



Studi Lingkungan Pengendapan Batubara Berdasarkan Analisis Litotipe dan Proksimat di Daerah Kuala Kuayan, Kabupaten Kotawaringin Timur, Provinsi Kalimantan Tengah

Ahmad Aldi Purnama^{1*}, Nurdrajat¹, Reza Mohammad Ganjar¹, Yusi Firmansyah¹, Sigit A. Wibisono²

¹Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran, Bandung

²Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi

*Korespondensi: ahmadaldipurnama@gmail.com

ABSTRAK

Lingkungan pengendapan batubara dapat diidentifikasi dengan menggunakan studi petrografi organik berdasarkan pengukuran komposisi kelompok maseral dan sub kelompok maseral terhadap 45 (empat puluh lima) conto batubara Formasi Dahor di daerah penelitian. Secara makroskopis, Litotipe batubara daerah penelitian memiliki jenis litotipe *Banded Dull* (BD), *Bright Banded* (BB) dan *Dull Banded* (DB). Hasil pengukuran komposisi kelompok dan sub kelompok maseral menunjukkan bahwa batubara di daerah penelitian didominasi oleh kelompok maseral huminit (64,40% s.d. 93,60%) diikuti inertinit (1,40% s.d. 20,00%) serta liptinit (0,00% s.d. 7,40%). Selain itu, kelompok maseral huminit didominasi oleh subkelompok maseral humotelinit (20,80% s.d. 61,00%) diikuti ulminit (15,20% s.d. 59,00%) serta tekstinit (1,40% s.d. 14,00%). Lebih jauh lagi, studi ini dilakukan melalui parameter *Tissue Preservation Index* (TPI), *Gelification Index* (GI), *Vegetation Index* (VI), *Ground Water Index* (GWI), litotipe, dan mikrolitotipe mengindikasikan bahwa batubara di daerah penelitian terendapkan pada lingkungan limno-telmatik atau transisi.

Kata Kunci: Lingkungan pengendapan, petrografi, batubara, huminit, litotipe, mikrolitotipe

ABSTRACT

Coal depositional environment can be identified using organic petrographic studies based on measurements of the composition of maceral groups and subgroups on 45 (fourty five) coal samples of the Dahor Formation in the study area. As macroscopic analysis, type of lithotype in this area are Banded dull (BD), Bright Banded (BB) and Dull Banded (DB). The results of the measurement of the composition of maseral groups and subgroups showed that coal in the study area was dominated by maceral huminit groups (64.40% - 93.60%) followed by inertinite (1.40% - 20.00%) and liptinite (0.00% - 7.40%). In addition, huminit maceral groups dominantly by humotelinite subgroup (20.80% - 61.00%) was followed by ulminite (15.20% - 59.00%) and textinite (1.40% - 14.00%). Furthermore, this studies doing through the parameters of the Tissue Preservation Index (TPI), Gelification Index (GI), Vegetation Index (VI), Ground Water Index (GWI), lithotype, and microlithotypes indicated that coal in the study area is deposited in limno-telmatic or transition environment.

Keywords: Depositional environment, petrographic, coal, huminite, lithotype, microlithotype

1. PENDAHULUAN

Batubara terbentuk dari sisa-sisa tumbuhan yang telah terawetkan dengan baik yang mengalami proses penggambutan (*peatification*) disebabkan oleh ubahan biokimia dan selanjutnya terjadi proses pembatubaraan (*coalification*) yang diakibatkan oleh ubahan geokimia (Teichmuller, 1989). Diessel (1992) mendefinisikan batubara sebagai endapan sedimen organik yang tersusun oleh unsur-unsur pada tumbuhan yang membentuk batubara, dibedakan menjadi dua jenis yaitu batubara humik (*humic coal*) dan sapropelik (*sapropelic coal*). Batubara humik terbentuk dari tumbuhan tingkat tinggi (memiliki akar, batang, dan daun), sedangkan sapropelik terbentuk dari tumbuhan tingkat rendah (alga dan jamur). Salah satu cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari asal tumbuhan pembentuk batubara adalah petrografi organik.

Lingkungan tempat terbentuknya gambut umumnya merupakan tempat yang mengalami depresi lambat dengan sedikit sekali atau tidak ada penambahan material dari luar. Lingkungan pengendapan batubara yang paling umum yaitu rawa (*paludal environments*). Lingkungan pengendapan batubara didefinisikan sebagai tempat atau lokasi batubara terbentuk yang dipengaruhi oleh faktor geologi tertentu.

Analisis litotipe dan mikrolitotipe batubara daerah penelitian dapat digunakan untuk menentukan lingkungan pengendapan batubara selain dari analisis TPI-GI dan GWI-VI. Litotipe batubara dihubungkan dengan komposisi maseral basah dan kering, menggunakan diagram Diessel (1982). Mikrolitotipe batubara daerah penelitian didapatkan dari komposisi

maseral utama dan dianalisis menggunakan diagram terner dari Bustin dkk., (1983; Singh dan Shukla, 2004).

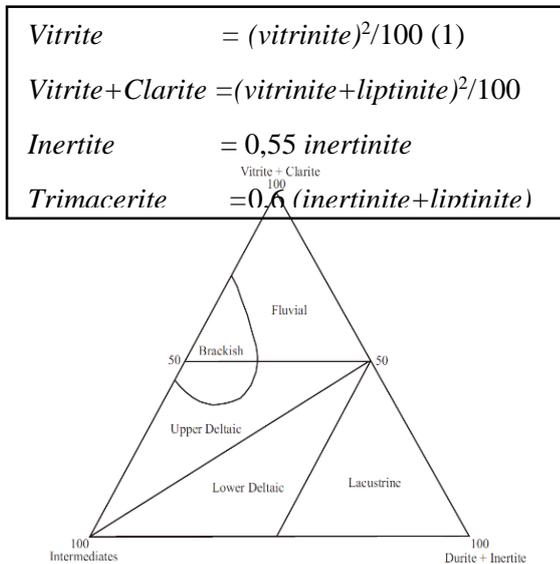
Secara administratif, lokasi penelitian yang dilakukan peneliti sebelumnya berada di daerah Kuala Kuayan, Kabupaten Kotawaringin Timur, Provinsi Kalimantan Tengah. Secara geografis daerah penelitian berada pada koordinat 112°34'00" - 112°40'00" BT dan 1°55'30" - 2°01'30" LS.

2. TINJAUAN PUSTAKA GEOLOGI REGIONAL

Mengacu kepada Peta Geologi Regional Lembar Tewah (Sumartadipura dan Margono, 1996) dan Lembar Palangkaraya (Nila., dkk 1995), satuan batuan tertua yakni batuan malihan pinoh dan batuan Gunungapi (Trvk) yang diperkirakan berumur Trias. Formasi Tanjung (Tet) yang menjemari dengan batuan Gunungapi Malasan (Tomv), Formasi Montalat (Tomm) yang menjemari dengan Formasi Berai dan Formasi Warukin (Tmw) termasuk kedalam kelompok batuan yang berumur Tersier. Formasi termuda yaitu Formasi Dahor (TQd) yang diendapkan secara tidak selaras di atas Formasi Warukin.

Secara stratigrafi, daerah penelitian termasuk kedalam Formasi Dahor, Cekungan Barito. Formasi Dahor merupakan salahsatu formasi pembawa batubara yang terdapat pada Cekungan Barito

klasifikasi Diessel dan Calcott (1965 dalam Diessel, 1992) sebagai berikut :



Gambar 3. Lingkungan pengendapan batubara berdasarkan komposisi mikrolitotipe (Smyth, 1984 dalam Singh dan Shukla dkk., 2004)

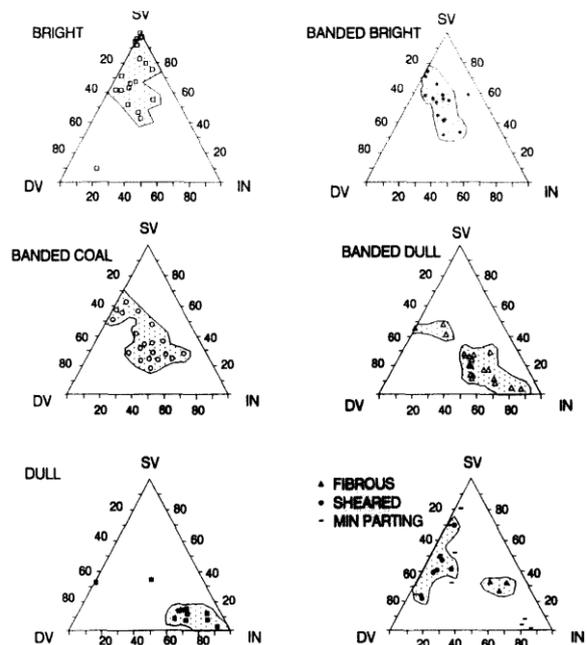
Diessel (1986) mengembangkan dua tipe indikasi batubara yaitu *Gelification Index* (GI) dan *Tissue Preservation Index* (TPI). Kemudian Calder et al. (1991) menambahkan *Ground Water Index* (GWI) dan *Vegetation Index* (VI). Plot silang yang dilakukan antara GI - TPI dan GWI - VI akan menghasilkan informasi penting untuk interpretasi lingkungan pengendapan pembentukan gambut.

3. METODE

Metode penelitian dan pengamatan lapangan telah dilakukan terhadap 4 titik lokasi sumur dengan kedalaman masing-masing sekitar 100 meter. Lokasi sumur terdapat pada daerah Santilik, Satiung dan Pahirangan. Kode titik bor di daerah penelitian ditandai dengan kode KKB-02, KKB-03, dan KKB-04.

Jumlah sampel yang didapat dan dianalisis lebih lanjut berjumlah 34 sampel batubara. Dilakukan Analisis laboratorium untuk mengetahui hasil analisis petrografi batubara bahan organik (maseral) dan anorganik (*mineral matter*), begituouun dengan jumlah analisis litotipe batubara secara makroskopis yang dilakukan pada 34 sampel batubara di 3 titik sumur.

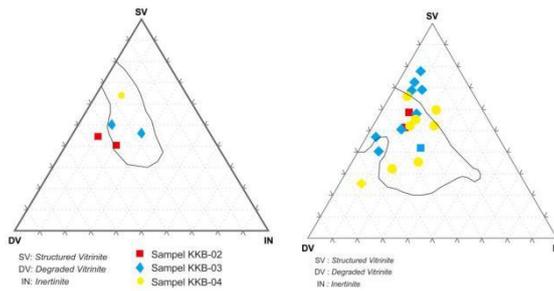
Analisis litotipe batubara dilakukan dengan membandingkan antara kilap kusam dengan kilap terang yang dibagi kedalam unit - unit sampel batubara dengan diameter 4 cm x 4 cm. Kemudian, dilakukan perhitungan rata - rata dari total unit dalam sampel batubara tersebut. Penentuan jenis litotipe di klasifikasikan berdasarkan Diessel (1965). Hasil analisis litotipe batubara kemudian dicocokkan dengan zonasi litotipe berdasarkan diagram Lamberson (1991) disajikan pada Gambar 4.



SV: *Structure vitrinite* (Telinit + Telokolinit + Pseudovitrinite), DV: *Degraded vitrinite* (Vitrodetrinit + desmokolinit), IN : *Inertinit*

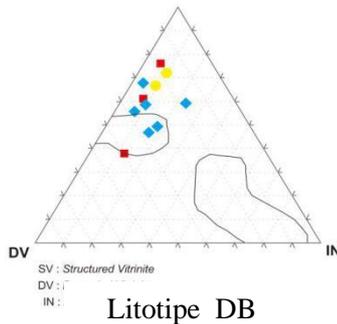
Gambar 4. Diagram terner pengelompokan litotipe batubara berdasarkan asosiasi maseral (Lamberson dkk., 1991)

Hasil plot zonasi diagram disajikan pada gambar 5.



Litotipe BB

Litotipe BD



Gambar 5. Zonasi litotipe daerah penelitian (Lamberson, 1992) a,b, dan c.

Berdasarkan diagram tersebut, pengelompokan litotipe batubara yang diasosiasikan dengan maseral menunjukkan zonasi yang sesuai walaupun di beberapa hasil plot ditemukan hasil yang berada diluar dari zonasi. Hal ini diindikasikan karena zonasi yang telah ditentukan dapat bersifat fleksibel tergantung dari kondisi geologi daerah masing-masing.

Hasil analisis tersebut kemudian dimasukkan kedalam diagram fasies litotipe didukung dengan hasil mikrolitotipe dan

pengenalan TPI-GI juga GWI-VI yang berguna untuk menentukan lingkungan pengendapan batubara. Pengenalan diagram fasies mikrolitotipe menggunakan (Smyth, 1984 dalam Singh dan Shukla dkk., 2014) sedangkan pengenalan TPI-GI dan GWI-VI menggunakan diagram fasies Diessel (1986) dan Calder drr (1993).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Litotipe Batubara

ri hasil analisis makroskopis, batubara la lokasi sumur KKB-02 didominasi oleh tipe *banded* (BD) dan *dull banded* (DB) ng memiliki karakteristik warna coklat hitam, relatif ringan, mudah dipatahkan, *brittle*, terdapat pengotor apung dan resin (getah damar).

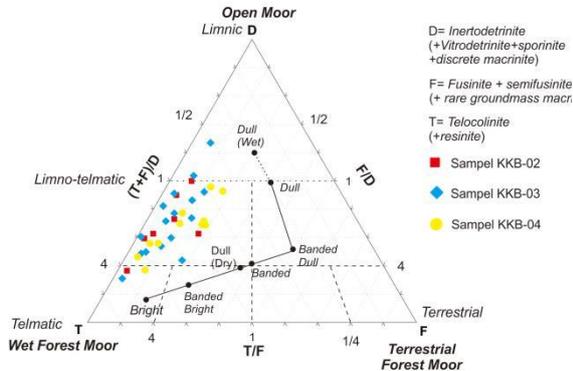
Selanjutnya, batubara pada lokasi sumur KKB-03 umumnya menunjukkan litotipe *bright banded - dull banded* (Bb - Db) yang memiliki karakteristik warna coklat kehitaman, relatif ringan, mudah dipatahkan, *brittle*, terdapat pengotor lempung dan resin (getah damar) lebih banyak dibandingkan lokasi pada sumur KKB-02 di beberapa *seam*.

Batubara pada lokasi sumur KKB-04 umumnya menunjukkan litotipe *banded coal* (BD) yang memiliki karakteristik warna hitam kecokelatan, relatif ringan, memiliki kilap, mudah dipatahkan dan di beberapa bagian agak keras, *brittle*, terdapat resin (getah damar) yang dominan dan pengotor lempung.

Analisis Litotipe Batubara

Hipotesis umum menyatakan litotipe yang lebih cerah adalah produk kondisi lingkungan yang relatif basah. *Seam* dengan dominasi litotipe *bright* mengalami banjir

berkala sehingga tidak memiliki waktu yang cukup untuk muncul ke permukaan air dalam periode tertentu dan tidak sempat mengalami proses oksidasi.



Gambar 6 Diagram Fasies seam batubara (after Diessel, 1982)

Berdasarkan Gambar 6, pada diagram tersebut dominasi sampel batubara masing-masing titik lokasi pengeboran mengindikasikan lingkungan *limnic* hingga *limno-telmatic*. Didominasi oleh maseral *humidetrinite* pada bagian inertodetrinit. Hasil analisis litotipe batubara daerah penelitian yang didominasi oleh jenis litotipe *banded coal* (BD) dan *dull banded* (Db) mendukung pernyataan dari Marchioni (1980) yang menyatakan litotipe batubara *banded* diinterpretasikan terbentuk pada *reed moor* telmatik hingga *limno-telmatic*.

Klasifikasi Mikrolitotipe Batubara

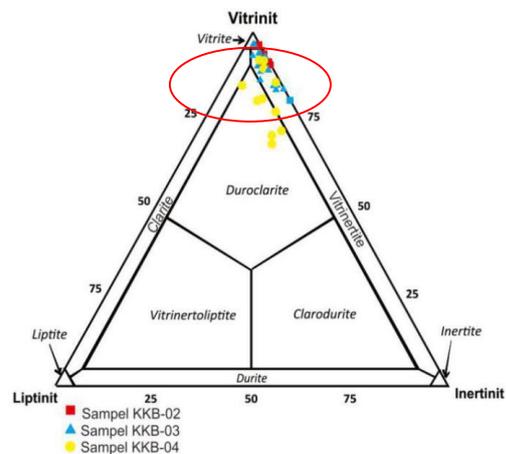
Mikrolitotipe batubara didapat dari asosiasi maseral batubara (vitritinit, liptinit dan inertinit). Mikrolitotipe batubara digunakan untuk menentukan lingkungan pengendapan dari hasil evolusi gambut. Taylor dkk. (1998), mengklasifikasikan mikrolitotipe batubara berdasarkan komposisi kelompok maseral utama dalam batubara (*hard coal*).

Batubara di daerah penelitian umumnya didominasi oleh mikrolitotipe *duroclarite* dan sebagian kecil *vitritinit*, dan *clarite* dengan komposisi kelompok maseral utama yang dominan adalah huminit

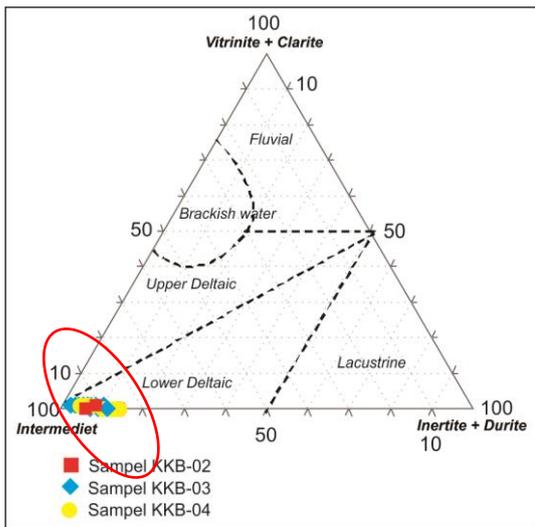
Analisis Mikrolitotipe Batubara

Smyth, 1984 dalam Singh dan Shukla dkk., 2004 memperkenalkan diagram terner untuk menentukan klasifikasi lingkungan pengendapan yang disajikan pada Gambar 2.

Berdasarkan diagram terner tersebut, batubara di daerah penelitian diendapkan pada lingkungan *transitional lower delta plain*, sedangkan jenis mikrolitotipe umumnya didominasi *vitritinit* dan *duroclarite* serta sebagian kecil *clarite*.



Gambar 7. Diagram terner klasifikasi mikrolitotipe daerah penelitian (Bustin dkk., 1983; Singh dan Shukla, 2004)



Gambar 8. Lingkungan pengendapan batubara di daerah penelitian berdasarkan analisis mikrolitotipe

Analisis Tissue Preservation Index (TPI) - Gelification Index (GI) dan Groundwater Index (GWI) - Vegetation Index (VI)

Penentuan lingkungan pengendapan batubara lainnya dimasukkan kedalam diagram yang diperkenalkan oleh Diessel (1986) dan Calder drr (1993). Indeks TPI dan GI menggunakan formula dari Diessel (1992) yang telah dimodifikasi oleh Amitjaya dan Littke (2005) untuk klasifikasi batubara peringkat rendah (*brown coal*). Formula yang digunakan adalah sebagai berikut :

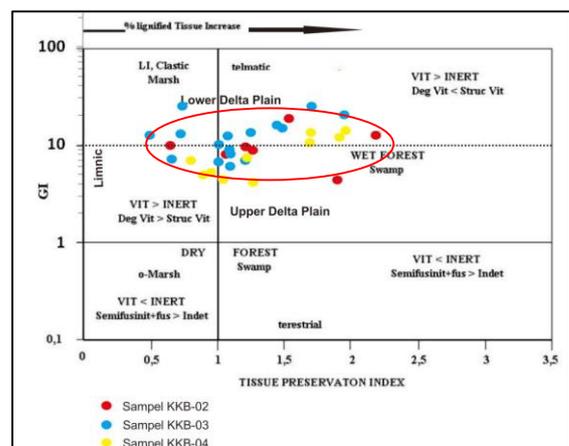
$$TPI = \frac{\text{Telohuminit} + \text{Teloinertinit}}{\text{Humodetrinit} + \text{Humokolinit} + \text{Inertedotrinit} + \text{Geloinertinit}}$$

$$GI = \frac{\text{Huminit} + \text{Geloinertinit}}{\text{Inertinit}} \quad (5)$$

Berdasarkan Gambar 8, sampel batubara daerah penelitian didominasi oleh TPI yang tinggi (>1). Nilai TPI yang tinggi mengindikasikan jaringan tumbuhan lebih terawetkan dengan baik dan suplai tumbuhan pohon tinggi lebih banyak.

Sementara, TPI yang rendah mengindikasikan jaringan tumbuhan dalam gambut kurang terawetkan dengan baik, namun proses humifikasi bahan pembentuk vitrinit naik (Diessel, 1986) dan suplai tetumbuhan berpohon tinggi sedikit.

Semua sampel batubara daerah penelitian memiliki nilai GI yang tinggi (>1) mengindikasikan permukaan air tinggi (Machioni dkk, 1994), tingkat oksidasi rendah dan juga menunjukkan dominasi maseral yang tergelifikasi (vitrinit) terhadap maseral yang kurang tergelifikasi (inertinit). Oleh karena itu, dapat disimpulkan batubara di daerah penelitian diendapkan pada lingkungan limno-telmatik yaitu *wet forest swamp* dengan tipe vegetasi dominan merupakan tumbuhan tipe vegetasi tinggi hingga sedang, hasil dari plot pada diagram TPI dan GI.



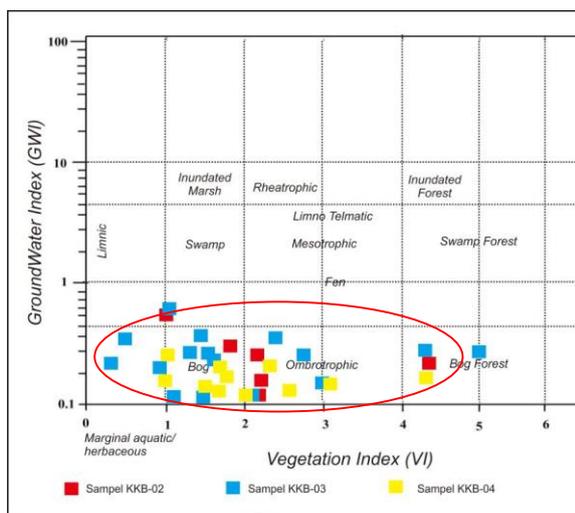
Gambar 8. Lingkungan pengendapan batubara di daerah penelitian berdasarkan analisis TPI-GI (Lamberson dkk, 1992)

Analisis *Groundwater Index* (GWI) dan *Vegetation Index* (VI) merupakan metode yang digunakan untuk mengetahui evolusi lingkungan pengendapan batubara dan digunakan untuk menunjukkan karakteristik gambut pembentuk batubara. Persamaan GWI dan VI yang dibuat oleh Calder dkk (1991) lebih tepat digunakan untuk untuk

batubara dengan peringkat tinggi, sedangkan perhitungan GWI dan VI pada peringkat rendah menggunakan persamaan yang dibuat oleh Amijaya dan Littke (2005) hasil modifikasi dari Calder dkk (1991), sebagai berikut :

$$GWI = \frac{\text{Korpohuminit} + \text{Bahan Mineral}}{\text{Telinit} + \text{Ulinit} + \text{Detrohuminit}} \quad (8)$$

$$VI = \frac{\text{Telohuminit} + \text{Semifusinit} + \text{fusinit} + \text{suberinit} + \text{resinit}}{\text{Detrohuminit} + \text{inertedotritin} + \text{liptodotritin} + \text{sporinit} + \text{kutinit} + \text{aliganit}} \quad (9)$$



Gambar 9. Hasil plot nilai GWI dan VI daerah penelitian (Calder dkk, 1993 dengan modifikasi)

Berdasarkan hasil plot diagram GWI dan VI, sampel daerah penelitian hampir seluruhnya memiliki nilai GWI yang rendah (<0,5), terdapat 5 sampel batubara yang memiliki nilai GWI (>0,5). Menurut Calder, dkk (1991) nilai GWI yang rendah mengindikasikan kondisi lingkungan bog ombrotropik. Rawa gambut bog adalah lokasi rawa yang banyak ditumbuhi oleh tanaman lumut atau tanaman merambat yang miskin kandungan makanan. Sedangkan lingkungan ombrotropik dicirikan dengan level air yang berada dibawah permukaan gambut dan gambut memperoleh nutrisi atau makanan dari air hujan.

5. KESIMPULAN

Litotipe batubara daerah penelitian didominasi oleh jenis litotipe Banded Dull (BD) dengan kilap kusam >60% dan diikuti oleh jenis litotipe lainnya yaitu *Bright Banded* (Bb) dan *Dull Banded* (Db). Mikrolitotipe batubara didominasi oleh jenis mikrolitotipe *duroclarite* dan sebagian kecil *vitriertite*, dan *clarite* dengan komposisi kelompok maseral utama yang dominan adalah huminit.

Penggambaran banyaknya dominasi *duroclarite* dan sebagian *vitriertite* mengidentifikasi bahwa maseral yang dominan adalah kelompok maseral vitrinit/huminit menunjukkan lingkungan pengendapan batubara yang basah.

Hasil plot diagram fasies antara litotipe, mikrolitotipe, TPI-GI dan GWI-VI menunjukkan lingkungan pengendapan batubara *transitional lower delta plain* pada zona limno-telmatik. Adapun kondisi hidrogi daerah penelitian diinterpretasikan pada bog ombrotropik yaitu lokasi rawa yang banyak ditumbuhi oleh tanaman lumut atau tanaman merambat yang miskin kandungan makanan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih terutama penulis sampaikan kepada kepala Pusat Penelitian Sumberdaya, Mineral, Batubara dan Panasbumi beserta staf yang telah mengizinkan penulis untuk melakukan penelitian. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada bapak Sigit selaku pembimbing teknis, bapak Nurdrajat dan bapak Rheza M. Ganjar yang selalu memberikan dukungan dan kritikan dalam penelitian ini serta teman-teman mahasiswa geologi, Universitas Padjadjaran yang telah banyak memberi masukan dan membantu dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Testing and Materials (ASTM), 1981, Annual Book of ASTM Standard; (Part 26). *American Society for Testing and Materials*, Philadelphia, Pennsylvania.
- Badan Standardisasi Nasional, 1999, *SNI – 13-6011, 1999 Klasifikasi Sumberdaya dan Cadangan Batubara*. BSN, Jakarta.
- 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 Sidney Basin. 246, Department of Geology. University of New Castle, Australia, h. 19-22.
- Diessel, C.F.K., 1992. *Coal- Bearing Depositional System*. Springer-Verlag, Berlin. 721.
- Pashin, J C., 2014, *Geology of North American Coalbed Methane Reservoirs*. Oklahoma, United States: Elsevier Inc.
- Ruiz, I.S. dan Crelling, J.C., 2008, *Applied Coal Petrology; The Role of Petrology in Coal Utilization*, Elsevier, 380 halaman.
- Satyana, A. H., 1994, *The Northern Massifs Of The Meratus Mountains, South Kalimantan : Nature, Evolution and Tectonic Implications To The Barito Structures*, *Makalah Ikatan Ahli Geologi Indonesia, Pertemuan Ilmiah Tahunan Ke 23*, 5 – 8 Desember 1994, 457 – 470.
- Sigit A. Wibisono dkk, 2018. *Laporan Eksplorasi Umum Batubara Di Daerah Kuala Kuayan, Kabupaten Kotawaringin Timur, Provinsi Kalimantan Tengah*. PSDMBP