0.40
15.	TS22A	BB	41.2	45.6	2.4	89.2	0	0.4	0	3.0	2.0	5.4	0.6	0	0	0.4	0	1.0	2.6	0	1.8	4.4	0.30	0.46	0.38

Keterangan:

Tl	: telokolimit	F	: fusinit	Rs	: resinit	L	: Liptinit	Rv	: Reflektansi Vitrit
Dt	: detrovitrit+desmokolimit	Sf	: semifusinit	Sp	: sporinit	Clay	: mineral lempung	min	: Reflektansi Vitrit minimum
Ko	: korpokolimit	Ma	: makrinit	Sb	: suberinit	Carb	: karbonat	max	: Reflektansi Vitrit maksimum
V	: vitrit	Fu	: funginit	Cu	: kutinit	Py	: pirit	Av	: Reflektansi Vitrit Rata-rata
I	: Inertinit	Idt	: inertodetrinit	Lpt	: liptodetrinit	MM	: Mineral matter		
B	: Bright	BB	: Bright Banded	BD	: Banded	DB	: Dull Banded		

A₁
G_C

Hasil pengukuran reflektansi vitrinit (%Rv) yang ditampilkan pada Tabel 1, menunjukkan nilai reflektansi vitrinit minimum berkisar antara 0,28% - 0,43%, nilai reflektansi vitrinit maksimum berkisar antara 0,47% - 0,7%, sedangkan nilai reflektansi vitrinit rata-rata berkisar antara 0,38% - 0,52%. Dari nilai reflektansi vitrinit ini, maka batubara di daerah penelitian dikategorikan ke dalam peringkat subbituminus sampai dengan *high volatile bituminous C*, sebagaimana klasifikasi peringkat batubara menurut ASTM Coal Rank (1981).

Komposisi batubara yang di dominasi oleh kelompok maseral vitrinit menunjukan lingkungan yang relatif basah saat pengendapan gambut. Dari 15 sampel, 13 sampel didominasi oleh gabungan maseral detrovitrinit dan korpokolinit yang termasuk ke dalam vitrinit B, dan hanya satu sampel (sampel nomor 11) yang menunjukan dominasi telokolinit (vitrinit A), serta terdapat satu sampel (sampel nomor 1) memperlihatkan jumlah vitrinit A dan vitrinit B yang hampir seimbang. Kehadiran maseral vitrinit B yang mendominasi menafsirkan bahwa vegetasi penyuplai bahan pembentuk batubara pada daerah penelitian didominasi oleh jenis semak, perdu, dan tumbuhan *herbaceous*, dengan sedikit tetumbuhan tinggi

Tabel 2. Nilai Indeks Petrografis Batubara Daerah Penelitian

NO	SAMPEL	GI	TPI	GW	VI
1	TS 10	47.6	0.99	1.06	0.99
2	TS 12	15.48	0.44	2.33	0.46
3	TS 13 B	16.57	0.62	1.62	0.61
4	TS 14 A	26	0.68	1.76	0.65
5	TS 14 E	10.6	0.81	1.4	0.77
6	TS 15 D	6.58	0.37	2.98	0.36
7	TS 17 B	15.86	0.68	1.5	0.67
8	TS 17 E	~	0.76	1.51	0.76
9	TS 17 H	17.29	0.58	1.73	0.58
10	TS 17 S	154.3	0.86	1.33	0.86
11	TS 17 T	43.09	1.05	1.03	0.97
12	TS 18 S	25.38	0.69	1.69	0.62
13	TS 18 C	96.4	0.7	1.49	0.7
14	TS 20 A	43.18	0.78	1.43	0.77
15	TS 22 A	16.59	0.85	1.27	0.83

Lingkungan Pengendapan

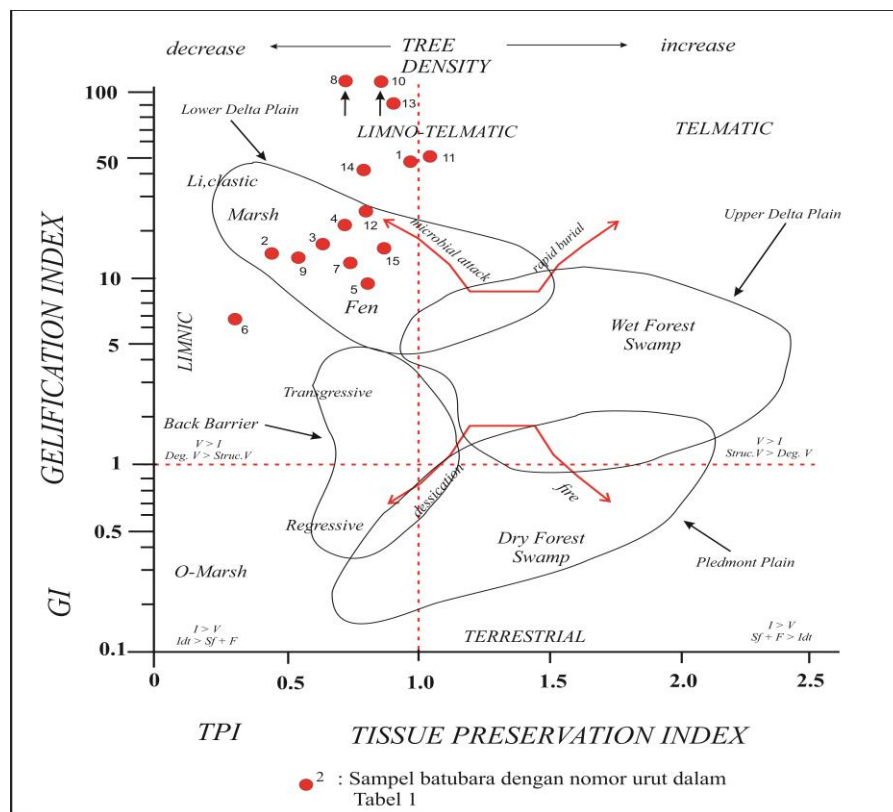
Sejumlah metode berdasarkan parameter indeks petrografis maseral telah dikembangkan untuk menentukan ekosistem lingkungan pengendapan batubara. Dalam penelitian ini, untuk menentukan lingkungan pengendapan batubara digunakan diagram fasies GI (*Gelification Index*) versus TPI (*Tissue Preservation Index*) (Diessel, 1986), dan diagram GWI (*Groundwater Index*) versus VI (*Vegetation Index*) (Calder drr., 1993).

Untuk memprediksi lingkungan pengendapan atau fasies batubara menggunakan diagram GI versus TPI, hasil analisis petrografi organik (Tabel 1) direkalkulasi menjadi nilai GI dan TPI (Tabel 2) berdasarkan formula yang telah ditentukan oleh Diessel (1986). Formula yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$GI = \frac{(\text{Vitrinit} + \text{Kutinit} + \text{Sporinit} + \text{Makrinit})}{(\text{Semifusinit} + \text{Fusinit} + \text{Inertodetrinit} + \text{Funginit})}$$

$$TPI = \frac{(\text{Vitrinit A} + \text{Semifusinit} + \text{Fusinit} + \text{Sporinit} + \text{Kutinit} + \text{Resinit} + \text{Suberinit})}{(\text{Vitrinit B} + \text{Inertodetrinit} + \text{Liptodetrinit} + \text{Makrinit})}$$

Hasil plotting pada diagram GI versus TPI (Gambar 4) secara keseluruhan menunjukan batubara terendapkan pada lingkungan *lower delta plain*, atau secara lebih spesifik pada lingkungan *marsh* hingga *fen*. Diagram ini juga menunjukan adanya proses biokimia yaitu pengaruh kegiatan bakteri saat pengendapan batubara (*microbial attack*). GI merefleksikan tingkat permukaan air relatif selama pembentukan gambut. Jika nilai GI tinggi (>5) berarti permukaan air tinggi yang juga mengindikasikan dominasi maseral yang sangat ter-gelifikasi (vitrinit dan makrinit) terhadap maseral yang kurang ter-gelifikasi. Nilai TPI rendah (<0,5) menunjukan jaringan tetumbuhan dan gambut kurang baik terawetkan (Diessel, 1986) dan suplai tetumbuhan berpohon tinggi sedikit.



Gambar 4. Diagram Fasies GI versus TPI (Diessel, 1986) yang menunjukkan lingkungan pengendapan batubara Formasi Purukcahu.

Nilai TPI rendah adalah akibat jenis vegetasi atau karena pengawetan jaringan kurang baik. Sementara itu, nilai TPI >0,5 menunjukkan jaringan tetumbuhan lebih baik terawetkan, dan suplai tumbuhan berpohon tinggi mulai bertambah.

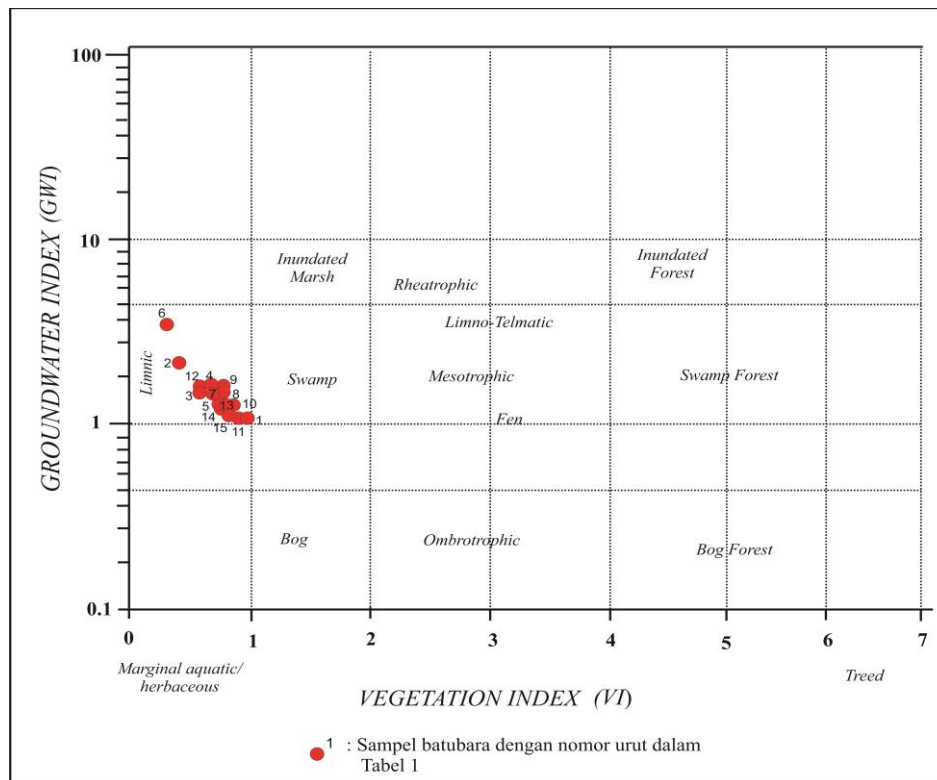
Diagram fasies GI versus TPI menunjukkan batubara di daerah penelitian termasuk ke dalam nilai GI tinggi (>5), sedangkan nilai TPI dominan tinggi yaitu > 0,5, namun beberapa sampel menunjukkan nilai rendah <0,5. Sehingga dapat disimpulkan selama pembentukan gambut permukaan air cukup tinggi dan maseral tergelifikasi lebih mendominasi, serta jaringan tetumbuhan terawetkan secara baik dan suplai pepohonan tingkat tinggi dan tingkat rendah yang hampir berimbang.

Calder dr. (1991) mengusulkan model fasies batubara berdasarkan hubungan antar maseral, yaitu Indeks Air Tanah (GWI / Ground Water Index) dan Indeks Vegetasi (VI / Vegetation Index).

Indeks Air Tanah (GWI) dapat menentukan rezim hidrologi saat pembentukan batubara, sementara Indeks Vegetasi (VI) dapat menduga jenis vegetasi pembentuk batubara. Dalam penentuan lingkungan pengendapan menggunakan diagram GWI versus VI (Calder, 1993) (Gambar 5), hasil perhitungan kandungan maseral dan bahan mineral diplotkan ke dalam diagram yang terlebih dahulu direkalkulasi berdasarkan formula sebagai berikut:

$$GWI = \frac{(\text{Detrovitrinit} + \text{Korpokolinit} + \text{Mineral})}{(\text{Telokolinit})}$$

$$VI = \frac{(\text{Telokolinit} + \text{Semifusinit} + \text{Fusinit} + \text{Resinit} + \text{Suberinit})}{(\text{Detrovitrinit} + \text{Korpokolinit} + \text{Inertodetrinit} + \text{Liptodetrinit} + \text{Alginit} + \text{Sporinit} + \text{Kutinit})}$$



Gambar 5. Diagram Fasies GWI versus VI (Calder, 1993) yang menunjukkan lingkungan pengendapan batubara Formasi Purukcahu.

Kisaran nilai GWI antara 1,0 – 5,0 berkaitan dengan kandungan maseral tergelifikasi kuat dan kandungan bahan mineral (*mineral matter*) yang menengah, atau kandungan maseral telokolinit menengah, sedangkan nilai GWI tinggi >5,0 menunjukkan karakteristik kandungan maseral tergelifikasi kuat dan bahan mineral yang tinggi, atau kandungan telokolinit yang rendah. Nilai VI yang rendah (< 1,0) menunjukkan zona *herbaceous*, sehingga cenderung mengindikasikan vegetasi *herbaceous* sebagai bahan pembentuk asal batubara, dengan sedikit tetumbuhan berpohon tinggi.

Berdasarkan hasil plotting dalam diagram GWI versus VI di atas, semua sampel batubara pada daerah penelitian tersebut berada pada kisaran nilai GWI 1,0 – 5,0 dan nilai VI yang rendah, sehingga dapat diperkirakan bahwa kandungan maseral tergelifikasi kuat lebih dominan dan kandungan telokolinit dan bahan mineral (*mineral matter*) yang menengah. Hal ini

menunjukkan bahwa batubara terbentuk pada fasies limnik hampir ke rawa (*swamp*) pada kondisi hidrologi mesotrofik (*mesotrophic*) dengan vegetasi pembentuk batubara dari jenis tetumbuhan *herbaceous* dengan sedikit tetumbuhan berpohon tinggi. Kondisi hidrologi mesotrofik menunjukkan sumber air berasal dari air hujan dan air mengalir atau tergenang serta menandakan terjadinya fluktuasi muka air pada saat pengendapan gambut.

5. KESIMPULAN

Litotipe batubara daerah penelitian hampir seluruhnya didominasi oleh litotipe *Dull Banded* (DB) - *Banded* (BD) dan sangat jarang *Bright-Banded* (BB) dan *Bright* (B).

Maseral penyusun batubara daerah penelitian yaitu maseral vitrinit yaitu sebesar 82,6% - 96,4%, liptinit dan inertinit lebih sedikit yaitu 0,4% - 5% dan 0% - 12,6%. Komposisi bahan mineral 0,6% - 6,6%. Nilai pengukuran reflektansi vitrinit rata-rata menunjukkan nilai

kisaran antara 0,38% - 0,52%. menunjukkan batubara termasuk peringkat subbituminus hingga *high volatile bituminous C*.

Dominasi maseral vitirinit secara keseluruhan menunjukkan batubara terbentuk pada lingkungan yang relatif basah. Hasil plotting pada diagram fasies menunjukkan batubara terendapkan pada lingkungan *lower delta plain* tepatnya pada lingkungan *marsh* hingga *fen* pada kondisi hidrologi mesotrofik yang menandakan terjadinya fluktuasi muka air selama pembentukan gambut, jenis tetumbuhan yang membentuk batubara berasal dari tumbuhan tingkat rendah (*herbaceous*) dengan sedikit tetumbuhan tingkat tinggi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih terutama penulis tujuan kepada Kepala Pusat Survey Geologi beserta staf dan karyawan yang telah menyediakan sarana dan peralatan guna analisis laboratorium. Ucapan terimakasih juga penulis sampaikan kepada rekan-rekan seperjuangan mahasiswa geologi yang telah banyak membantu dan memberi saran dan masukan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

American Society for Testing and Material (ASTM). 1981. *Annual Book of ASTM standart*. American Society for Testing Material, Philadelphia, Pennsylvania.

Bustin, R.M., Cameron, A.R., Grieve, D.A., dan Kalkreuth, W.D., 1983. *Coal Petrology : its Principle, Methods, and Applications*. Geological Association of Canada, Shorts courses notes volume 3, Victoria, British Columbia, May 8-10, 1983, 273h.

Calder, J.H., 1993. *The evolution of ground-water-influenced peat-forming ecosystem in piedmont setting: The No. 3 seam, Springhill coalfield, Cumberland Basin, Nova Scotia*.

Dalam: Cobb, J.C. dan Cecil, C. B. *Modern and Ancient Coal Forming Environment*, Geological Society of America Bulletin, 83, h.129-142.

Calder, J.H., Gibling, M.R., dan Mukhopadhyay, P.K., 1991. *Peat Formation in a Westphalian B piedmont setting, Cumberland basin, Nova Scotia: implication for the maceral-based interpretation of reotrophic and raised paleomires*. Bulletin de la societe Geologique de France, 162, h. 283-298.

Diessel, C.F.K., 1965. *Correlation of macro- and micropetrography of some New South Wales Coal*. Dalam: Woodcock, J.T., Madigan, R.T., dan Thomas, R.G. (eds.), *Proceedings-General, 8th Commonwealth Mineral and Metallurgy Congress*, 6, h.669-667.

Diessel, C.F.K., 1986. *On the correlation between coal facies and depositional environments*. *Proceedings, 20th New Castle Symposium on Advances in the Study of the Sydney Basin*, 246, Department of Geology, University of New Castle, Australia, h. 19-22.

ICCP (International Committee for Coal Petrology). 1971. *International andbook of Coal Petrology*, 1st supplement to 2nd edition; Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, France.

Lamberson, M.N., Bustin, R.M., dan Kalkreuth, W., 1991, *Lithotype (maceral) composition and variation Z correlated with paleo-wetland environment, Gates Formation, Northeastern British Columbia, Canada*. *International Journal of Coal Geology*, 83, h.87-124.

Stach, E., Mackowsky, M, Th., Teichmuller, M., Taylor, G.H., Chandra, D and Teichmuller, T., 1982. *Stach's Textbook of Coal Petrology.*, 3rd revised and enlarged edition, Gebrudere Borntraeger, Berlin, Stuttgart 1982., 535h.

Supriatna, S., Sudrajat, A., Abidin, Z. 2009. *Peta Geologi Lembar Muaratewe skala 1: 250.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung.