



**KARAKTERISTIK DAN LINGKUNGAN PENGENDAPAN
BATUBARA FORMASI KALIGLAGAH BERDASARKAN ANALISIS
PETROGAFI DI DAERAH BENTARSARI, KECAMATAN SALEM,
KABUPATEN BREBES, PROVINSI JAWA TENGAH**

Muhammad Abian^{1*}, Nurdrajat¹, Reza Mohammad¹, Yusi Firmansyah¹

¹Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran, Bandung

*Korespondensi: muhammadabian97@gmail.com

ABSTRAK

Formasi Kaliglagah di daerah Bentarsari, Kecamatan Salem, Kabupaten Brebes, Provinsi Jawa Tengah termasuk ke dalam Cekungan Bentarsari. Formasi ini merupakan formasi pembawa batubara pada Cekungan Bentarsari yang berumur Pliosen Akhir dan tersusun atas lapisan batulempung, batupasir, tuf dan batubara. Lapisan batubara pada formasi ini dianalisis secara makroskopis untuk mengetahui jenis litotipe dan dianalisis secara mikroskopis untuk mengetahui kandungan maseral dan bahan mineral yang terkandung dalam batubara tersebut. Hasil dari kedua analisis tersebut lalu digunakan untuk mendeterminasi karakteristik dan lingkungan pengendapan dari lapisan batubara Formasi Kaliglagah. Semua lapisan batubara pada daerah penelitian memiliki jenis litotipe *Dark* (Dk) dengan ketebalan antara 0,1 - 9,5 meter. Lalu berdasarkan analisis petrografi batubara pada daerah penelitian ini tersusun oleh kelompok maseral vitrinit (83,8% - 97,4%), liptinit (0 - 0,8%), dan inertinit (0,2% - 12,2%), serta bahan mineral (1,6% - 10%). Berdasarkan nilai VA/VB tumbuhan pembentuk batubara merupakan tumbuhan tingkat rendah. Lalu berdasarkan perbandingan nilai V/I maka menunjukkan bahwa batubara terendapkan pada kondisi lingkungan yang relatif basah. Lalu hasil dari diagram GI (*Gelification Index*) versus TPI (*Tissue Preservation Index*) menunjukkan bahwa batubara terendapkan pada fasies limnik pada lingkungan *marsh* di *lower delta plain*.

Kata kunci: batubara, lingkungan pengendapan, litotipe, maseral, cekungan Bentarsari.

ABSTRACT

*The Kaliglagah Formation distributed in the Bentarsari area, Salem District, Brebes Regency, Central Java Province is situated in the Bentarsari Basin. This Late Pliocene formation is a coal barrier formation in the Bentarsari Basin which is consist of claystone, sandstone, tuff and coal seams. The coal sample in this formation had been analyzed macroscopically to determine the type of lithotype and analyzed microscopically to determine the maceral and mineral material contained in the coal. The results of the two analyzes are then used to determine the characteristics and depositional environment of the Kaliglagah Formation coal seams. All coal seams in the study area have Dark (Dk) lithotype with thicknesses between 0.1 - 9.5 meters. Then based on the petrographic analysis of coal in the study area it was composed of maceral of vitrinite (83.8% - 97.4%), liptinite (0 - 0.8%), and inertinite (0.2% - 12.2%), and mineral materials (1.6% - 10%). Based on the value of VA/VB, coal-forming plants are the herbaceous plants. Then based on the comparison of V/I values, it shows that coal is deposited in relatively wet environmental conditions. Then the results of the GI (*Gelification Index*) versus TPI (*Tissue Preservation Index*) diagram show that coal is deposited in the limnic facies in the marsh environment in the lower delta plain.*

Keywords: coal, depositional environment, lithotype, maceral, Bentarsari basin.

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan tatanan geologi yang cukup kompleks, karena hal tersebut Indonesia memiliki sumber daya alam yang melimpah. Salah satu sumber daya alam tersebut adalah batubara. Batubara merupakan bahan bakar hidrokarbon padat yang terbentuk dari tumbuh-tumbuhan dalam lingkungan bebas oksigen dan terkena pengaruh temperatur serta tekanan yang berlangsung sangat lama (Achmad Prijono, 1992). Persebaran batubara di Indonesia paling banyak dijumpai di Kalimantan Timur, Kalimantan Selatan dan Sumatera Selatan.

Studi analisis batubara dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis. Secara makroskopis dapat ditentukan jenis litotipe untuk menentukan karakteristik batubara sedangkan secara mikroskopis dapat dianalisis lebih mendalam terkait maseral dan mineral yang terkandung di dalam batubara pada daerah penelitian.

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik dan kondisi lingkungan pengendapan pada saat pembentukan batubara di daerah penelitian. Analisis secara makroskopis dilakukan untuk mengetahui jenis litotipe dari batubara. Analisis secara mikroskopis dilakukan dengan analisis petrografi organik untuk mengetahui fasies dan kondisi lingkungan pengendapan saat pengendapan batubara. Kajian lingkungan pengendapan batubara berkaitan dengan tumbuhan pembentuk, kondisi hidrologi, indeks gelifikasi dan tingkat pengawetan bahan tumbuhan selama pembentukan batubara.

Penelitian ini dilakukan pada 3 sungai yang memiliki batubara pada daerah penelitian yaitu Sungai Cibirong, Sungai Cileuweung dan Sungai Citatah. Secara administratif daerah penelitian dilakukan di daerah Bentarsari yang masuk ke dalam wilayah Kecamatan Salem, Kabupaten Brebes, Provinsi Jawa Tengah. Secara geografis daerah penelitian terletak antara $108^{\circ} 41' 37,70''$ - $109^{\circ} 11' 28,92''$ BT dan $6^{\circ} 44' 56,50''$ - $7^{\circ} 20' 51,48''$ LS.



□ Lokasi Penelitian

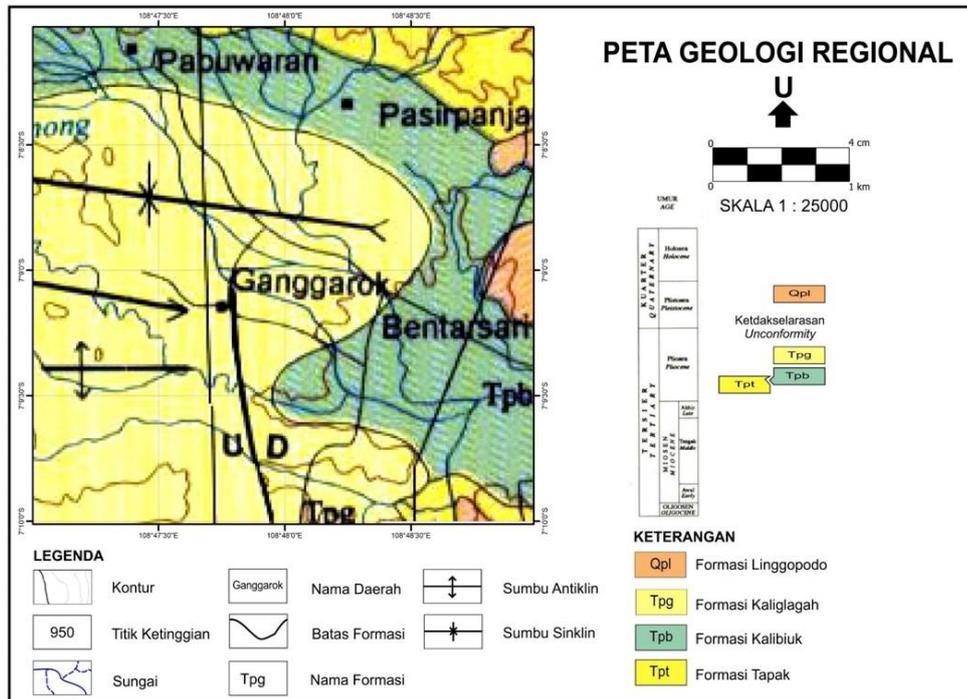
Gambar 1. Peta lokasi daerah penelitian.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Geologi Regional

Secara regional daerah penelitian termasuk ke dalam lembar Majenang (Kastowo dan Suwarna, 1996). Dalam peta geologi lembar Majenang (Gambar 2), daerah penelitian yang terdapat pada Cekungan Bentarsari tersusun atas empat formasi dengan urutan stratigrafi dari tua ke muda pada daerah penelitian yaitu Formasi Tapak (Tpt), Formasi Kalibiuk (Tpb), Formasi Kaliglagah (Tpg) dan Formasi Linggopodo (Qpl). Formasi Kaliglagah merupakan formasi pembawa lapisan batubara yang terdapat di Cekungan Bentarsari.

Adapun struktur geologi regional yang berkembang di daerah penelitian berupa sesar, lipatan, kelurusan dan kekar yang terdapat pada batuan yang berumur Oligo-Miosen sampai Holosen. Sesar yang dijumpai umumnya berarah barat laut-tenggara juga timur laut-barat daya. Jenis sesar berupa sesar naik, sesar normal dan sesar geser yang mengiri dan menganan, berada pada batuan yang berumur Oligo – Miosen sampai Plistosen. Selain itu lipatan yang terdapat pada lembar ini berarah barat laut-tenggara dan juga ada yang berarah barat-timur.



Gambar 2. Peta geologi regional daerah penelitian lembar Majenang (Modifikasi dari Kastowo dan Suwarna, 1996).

Landasan Teori

Batubara adalah suatu endapan yang tersusun dari bahan organik dan anorganik. Bahan organik berasal dari sisa tumbuh-tumbuhan yang telah mengalami berbagai tingkat pembusukan (dekomposisi) dan perubahan sifat-sifat fisik serta kimia baik sebelum maupun sesudah tertutup oleh endapan lain di atasnya (Stach, 1975).

Litotipe merupakan asosiasi dari maseral-maseral dalam bentuk pita-pita tipis dengan ketebalan mulai dari beberapa mm sampai beberapa cm pada batubara humik. Pada skala makroskopis terdapat kenampakan pita-pita tipis akibat akumulasi hancuran organik dari tumbuhan yang terjadi selama proses pembentukan endapan (Muller, et al. 1990; dalam Speight, 2005). Hal ini mungkin dikarenakan oleh asal mula berbagai senyawa organik yang berbeda pada batubara (Speight, 2005). Klasifikasi litotipe yang digunakan pada penelitian ini adalah klasifikasi litotipe batubara muda oleh George (1975).

Batubara terdiri dari komposisi berupa material organik yang disebut maseral, analog dengan mineral dalam batuan. Pembentukan maseral yang berasal dari material organik tumbuhan ini berlangsung sejak awal tahap akumulasi gambut yang dipengaruhi faktor-faktor seperti jenis tumbuhan, iklim, kontrol ekologi dan kondisi lingkungan pengendapan (Stach et al., 1982). Thomas (2013) menyatakan bahwa maseral bisa diidentifikasi pada berbagai peringkat batubara. Maseral pada batubara bisa dibagi menjadi tiga grup utama, yaitu vitrinit, liptinit dan inertinit. Pembagian ini didasarkan pada bentuk, morfologi, ukuran, relief, struktur dalam, komposisi kimia, warna pantulan, intensitas refleksi, dan tingkat pematubarannya.

3. METODE

Tahap pengumpulan data dilakukan langsung di lapangan menggunakan metode measuring section (MS) pada tiga sungai di daerah penelitian. Dari hasil pengukuran

batubara dan litologi lain dalam lintasan dihasilkan penampang stratigrafi terukur dari litologi dari tua ke muda.

Analisis litotipe merupakan analisis makroskopis batubara yang dilakukan seperti deskripsi batuan pada umumnya dengan parameter atau karakteristik tertentu yang merupakan penciri fisik batubara. Klasifikasi litotipe yang digunakan pada penelitian ini adalah klasifikasi litotipe batubara muda oleh George (1975).

Analisis laboratorium yang dilakukan yaitu analisis petrografi organik dengan melakukan pengamatan conto polished block batubara untuk mengetahui komposisi kelompok maseral dan kandungan mineral. Analisis komposisi kelompok maseral dan mineral dilakukan sesuai prosedur kerja laboratorium menggunakan alat point counter yang terhubung pada mikroskop dan komputer. Perhitungan komposisi maseral dilakukan sebanyak 500 kali pada tiap conto polished block, hal ini merujuk pada ISO 7404-3. 1994 mengenai pengukuran komposisi grup maseral pada batubara.

Hasil analisis petrografi selanjutnya diplotkan ke dalam rumus dan diagram fasies untuk mengetahui fasies dan kondisi lingkungan pembentukan batubara. Rumus dan diagram yang digunakan yaitu perbandingan Vitrinit A dan Vitrinit B (Kalkreuth & Leckie, 1989; Crosdale, 1993) untuk menentukan vegetasi pembentuk, perbandingan Vitrinit dan Inertinit (Harvey dan Dillon, 1985) untuk menentukan kondisi hidrologi dan diagram fasies TPI *versus* GI (Diessel, 1992).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik dan Litotipe Batubara (Makroskopis)

Berdasarkan analisis serta deskripsi megaskopis yang dilakukan di lapangan terdapat 13 seam batubara pada 3 sungai di daerah penelitian. Pada sungai Cibinong (T01) terdapat 5 seam batubara yang memiliki lapisan dengan tebal 0,7-12,5 meter dibatasi oleh roof dan floor berupa batupasir,

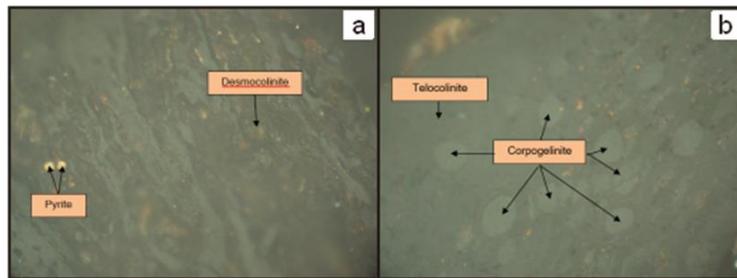
batulempung dan tonstein. Lalu pada sungai Cileuweung (T02) terdapat 5 seam batubara yang memiliki lapisan dengan tebal 0,1-9,5 meter dibatasi oleh roof dan floor berupa batulempung serta batupasir. Sedangkan pada sungai Citatah (T03) terdapat 3 seam batubara yang memiliki tebal 0,7-1,4 meter dibatasi oleh roof dan floor berupa batupasir. Pada batubara daerah penelitian ditemukan jejak-jejak fosil tumbuhan kayu yang terawetkan.

Berdasarkan hasil analisis makroskopik litotipe batubara muda (lignit) pada daerah penelitian yang mengacu klasifikasi George (1975) dapat dilihat bahwa litotipe batubara muda pada daerah penelitian didominasi oleh litotipe *dark*. Batubara dengan litotipe *dark* ini memiliki warna hitam sampai coklat tua, memiliki kandungan kayu tinggi dalam bentuk kecil dan kekerasannya keras.

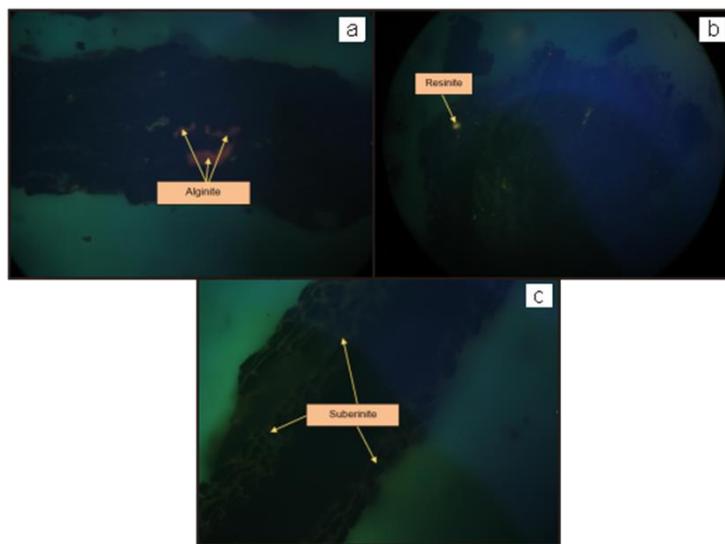
Analisis Petrografi (Mikroskopis)

Dalam analisis ini maseral yang diamati adalah kelompok maseral vitrinit yang terdiri dari telovitrinit, detrovitrinit dan gelovitrinit; kelompok maseral liptinit; serta kelompok maseral inertinit yang terdiri dari teloinertinit, detroinertinit dan geloinertinit. Selain maseral, *mineral matter* yang diamati adalah oksida, pirit dan lempung.

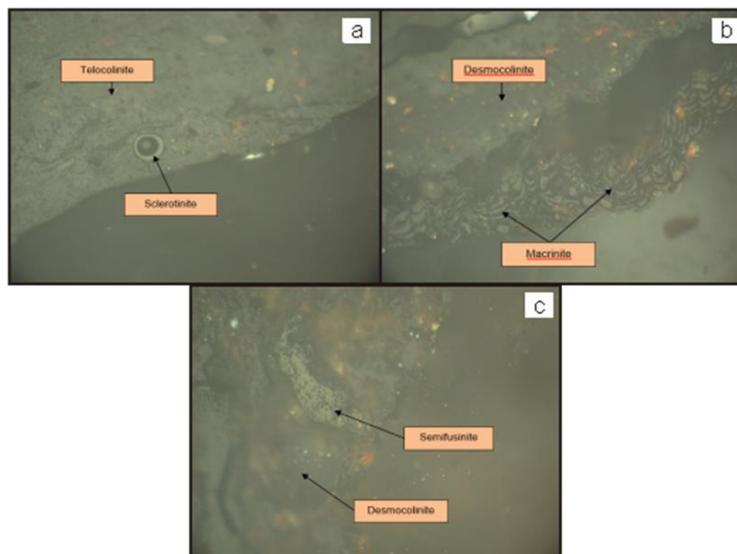
Berdasarkan hasil analisis petrografi batubara (Tabel 1) maka batubara pada daerah penelitian ini tersusun oleh kelompok maseral vitrinit (83,8% - 97,4%), liptinit (0 - 0,8%), dan inertinit (0,2% - 12,2%), serta bahan mineral (1,6% - 10%). Kelompok maseral vitrinit (Gambar 3) memiliki kandungan tertinggi, maseral yang dominan adalah detrovitrinit. Lalu pada kelompok maseral liptinit (Gambar 4) dan inertinit (Gambar 5) kandungannya rendah. Maseral dominan pada liptinit adalah suberinit sedangkan pada inertinit adalah semifusinit.



Gambar 3. Fotomikrograf kelompok maseral Vitrinit, a.Desmocollinit pada sampel T01-1, b.Corpogelinite yang berasosiasi dengan Telocollinit pada sampel T02-6, dengan cahaya refleksi putih.



Gambar 4. Fotomikrograf kelompok maseral Liptinit, a.Alginit pada sampel T03-3, b.Resinit pada sampel T01-3, c. Suberinit pada sampel T02-4, dengan cahaya fluoreesen.



Gambar 4. Fotomikrograf kelompok maseral Liptinit, a.Alginit pada sampel T03-3, b.Resinit pada sampel T01-3, c. Suberinit pada sampel T02-4, dengan cahaya fluoreesen.

Tabel 1. Hasil analisis komposisi maseral dan mineral matter pada batubara daerah penelitian.

No. Sampel	Tel-v	Tex	Texto	E-ul	Tello	Det-v	Att	Den	Des	Gel-v	Cor	Por	Eug	V	Spo	Cut	Res	Lip	Alg	Sub	Flu	Exs	Bit	L	Tel-I	Fus	Semi-fus	Scl	Det-I	line	Mic	Gel-I	Mac	I	Oks	Pyr	Clay	MM	
Sungai T01																																							
T01-9	11	0	0	0	11	82,8	0	0	82,8	0	0	0	0	93,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,6	0	0,4	1,2	0	0	1,4	1,4	3	0	3,2	0	3,2	
T01-678	35,4	0	0	0	35,4	58	0	0	58	0	0	0	0	93,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0,4	2,6	0	0	0,6	0,6	3,6	0	3	0	3	
T01-5	33,4	0	0	0	33,4	60,4	0	0	60,4	0,6	0,6	0	0	94,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1,4	0,6	0	0	0	0	2	0	3,6	0	3,6	
T01-4	31,4	0	0	0	31,4	60,6	0	0	60,6	0	0	0	0	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	2,4	2,6	0	0	0	0	5	0	3	0	3	
T01-3	26	0	0	0	26	66,4	0	0	66,4	0	0	0	0	92,4	0	0	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	2,8	0	1	1,8	0	0	0,4	0,4	3,2	0	4	0	4
T01-2	15	0	0	0	15	74	0	0	74	0	0	0	0	89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0	0,4	0	0	0	0,6	0,6	1	0	10	0	10	
T01-1	23,6	0	0	0	23,6	68	0	0	68	0	0	0	0	91,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0,20	0	0	0	0	0,4	0,4	0,6	0	7,6	0	7,6	
Sungai T02																																							
T02-6	13	0	0	0	13	84	0	0	84	0,4	0,4	0	0	97,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0,2	0	2,6	0	2,6	
T02-5	18	0	0	0	18	79,2	0	0	79,2	0	0	0	0	97,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0,6	0	0	0	0	0,6	0	2,2	0	2,2	
T02-4	30	0	0	0	30	63,4	0	0	63,4	0	0	0	0	93,4	0	0	0	0	0,4	0	0	0	0	0	0	0,4	3,2	0	1	2,2	0	0	1	4,2	0	2	0	2	
T02-23	22,6	0	0	0	22,6	69	0	0	69	0	0	0	0	91,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,8	0	1,6	2,2	0	0	0	3,8	0	4,6	0	4,6		
T02-1	26	0	0	0	26	70,4	0	0	70,4	0	0	0	0	96,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	2	0	1,6	0	1,6		
Sungai T03																																							
T03-3	25,2	0	0	0	25,2	58,6	0	0	58,6	0	0	0	0	83,8	0	0	0	0	0,4	0,4	0	0	0	0	0,8	12,2	0	3,2	9	0	0	0	12,2	0	3,2	0	3,2		
T03-2	9	0	0	0	9	83,2	0	0	83,2	0,6	0,6	0	0	92,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	3,6	0,4	0	0	0	0	4	0	3,2	0	3,2	
T03-1	18,4	0	0	0	18,4	72,2	0	0	72,2	0	0	0	0	90,6	0	0	0	0	0,4	0	0	0	0	0	0,4	5,4	0	3,2	2,2	0	0	0	5,4	0	3,6	0	3,6		
Rata-rata	22,5333	0	0	0	22,5	70,01	0	0	70	0,107	0,1	0	0	92,7	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,2	3,09	0	1,28	1,8	0	0	0,29	0,29	3,39	0	3,8	0	3,83		

Keterangan:

- Tel-v = Telovitrinit**
- Det-v = Detrovitrinit**
- Gel-v = Gelovitrinit**
- Tex = Textinit
- Texto = Texto-ulminit
- E-ul = E-ulminit
- Tello = Tellocollinit
- Att = Attrinit
- Den = Densinit
- Des = Desmocolinit
- Cor = Corpogelinit
- Por = Porigelinit
- Eug = Eugelinit
- V = **Vitrinit**
- Spo = Sporinit
- Cut = Cutinit
- Res = Resinit
- Lip = Liptodetrinit
- Alg = Alginit
- Sub = Suberinit
- Flu = Fluorinit
- Exs = Exsudatinit
- Bit = Bituminit
- L = **Liptinit**
- Tel-i = **Teloinertinit**
- Det-i = **Detroinertinit**
- Gel-i = **Geloinertinit**
- Fus = Fusinit
- Semi-fus = Semi-fusinit
- Scl = Sclerotinit
- Ine = Inertodetrinit
- Mic = Micrinit
- Mac = Macrinit
- I = **Inertinit**
- Oks = Oksida
- Pyr = Pirit
- Clay = Lempung
- MM = **Mineral matter**

Perbandingan nilai vitrinit A (telovitrinit) dan vitrinit B (detrovitrinit) menunjukkan asal mula tumbuhan pembentuk endapan batubara. Apabila nilai <1% maka berasal dari tumbuhan tingkat rendah (*herbaceous*), apabila nilainya >1% berasal dari tumbuhan kayu (*arborescent*). Berdasarkan hasil perbandingan maka dapat dilihat pada Tabel 2 bahwa semua batubara pada daerah penelitian memiliki nilai perbandingan <1% yang menunjukkan bahwa tumbuhan pembentuk berasal dari jenis semak, perdu, tumbuhan *herbaceous* dengan sedikit tetumbuhan tinggi.

Lalu perbandingan nilai Vitrinit terhadap Inertinit menunjukkan kondisi hidrologi dan tingkat oksidasi. Apabila nilai perbandingannya <1% maka menunjukkan batubara sudah teroksidasi dimana kondisi relatif kering, sedangkan jika >1% menunjukkan batubara terendapkan pada kondisi lingkungan yang relatif basah. Berdasarkan perbandingan nilai Vitrinit terhadap Inertinit maka dapat dilihat pada Tabel 2 bahwa semua batubara pada daerah penelitian menunjukkan nilai tinggi yang menunjukkan batubara berada pada lingkungan yang basah serta anoksik-suboksik.

Tabel 2. Nilai indeks petrografis batubara daerah penelitian

No. Sampel	VA/VB	V/I	TPI	GI
Sungai T01				
T01-9	0,13	31,27	0,15	59,50
T01-678	0,61	25,94	0,66	31,33
T01-5	0,55	47,20	0,58	47,20
T01-4	0,52	18,40	0,60	18,40
T01-3	0,39	28,88	0,43	33,14
T01-2	0,20	89,00	0,21	224,00
T01-1	0,35	229,00	0,35	460,00
Sungai T02				
T02-6	0,15	974,00	0,16	487,00
T02-5	0,23	162,00	0,23	162,00
T02-4	0,47	22,24	0,52	29,50
T02-23	0,33	24,11	0,38	24,11
T02-1	0,37	48,20	0,40	48,20
Sungai T03				
T03-3	0,43	6,87	0,64	6,87
T03-2	0,11	23,20	0,16	23,20
T03-1	0,25	16,78	0,33	16,78

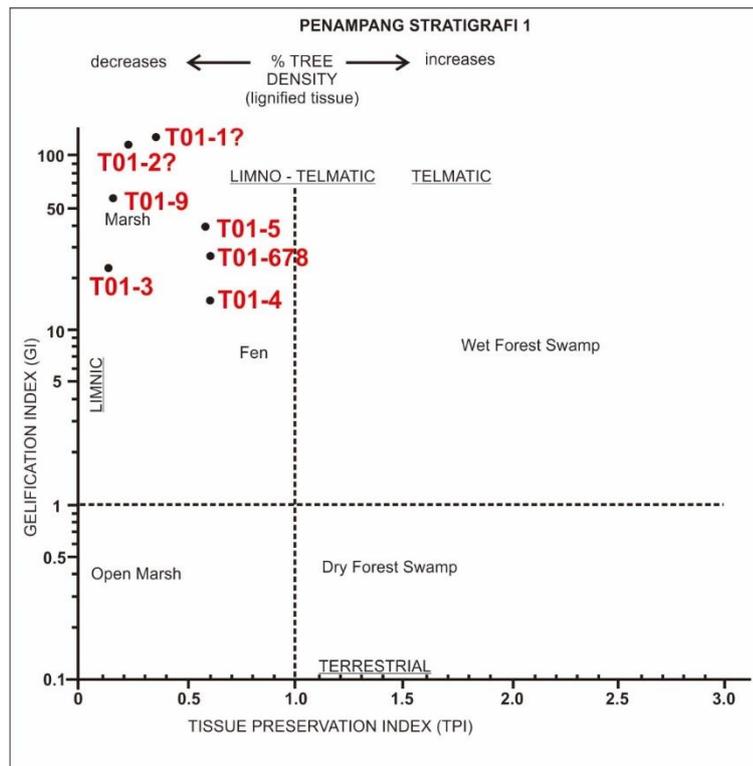
Lingkungan Pengendapan

Terdapat dua tipe indikasi kondisi pembentukan batubara yang dikembangkan oleh Diessel (1986) yaitu *Gelification Index* (GI) dan *Tissue Preservation Index* (TPI). Plot silang yang dilakukan antara GI dan TPI dapat menunjukkan informasi penting terkait interpretasi pada lingkungan pengendapan dalam pembentukan gambut.

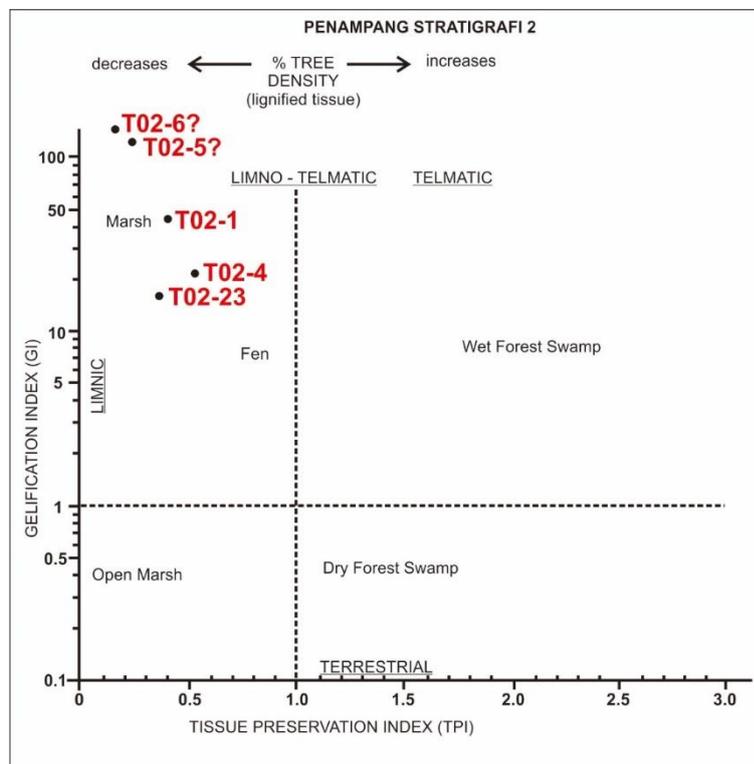
Analisis *Tissue Preservation Index* (TPI) adalah perbandingan antara struktur jaringan pada maseral yang terawetkan dengan struktur jaringan yang tidak terawetkan. Tingginya derajat humifikasi menyebabkan terjadinya penghancuran jaringan sel yang ditunjukkan nilai perbandingan yang rendah. Penghancuran sel akan mudah terjadi pada tumbuhan yang mengandung selulosa dan sebaliknya akan sulit terjadi pada tumbuhan yang mengandung lignin (tumbuhan kayu). TPI yang rendah mengindikasikan bahwa gambut didominasi oleh tanaman jaringan lunak *herbaceous* atau tanaman seperti *reed* pada lingkungan *marsh*. Sedangkan TPI yang tinggi menunjukkan adanya dominasi material tumbuhan kayu dan jaringan tumbuhan yang terpelihara baik (telokolinit, fusinit dan semifusinit), serta terbentuk pada kondisi oksik (fusinit dan semifusinit) (Diessel, 1992). Nilai TPI dapat diperoleh menggunakan rumus sebagai berikut:

$$TPI = \frac{\text{Telovitrinite} + \text{telo-inertinite}}{\text{Detro-} + \text{gelovitrinite} + \text{detro-} + \text{gelo-inertinite}}$$

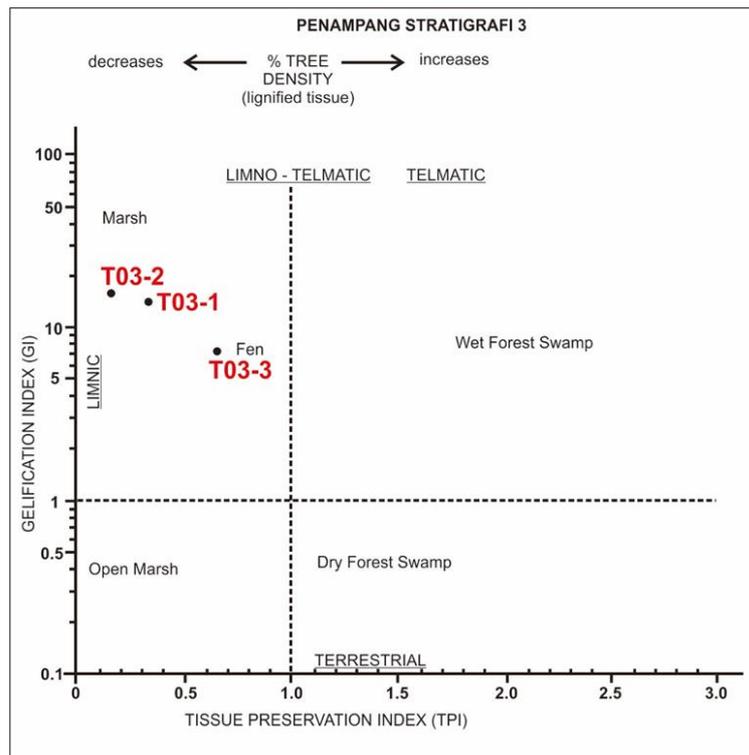
Analisis *Gelification Index* (GI) adalah analisis yang berhubungan dengan kontinuitas kelembaban pada lahan gambut serta menyatakan perbandingan antara maseral yang terbentuk oleh proses gelifikasi dan oksidasi. GI memperlihatkan indikasi dari gelifikasi, kondisi saat pembentukan gambut relatif kering atau basah, dan tingkat permukaan air relatif dari pengendapan batubara *autochtonous*. Nilai GI yang tinggi mengindikasikan kondisi lingkungan yang basah. Sedangkan penurunan nilai GI mengindikasikan oksidasi yang meningkat yang berarti kondisi lingkungan kering. Nilai GI dapat



Gambar 5. Plot nilai TPI dan GI pada sampel batubara di sungai 1 ke dalam diagram lingkungan pengendapan Diessel (1992).



Gambar 6. Plot nilai TPI dan GI pada sampel batubara di sungai 2 ke dalam diagram lingkungan pengendapan Diessel (1992).



Gambar 7. Plot nilai TPI dan GI pada sampel batubara di sungai 3 ke dalam diagram lingkungan pengendapan Diessel (1992).

diperoleh menggunakan rumus sebagai berikut:

$$GI = \frac{\text{Vitrinite} + \text{gelo-inertinite}}{\text{Telo-inertinite} + \text{detro-inertinite}}$$

Dari hasil yang didapatkan pada Tabel 2, sampel batubara daerah penelitian semuanya memiliki nilai TPI yang rendah <1%. TPI rendah memiliki nilai <1% yang menunjukkan jaringan tumbuhan dalam gambut kurang terawetkan dengan baik namun proses humifikasi bahan pembentuk vitrinit naik atau suplai tumbuhan berpohon tinggi sedikit atau kedua-duanya (Diessel, 1992). Sedangkan nilai TPI tinggi memiliki nilai >1% dimana jaringan tumbuhan terawetkan lebih baik dan suplai tumbuhan berpohon tinggi lebih banyak.

Hasil perhitungan nilai GI pada sampel batubara yang dapat dilihat pada Tabel 2 menunjukkan bahwa semua sampel memiliki nilai GI yang tinggi yaitu >1%. Apabila nilai GI tinggi >1% menunjukkan kondisi permukaan air tinggi dan mengalami tingkat oksidasi rendah serta juga mengindikasikan dominasi maseral

yang sangat tergelifikasi (vitrinit) terhadap maseral yang kurang tergelifikasi (inertinit) (Machioni, dkk. 1994). Sedangkan apabila nilai GI rendah <1%, kondisi permukaan air rendah sehingga tingkat oksidasi tinggi.

Menurut hasil plot dari nilai TPI dan GI ke dalam diagram fasies lingkungan pengendapan Diessel (1992) menunjukkan hasil bahwa semua lapisan batubara terdapat pada kondisi limnik yang berada pada lingkungan *marsh* di daerah *lower delta plain*. Lingkungan ini dicirikan dengan nilai TPI yang rendah hingga sedang dan harga GI yang tinggi hingga sangat tinggi. Harga GI yang tinggi menunjukkan kondisi lingkungan pengendapan yang akuatik.

5. KESIMPULAN

Terdapat 13 seam batubara pada 3 sungai di daerah penelitian. Pada sungai Cibinong (T01) terdapat 5 seam batubara yang memiliki lapisan dengan tebal 0,7-12,5 meter dibatasi oleh roof dan floor berupa batupasir, batulempung dan tonstein.

Lalu pada sungai Cileuweung (T02) terdapat 5 seam batubara yang memiliki lapisan dengan tebal 0,1-9,5 meter dibatasi oleh roof dan floor berupa batulempung serta batupasir. Sedangkan pada sungai Citatah (T03) terdapat 3 seam batubara yang memiliki tebal 0,7-1,4 meter dibatasi oleh roof dan floor berupa batupasir.

Litotipe semua batubara pada daerah penelitian termasuk ke dalam dark yaitu batubara dengan warna coklat gelap – hitam, memiliki kandungan kayu tingkat tinggi dalam ukuran kecil, dan kekerasan keras (*dense*).

Pada hasil analisis sampel batubara didapatkan kelompok maseral vitrinit dengan kandungan tertinggi, maseral yang dominan adalah detrovitrinit. Lalu pada kelompok maseral liptinit dan inertinit kandungannya rendah. Maseral dominan pada liptinit adalah suberinit sedangkan pada inertinit adalah semifusinit.

Batubara pada daerah penelitian berasal dari tumbuhan pembentuk jenis semak, perdu, tumbuhan *herbaceous* dengan sedikit tetumbuhan tinggi. Kondisi geologi pembentukan batubara pada daerah penelitian yaitu didominasi oleh keadaan sub-oksik dimana batubara hampir selalu berada di bawah air dan relatif basah. Berdasarkan hasil pengolahan data maka lingkungan pengendapan batubara daerah penelitian berada pada kondisi limnik di lingkungan *marsh* pada *lower delta plain*.

DAFTAR PUSTAKA

- AS-Australian Standard 2856. 1986. Coal Maceral Analysis. Standard Australia.
- Cook, A.C. 1982. The Origin and Petrology of Organic Matter in Coals, Oil Shales, and Petroleum Source-Rock. Australia: Geology Department of Wollongong University.
- Daranin, E.A., 1995. Studi Petrografi Batubara Untuk Penentuan Peringkat dan Lingkungan Pengendapan Batubara di Daerah Bukit Kendi, Muara Enim, Sumatera Selatan. Bidang Spesialisasi Eksplorasi Sumberdaya Bumi. Program Studi Rekayasa Pertambangan Program Pasca Sarjana, Institut Teknologi Bandung.
- Diessel C.F.K., 1992, Coal Bearing Depositional Systems. Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag.
- Edress, Nader A., 2007. Coalification, coal facies and depositional environment of the 9th to 12th coal seams of the Jan Šverma Mine Group, Lampertice Member (IntraSudetic Basin, Czech Republic) from the view point of coal petrology. Prague: Charles University.
- Kastowo dan Suwarna, N., 1996. Peta Geologi Lembar Majenang, Jawa. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Purnama, A. B., dkk. 2018 Penentuan Lingkungan Pengendapan Lapisan Batubara D, Formasi Muara Enim Blok Suban Burung, Cekungan Sumatera Selatan. Bandung: Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara Volume 14, Nomor 1, Januari 2018 : 1 – 18.
- Stach, E., 1975. Stach's Textbook of coal petrology. Geb Borntraeger, Berlin Stuttgart.
- Suárez-Ruiz, I. and Crelling, J., 2008. Applied coal petrology: The role of coal petrology in coal utilization. 1st Edition. Elsevier.
- Widiyanto, D.W., dkk. 2014. Studi Penentuan Fasies Lingkungan Pengendapan Batubara Dalam Pemanfaatan Potensi Gas Metana Batubara Di Daerah Balikpapan, Kalimantan Timur Berdasarkan Analisis Proximate dan Petrografi. Jakarta: MINDAGI Vol. 8 No.2 Juli 2014.