

# Studi Fasies Batubara Berdasarkan Karakteristik Maceral Pada Daerah Klasuat, Distrik Klayili, Kabupaten Sorong, Papua Barat

Restu Tandirerung<sup>1\*</sup>, Max Milyan Santus<sup>2</sup>

<sup>1\*)2)</sup>Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan, Universitas Papua  
Kampus 2 Sorong, Jl. Sandiwon, Aimas, Kabupaten Sorong, Papua Barat

\*Penulis Korespondensi: [tandirerungrestu@gmail.com](mailto:tandirerungrestu@gmail.com)

Received : Juni 2022; Accepted: Agustus 2022; Published : November 2022

## Abstract

*This study aims to determine the characteristics of the coal maceral and the Klasuat coal facies which are included in the Klasaman Formation, Salawati Basin, West Papua of Upper Miocene - Pleistocene age. The characteristics of coal maceral can be identified using maceral analysis, vitrinite reflectance value analysis, interpretation of the depositional environment based on Diessel, and Lamberson and Calder diagrams. The methodology applied in this research attempts to expand the research of coal at the local scale in the Salawati Basin, and to determine variations in coal characteristics controlled by differences in the lateral depositional environment. Based on the results of facies reconstruction of the depositional environment using four parameters TPI (Tissue Preservation Index), GI (Gelification Index), GWI (Ground Water Index) and VI (Vegetation Index) and plotted in the Diessel and Calder diagrams, it is found that the Klasuat Coal Layer was deposited in the facies limnic depositional environment.*

**Keywords:** coal seam Klasuat, facies depositional environment, Characteristics maceral, Klasaman formation

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik maseral batubara dan fasies batubara Klasuat yang termasuk ke dalam Formasi Klasaman, Cekungan Salawati, Papua Barat berumur Miosen Atas - Plistosen. Karakteristik maceral batubara diketahui dengan analisis maceral, analisis nilai reflektansi vitrinit, serta interpretasi lingkungan pengendapan berdasarkan diagram Diessel, Lamberson dan diagram Calder. Metodologi penelitian ini mencoba mengekstensifikasi penelitian batubara pada skala wilayah lokal di dalam Cekungan Salawati untuk mengetahui variasi karakteristik batubara yang dikontrol oleh perbedaan lingkungan pengendapan secara lateral. Berdasarkan hasil rekonstruksi fasies lingkungan pengendapan menggunakan empat parameter TPI (*Tissue Preservation Index*), GI (*Gelification Index*), GWI (*Ground Water Index*) dan VI (*Vegetation Index*) dan diplot dalam diagram Diessel dan diagram Calder diketahui bahwa Lapisan Batubara Klasuat diendapkan dalam fasies lingkungan pengendapan limnik.

**Kata kunci:** lapisan batubara Klasuat, fasies lingkungan pengendapan, karakteristik maseral, formasi Klasaman

## PENDAHULUAN

Batubara merupakan sumber energi alternatif yang sangat berperan dalam meningkatkan laju pembangunan dan pertumbuhan ekonomi, dengan meningkatnya harga batubara di pasar domestik maupun mancanegara pada beberapa tahun terakhir ini, maka berbagai upaya telah dilakukan oleh berbagai pihak untuk mengeksploitasi dan memanfaatkan batubara yang ada di Indonesia yang dianggap prospek.

Batubara adalah sedimen (padatan) yang dapat terbakar, terbentuk dari sisa tumbuhan yang terhumifikasi, berwarna coklat sampai hitam yang selanjutnya terkena proses fisika dan kimia yang

berlangsung selama jutaan tahun hingga mengakibatkan pengayaan kandungan karbon (Wolf, 1984 dalam Anggayana 2002).

Analisis fasies batubara adalah suatu kajian yang dilakukan untuk mempelajari asal mula jenis-jenis tumbuhan yang hidup di masa lampau yang menempati suatu lapisan pengendapan batubara, (Stach dkk, 1975).

Salah satu lokasi keterdapatan batubara di Indonesia berada di Provinsi Papua barat, Kabupaten Sorong, Distrik Klayili dan sekitarnya, yang termasuk dalam Cekungan Salawati. Formasi pembawa batubara pada daerah penelitian adalah Formasi Klasaman yang berumur Miosen Atas – Plistosen.

Batubara yang terbentuk pada lokasi penelitian mempunyai karakteristik yang berbeda dengan daerah lain di sekitarnya. Selain itu penelitian mengenai fasies batubara pada daerah penelitian masih belum banyak dipelajari sehingga catatan mengenai eksplorasi serta penelitian ilmiah mengenai batubara pada daerah penelitian masih sangat minim. Berdasarkan alasan tersebut penelitian ini menarik untuk dilakukan. Tujuan penelitian ini dilakukan untuk menentukan komposisi penyusun batubara dan lingkungan pengendapan batubara berdasarkan analisis karakteristik maseral pada daerah penelitian.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Permana dkk pada tahun 2013 yang mengkaji provenan batubara di Kabupaten Sorong menyimpulkan bahwa lingkungan pembatubaraan berlangsung pada lingkungan rawa hutan (*forest swamp*) dengan lima variasi maceral yang berkembang pada fasies *limnic*.

Penelitian ini dilakukan dengan mengacu pada sejumlah batasan antara lain:

1. Komposisi maceral berdasarkan klasifikasi ASTM (*American Society for Testing Material*) meliputi: vitrinit, liptinit, dan inertinit.
2. Tumbuhan asal penyusun batubara.
3. Fasies lingkungan pengendapan batubara daerah penelitian berdasarkan diagram TPI-GI (Diessel, 1986, Lamberson, 1991) dan GWI-VI (Calder, 1991).

Secara administratif lokasi penelitian berada pada Distrik Klayili, Kabupaten Sorong, Provinsi Papua Barat, dan secara astronomis berada pada 131° 26' 00" - 131° 28' 30" BT dan 00° 57' 00" - 00° 60' 00" LS (Gambar 1). Daerah penelitian terletak di sebelah timur Kabupaten Sorong dan dapat dicapai melalui jalan darat dari Aimas dengan estimasi 1 jam perjalanan.

## Geologi Regional

### Fisiografi

Fisiografi regional daerah Sorong memiliki enam (6) jenis bentang alam sebagai hasil dari proses geologi yang kompleks diantaranya : Perbukitan Kasar, Lembah antar gunung, Perbukitan, Pegunungan Karst, Daerah perbukitan Rendah, Dataran Aluvium, dan Terumbu koral terangkat. namun didefinisikan berdasarkan daerah penelitian dibagi menjadi dua satuan fisiografi (Amri dkk, 1990).

### Struktur Geologi

Struktur Geologi Regional pada daerah penelitian termasuk dalam Sistem Sesar Sorong. Sistem Sesar Sorong memanjang dari dataran bagian Papua Utara zona sesar sebagian mengikuti garis

pantai melewati Selat Sele dan bagian Utara pulau Salawati. Lebarnya 10 Km ke arah Barat Daya.

Sistem Sesar Sorong berkembang sebagai hasil proses yang sangat rumit. Strike – Slip dan sesar normal berkembang sepanjang bidang sesar. Sistem Sesar Sorong merupakan Strike–Slip yang bergerak (1962) pergerakan Sesar Sorong ditunjukkan oleh kehadiran struktur yang relatif menyamping dan jenis batuan yang memiliki sejarah geologi yang berbeda–beda. pergerakan Sistem Sesar Sorong yang terjadi di sepanjang Sistem Sesar Sorong ini kemungkinan berlangsung dari Miosen Akhir – Pliosen dan setelah itu terjadi pensesaran disertai pengangkatan wilayah bagian Utara dan Timur kepala burung pada kala Pliosen dan Kuartar.

### Stratigrafi

Corak stratigrafi Daerah Penelitian termasuk dalam Bongkah Kemum. Bongkah Kemum meliputi batuan sedimen klastika, batuan malihan, batuan terobosan, karbonat dan endapan permukaan yang umurnya berkisar dari Silur – Devon sampai Holosen. Batuan tertua yang tersingkap adalah Formasi Kemum (SDk), yang terdiri dari batusabak, filit, kuarsit, batupasir dan konglomerat malih. Formasi itu telah diterobos oleh Granit Melaiurna Karbon Bawah (Cm), yang mungkin mempunyai hubungan dengan yang dijumpai di dua lubang bor satu di Pulau Salawati, yang satu lagi di daratan Irian Jaya di Barat Daya (Gambar 1).

Setiap mandala Geologi mempunyai Stratigrafi yang berbeda, hal itu diakibatkan karena proses geologi yang terjadi, khususnya di daerah penelitian terdiri dari Formasi Klasaman (TQk) yang termasuk dalam Bongkah Kemum.

## METODE PENELITIAN

### Alat Dan Bahan

#### Lapangan

Alat yang digunakan di lapangan antara lain: GPS, Kompas dan Palu Geologi, Roll meter, Buku catatan lapangan, kamera, kantong sampel dan alat tulis.

#### Laboratorium

Alat dan bahan pada analisis laboratorium antara lain: kaca preparat, mikroskop polarisasi dan mikroskop binokuler.

### Prosedur Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode empirik dan analitik (Gambar 2). Metode empirik adalah dengan melakukan pendekatan data lapangan meliputi pengamatan lapangan, kondisi geologi lokal dan geologi regional, serta pengambilan contoh batuan, sedangkan untuk metode analitik yang akan dilakukan meliputi analisis

petrografi, komposisi maseral (vitrit, liptinit dan inertinit), analisis indikator fasies lingkungan pengendapan.

### Tahapan Observasi Lapangan

Pada tahap observasi lapangan dilakukan pengambilan sampel batubara yang dilakukan pada enam titik pengambilan sampel.

### Sampling Batubara

Pengamatan singkapan batubara secara sistematis yang dilakukan di daerah penelitian. Sebelum dilakukan pengambilan conto terlebih dahulu dipelajari jenis sedimen pembawa batubaranya yang dilakukan secara megaskopis. Pengambilan conto batubara dilakukan dengan menggunakan metode *ply by ply* yaitu 1 conto batubara dianggap mewakili setiap *ply* dari lapisan batubara mulai dari *top* sampai *bottom*.

### Tahap Analisis Laboratorium

Dalam penelitian ini pengamatan laboratorium difokuskan kepada pengamatan petrografi batubara yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik maseral batubara.

Proses analisis petrografi batubara Batubara diawali dengan menggerus batubarasecara manual dan

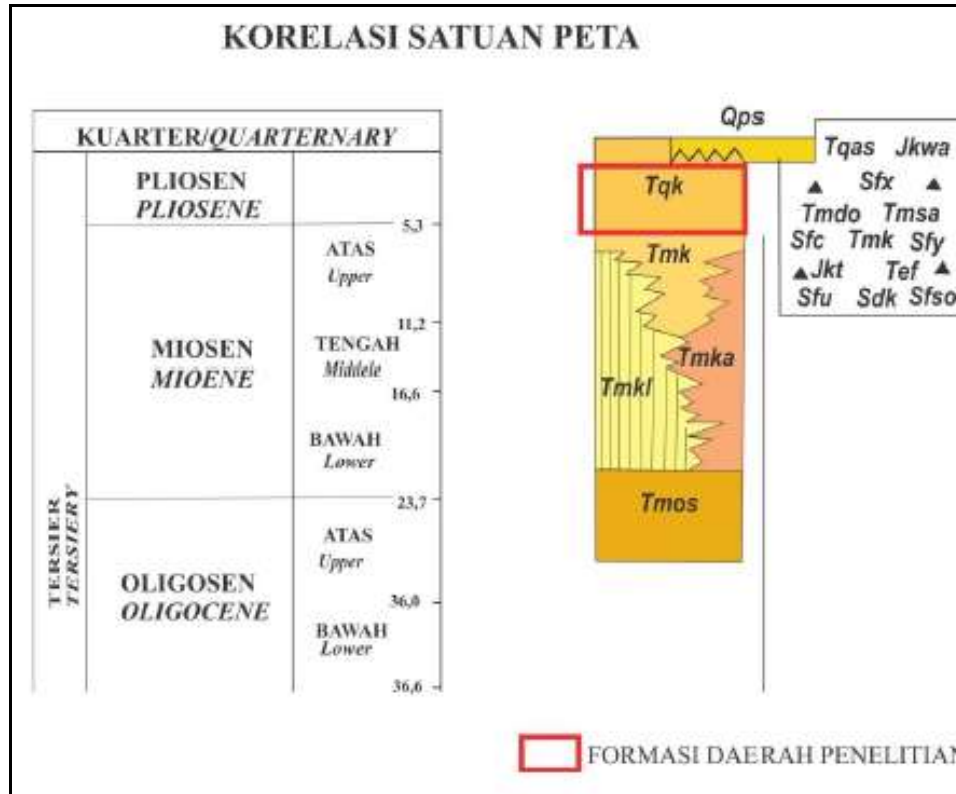
diayak dengan menggunakan ayakan ukuran 16 *mesh* dan 20 *mesh*, fraksi ukuran butiran batubara -16 *mesh* +20 *mesh* yang diperoleh digunakan untuk analisis petrografi batubara.

Batubara fraksi ukuran -16 *mesh* +20 *mesh* tersebut kemudian dicampur dengan bubuk resin (*transoptic powder*) dengan perbandingan 1:1. Campuran selanjutnya dimasukkan ke dalam cetakan dan dipanaskan sampai suhu 200°C. Setelah suhu mencapai 200°C pemanas dimatikan dan cetakan diberi tekanan sampai 2000 psi. *Briquette* dapat dikeluarkan setelah temperatur mencapai suhu kamar.

Tahap berikutnya adalah pemolesan *briquette* yang dimulai dengan pemotongan menggunakan alat pemoles (*grinder-polisher*) kemudian dihaluskan dengan *silicon carbide* ukuran 800 *mesh* dan 1000 *mesh* di atas permukaan kaca. Selanjutnya dipoles dengan menggunakan *alumina oxide* ukuran 0,3 mikron, 0,05 mikron, dan terakhir ukuran 0,01 mikron di atas kain sutra atau *silk cloth*.

Sayatan poles yang dihasilkan diletakkan di atas kaca preparat dengan dudukan lilin malam kemudian dilakukan *levelling*.

Pengamatan sayatan poles dilakukan dengan menggunakan mikroskop reflektan baik secara kualitatif maupun kuantitatif untuk menentukan karakteristik maseral dalam batubara.

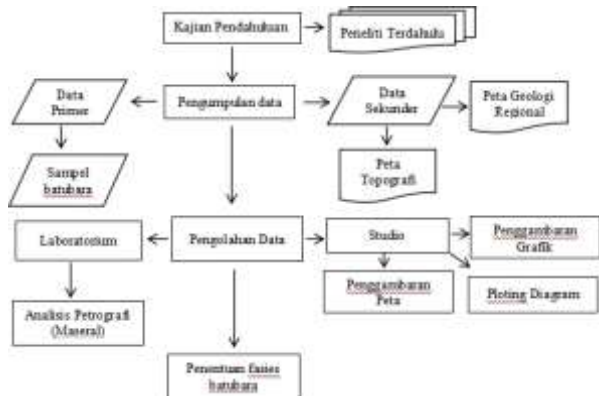


Gambar 1. Stratigrafi daerah penelitian

### Pengolahan Dan Analisis Data

Pengolahan dan analisis data dilakukan dalam

dua bagian yaitu pengolahan data laboratorium dan studio. Analisis laboratorium berfokus pada pengamatan petrografi batubara untuk menganalisis komposisi maseral batubara yang meliputi vitrinit, liptinit dan inertinit. Kemudian dilanjutkan dengan pengolahan data studio yang meliputi penggambaran peta *line crop*, plotting diagram GWI-VI dan TPI-GI serta penentuan fasies batubara.



Gambar 2. Alur analisis dan pengolahan data

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Analisis Maseral**

Dalam penentuan fasies batubara pada daerah Klasuat dan sekitarnya dilakukan dengan menganalisis komposisi maseral batubara. Analisis komposisi maseral batubara adalah analisis untuk menentukan persentasi kandungan maseral dari suatu conto batubara. Dalam pengamatan ini digunakan mikroskop sinar pantul *Carl Zeiss Microscope* dan *Point Counter Model F* dengan pembesaran 500 kali.

Pada penelitian ini lokasi pengambilan sampel dilakukan pada enam titik yang tersebar dari utara hingga selatan pada daerah penelitian.

Seam batubara pada daerah penelitian diindikasikan hanya satu seam, hal ini dilihat dari kenampakan fisik batubara pada daerah penelitian yang menunjukkan ketebalan lapisan batubara yang relatif sama serta struktur yang terdapat pada batubara.

Klasifikasi yang dipakai dalam analisis karakteristik maseral batubara pada daerah penelitian adalah sistem standar Australia AS 2856 (*Standart*

*Association of Australian, 1986*) dan terminologi Australian, ini dilakukan sebagai penyesuaian terhadap diagram Diessel, (1978) yang akan digunakan untuk menginterpretasikan lingkungan pengendapan lapisan batubara pada daerah penelitian. Hasil analisis maseral dapat dilihat pada tabel 2.

Jumlah pengamatan yang dilakukan terhadap masing-masing bidang poles dari tiga sampel batubara dengan perbesaran 500 kali yang tersebar di seluruh permukaan sampel (*pelet*). Presentasi maseral dalam suatu lapisan batubara memiliki kaitan yang erat terhadap kondisi lingkungan pada saat akumulasi gambut dan batubara, sehingga analisis maseral ini dapat digunakan dalam merekonstruksi fasies lingkungan pengendapan batubara.

Hasil analisis maseral batubara (petrografi) selanjutnya direpresentasikan dalam persamaan skalar yang digunakan sebagai acuan untuk penentuan fasies batubara. Acuan yang digunakan dalam penelitian ini didasarkan pada indeks pengawetan struktur jaringan (*Tissue Preservation Index/TPI*) dan indeks gelifikasi (*Gelification Index/GI*), selain berdasarkan indikator TPI dan GI (Diessel, 1986), digunakan juga indikator *Groundwater Index (GWI)* dan *Vegetation Index (VI)*, Calder, dkk(1991).

Tabel 1. Hasil Analisis Maseral Menggunakan Standar Australian (AS 2856, 1986)

LP	VITRI NIT	LIPTINIT	INERTINIT	MINERAL METTER
BM 1	59,4	0		
BM 2	78,8	0	9,2	12,0
BM 3	99	0	1,0	0

Dari hasil pengamatan grup maseral pada conto batubara yang ada di daerah penelitian maka komposisi maseral memperlihatkan kandungan vitrinit yang sangat dominan (hampir seluruh conto didominasi oleh vitrinit berupa *telovitrinite* dan *detrovitrinite*).

Untuk kandungan komposisi maseral liptinit dari hasil pengamatan tidak ditemukan kandungan yang berkembang, dan kandungan inertinit ditemukan dalam jumlah yang terbatas dimana didominasi oleh *semifusinit*, *sclerotinite* dan *macrinite*

Tabel 2. Hasil Analisis Grup Maseral Vitrinit

LP	TELOVITRINIT			DETRVITRINIT			GELOVITRINIT			Total
	Textimite	Texto-ultimate	Telocoillinite	Attrinite	Desinite	Desmocolinite	Corpogelinit	Porigelinate	Eugelinite	
BM1	0	0	1,4	0	0	58,0	0	0	0	59,4
BM2	0	0	28,0	0	0	50,8	0	0	0	78,8
BM3	0	0	35,0	0	0	64,0	0	0	0	99,0

Tabel 3. Hasil Analisis Grup Maseral Liptinit

LP	Sporanite	Cutinite	Resinite	Liptodetrinite	Alginite	Suberinite	Florinite	Exsudatinitite	Bituminite	Total
BM1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BM2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BM3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 4. Hasil Analisis Grup Maseral Inertinit

LP	TELO-INERTINITE			DETRO-INERTINITE		GELO-INERTINITE
	Fusinit	Semifusinit	Sclerotinitite	Inertodetrinite	Micrinite	Macrinite
BM1	0	1,4	5,6	0	0	0
BM2	0	0,6	8,0	0	0	0,6
BM3	0	0	1,0	0	0	0

### Kelompok Maseral Vitrinit

Vitrinit adalah hasil dari proses pembatubaraan materi *humic* yang berasal dari selulosa (C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>) dan *lignin* dinding sel tumbuhan yang mengandung serat kayu (*woody tissue*) seperti batang, akar, daun. Kelompok ini berasal dari tumbuhan yang mengandung serat kayu (*woody tissues*) seperti batang, dahan, akar, dan serat-serat daun. Komposisi vitrinit dari ketiga sampel yang dianalisis didominasi oleh telovitrinit dan detrovitrinit sedangkan gelovitrinit tidak dijumpai kehadirannya sedikitpun dari ketiga sampel yang dianalisis.

Telovitrinit didominasi oleh submaseral telocolinit (1,4-35%). Submaseral telocolinit adalah sisa-sisa jaringan tumbuhan yang berasal dari batang, ranting, daun dan akar berbentuk fragmen-fragmen besar yang tergelifikasi lemah dan langsung terawetkan ketika akumulasi gambut berlangsung (Falcon dan Snyman, 1986). Rendahnya komposisi telocolonit pada seluruh sampel batubara yang dianalisis menandakan bahwa material pembentuk lapisan batubara pada daerah penelitian telah mengalami proses gelifikasi dan cenderung terawetkan dalam kondisi gambut yang lembab tergenang oleh air.

Detrovitrinit (Tabel 3) didominasi oleh submaseral desmocolinit (50,8 - 64%). Submaseral desmocolinit adalah sisa-sisa tumbuhan yang berasal dari jaringan tumbuhan yang terurai mejadi butiran halus baik secara *in-situ* maupun selama proses transportasi ke tempat pengendapan (Falcon dan Snyman, 1986).

Tingginya komposisi desmocolinit menandakan bahwa material pembentuk lapisan batubara pada daerah penelitian telah mengalami proses gelifikasi cukup kuat akibat suplai air, sehingga lokasi rawa tetap terjaga lembab/basah.

### Kelompok Maseral Liptinit

Liptinit tidak berasal dari materi yang dapat terhumifikasikan melainkan berasal dari sisa tumbuhan atau dari jenis tumbuhan tingkat rendah.

Kelompok ini sering juga disebut eksinit (*extinite*) berasal dari jenis tanaman yang relatif rendah tingkatannya seperti spora (*spores*), ganggang (*algae*), kulit luar (*cuticles*), getah tanaman (*resin*), dan serbuk sari (*pollen*). Hasil analisis maseral dari ketiga sampel batubara pada daerah penelitian tidak ditemukan kehadiran dari kelompok maseral liptinit, hal ini menunjukkan bahwa batubara pada daerah penelitian tidak berasal dari jenis tumbuhan tingkat rendah (Tabel 4).

### Kelompok Maseral Inertinit

Inertinit disusun dari materi yang sama dengan *vitritite* dan *liptinite* tetapi dengan proses dasar yang berbeda.

Kelompok inertinit diduga berasal dari tumbuhan yang sudah terbakar (*charcoal*) dan sebagian lagi diperkirakan berasal dari maseral lainnya yang telah mengalami proses oksidasi atau proses "*decarboxylation*" yang disebabkan oleh jamur dan bakteri (proses biokimia). Dalam proses karbonisasi, kelompok inertinit sangat lambat bereaksi (*inert*).

Komposisi kelompok maseral inertinit dari ketiga sampel yang dianalisis menunjukkan didominasi oleh submaseral *telo-inertinite* (*semifusinit* 0-1,4% dan *sclero-inertinite* 1,0-8,0%) serta sub-maseral *gelo-inertinite* (*macrinite* 0-0,6%). Dari hasil analisis kelompok maseral inertinit (Tabel 5) menunjukkan bahwa lapisan batubara pada daerah penelitian lebih didominasi oleh jenis tumbuhan kayu daripada jenis tumbuhan perdu.

### Kelompok Mineral Metter

Tabel 5. Hasil Analisis Mineral Metter

LP	Oksida	Pyrite	Clay	T.MINERAL MATTER
BM 1	0	33,6	0	33,6
BM 2	0	12,0	0	12,0
BM 3	0	0	0	0

Dari hasil pengamatan mineral matter (Tabel 6) pada pada conto batubara yang ada di daerah penelitian maka komposisi mineral matter memperlihatkan kandungan pirit yang sangat dominan dimana dua dari tiga sampel didominasi oleh mineral pirit. Komposisi pirit yang hanya terdapat pada sampel satu dan dua hal ini diindikasikan terjadi karena naik-turunnya muka air pada rawa gambut yang dikontrol oleh kondisi cekungan dan banjir yang terjadi karena curah hujan yang cukup tinggi.

### Analisis Reflektansi Vitrinit

Analisis reflektansi vitrinit (Tabel 7) bertujuan untuk melihat besarnya intensitas sinar yang dipantulkan kembali oleh maseral vitrinit. Peningkatan intensitas sinar yang dipantulkan kembali ini bersifat progresif dengan meningkatnya derajat pembatubaraan, sehingga dapat digunakan sebagai parameter tingkat pematangan (peringkat) suatu lapisan batubara. Analisis reflektansi vitrinit dilakukan di bawah medium minyak imersi (*immersionoil*) yang memiliki indeks refraksi 1,518 pada panjang gelombang 546nm dan temperatur 23°C. Untuk mendapatkan hasil pengukuran yang akurat digunakan standar reflektansi yang telah diketahui. Dalam penelitian ini standar reflektansi yang dipergunakan adalah *spinel sintetik* dengan besaran reflektansi 0,586%. Pengukuran standar reflektansi dilakukan sebelum pengukuran reflektansi vitrinit.

Tabel 6. Hasil Analisis Reflektansi Vitrinit

LP	Rv max%	PERINGKAT
BM 1	0,21	Brown coar
BM 2	0,29	Brown coar
BM 3	0,32	Brown coar

Dari hasil analisis reflektansi vitrinit pada sampel batubara daerah penelitian menunjukkan bahwa peringkat batubara pada daerah penelitian berdasarkan klasifikasi ASTM (*American Society for Testing Material*) berada pada peringkat *brown coal*.

### Analisis Fasies Batubara

Dari hasil analisis karakteristik maseral batubara pada daerah penelitian selanjutnya direpresentasikan dalam persamaan skalar yang digunakan sebagai indikator dalam penentuan fasies batubara. Indikator yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada indeks pengawetan struktur jaringan (*Tissue Preservation Index/TPI*) dan indeks gelifikasi (*Gelification Index/GI*) (Diessel, 1986). Diessel mengevaluasi lingkungan pengendapan batubara yang berumur Perm di Lembah *Hunter* dan *Gunnedah* yang termasuk dalam Cekungan *Sydney, Australia*. Model ini telah diaplikasikan di beberapa lapangan batubara di dunia. Diessel menggunakan persamaan dari perbandingan beberapa maseral guna

mendapatkan *GI (Gelification Index)* dan *TPI (Tissue Preservation Index)*.

Penentuan fasies pengendapan batubara yang dilakukan menggunakan analisis komposisi maseral menurut Diessel, (1986) dengan menggunakan perhitungan *GI (Gelification Index)* dan *TPI (Tissue Preservation Index)* yang dikombinasikan dengan perhitungan nilai *GWI (Ground Water Index)* dan *VI (Vegetation Index)* dari Calder dkk (1991).

Calder dkk. (1991), menjelaskan bahwa *GWI* merupakan perbandingan antara jaringan material yang tergelifikasikan kuat (*gelocolinite*, *desmocolinite*, dan *corpocolinite*) dengan jaringan material yang tergelifikasikan lemah (*telinite* dan *telocolinite*) yang ditetapkan sebagai ukuran relatif gelifikasi, termasuk suplai air serta pH. *Gelocolinite* merupakan produk gelifikasi biokimia yang sebagian besar berupa lignin yang berasal dari humin, sedangkan *desmocolinite* berasal dari bagian terkecil dari tumbuhan perdu (*herbaceous*) yang kaya selulosa (Calder, dkk. 1991). Penggunaan *GWI* berlaku untuk sub grup maseral *vitrite* seperti *colinite* menjadi *telocolinite*, *gelocolinite*, *desmocolinite* dan *corpocolinite*.

Parameter perhitungan nilai *GWI* adalah berdasarkan rasio perbandingan antara *vitrite* struktur internal (*telinite* dan *telocolinite*) terhadap *vitrite* yang tidak memperlihatkan struktur internal (*gelocolinite*, *desmocolinite*, dan *corpocolinite*) + *mineral matter*. Penggunaan *mineral matter* dalam pengaruh *GWI* dengan asumsi bahwa *mineral matter* tersebut merupakan detritus dari aslinya yang tersebar luas (*syngenetic*), meskipun *mineral matter* telah digunakan sebagai kriteria untuk klasifikasi *mires* modern dan *peat modern*.

Maseral yang diperoleh dari hasil analisis digunakan untuk mengetahui lingkungan pengendapan pada saat pengendapan gambut (Diessel, 1986). Komposisi maseral pada batubara diyakini menunjukkan material organik yang berkontribusi pada pengendapan gambut, dan kondisi selama pengendapan. Kondisi ini termasuk tinggi muka air tanah, pH, pembusukan dari bakteri aerobik dan anaerobik, serta mekanisme pecahnya material organik yang menunjukkan transportasi selama pengendapan.

Dalam *Vegetation Index (VI)*, meskipun *gelocolinite* dan *corpocolinite* diasumsikan berasal dari lignin dan tanin, tetapi maseral yang lebih jelas berasal dari lignin dan tanin secara berturut-turut adalah *telinite* dan *telocolinite*, oleh karena itu *gelocolinite* dan *corpocolinite* tidak dimasukkan dalam penggambaran *paleomires* untuk bagian di dalam wilayah *mire* pada diagram *Vegetation Index (VI)*. *Herbaceous* merupakan vegetasi yang kaya selulosa yang direpresentasikan sebagai bagian dari *desmocolinite*, *inertodetrinite*, dan *liptodetrinite*

(Teichmueller, 1989; Mukhopadhyay, 1989 dalam Calder dkk., 1991).

Hadirnya plankton algae merupakan petunjuk kondisi yang berair (*aquatic*) yang direpresentasikan oleh alginite. Sementara untuk zaman Karbon Akhir, sejauh ini belum ada petunjuk tumbuhan tinggi (*macrophytes*) yang diidentifikasi sebagai *truly aquatic* (Collinson dan Scott, 1987 dalam Calder dkk. 1991). Oleh karena itu istilah *marginal aquatic* merupakan representasi dari *truly aquatic algae* ditambah dengan maseral-maseral yang terakumulasi dalam zona *limno-telmatic*, tanpa memperhatikan asal usulnya. Untuk maseral sporinit dan cutinit, keduanya bersama-sama akan terdistribusi dalam *marginal aquatic*.

Berdasarkan kontrol fasies lingkungan pengendapannya, maka Horne, (1978) menyebutkan bahwa batubara yang terbentuk di lingkungan *back-barrier* cenderung tipis, demikian juga pada lingkungan *lower delta plain* umumnya juga tipis. Sehingga bila dibandingkan dengan kondisi yang ada di lapangan, di mana batubara yang ada memperlihatkan ketebalan yang relatif tipis.

#### Analisis Fasies Batubara Diagram TPI-GI

Analisis fasies batubara dengan metode TPI (*Tissue Preservation Index*) dan GI (*Gelification Index*) atau TPI-GI telah digunakan oleh beberapa peneliti dalam menentukan fasies dan lingkungan pengendapan batubara di Indonesia.

Dari hasil perhitungan terhadap nilai TPI (Tabel 8) lapisan batubara pada daerah penelitian didapatkan bahwa rata-rata nilai TPI tergolong rendah (<1%). Rendahnya nilai TPI ini menunjukkan rendahnya persentase kehadiran tumbuh-tumbuhan kayu (dalam hal ini ditunjukkan sedikitnya komposisi maseral telokolinit pada seluruh lapisan batubara yang dianalisis). Hal ini juga dapat menunjukkan buruknya pengawetan jaringan tumbuhan. Sedangkan dari hasil perhitungan GI didapatkan nilai yang bervariasi (8,4–99%). Nilai GI menunjukkan tingkat oksidasi yang berlangsung selama proses pengendapan dan pembentukan batubara. Nilai GI yang cukup tinggi menunjukkan bahwa proses oksidasi tidak berlangsung dominan yang ditunjukkan oleh rendahnya kandungan inertinit yang menandakan selalu terjaganya kelembaban gambut atau gambut tersebut selalu tergenang air sehingga menghalangi berlangsungnya proses oksidasi.

Tabel 7. Hasil Perhitungan TPI-GI

LP	TPI	GI
<b>BM 1</b>	0.1	8.4
<b>BM 2</b>	0.7	9.2
<b>BM 3</b>	0.5	99

Nilai TPI dan GI selanjutnya diplot pada diagram Lamberson dkk (1991) dan Diessel dkk (1986) untuk menentukan fasies lingkungan pengendapannya. Hasil plot diagram diperlihatkan pada (Gambar 3, Gambar 4 dan Gambar 5). Dari diagram ini menunjukkan bahwa lapisan batubara Klasuat terbentuk pada lingkungan pengendapan *lower delta plain* stadium *limnic*.

Pada lingkungan pengendapan *lower delta plain* tersebar pada stadium *limnic* yang didominasi oleh tumbuhan perdu. Lingkungan *lower delta plain* menunjukkan nilai TPI yang relatif rendah dan GI relatif tinggi serta dominasi subgrup maseral detrovitrinit yang secara langsung masih terpengaruhi oleh air laut.

#### Analisis Fasies Batubara Dengan Metode GWI-VI

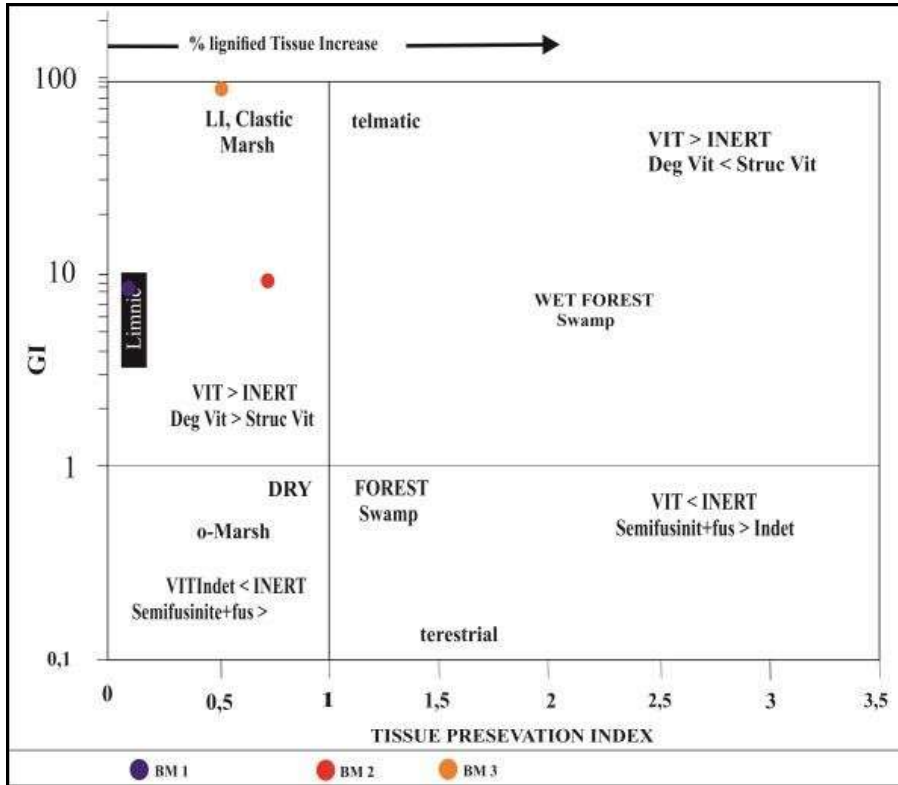
Dari hasil perhitungan nilai GWI dan VI (Tabel 9) pada lapisan batubara daerah penelitian menunjukkan nilai GWI yang relatif tinggi (>1%). Hal ini menunjukkan bahwa maseral telah mengalami proses gelifikasi yang cukup kuat, sedangkan nilai VI relatif kecil (<1%) menunjukkan bahwa komposisi maseral berasal dari jenis tumbuhan perdu.

Tabel 8. Hasil Perhitungan GWI-VI

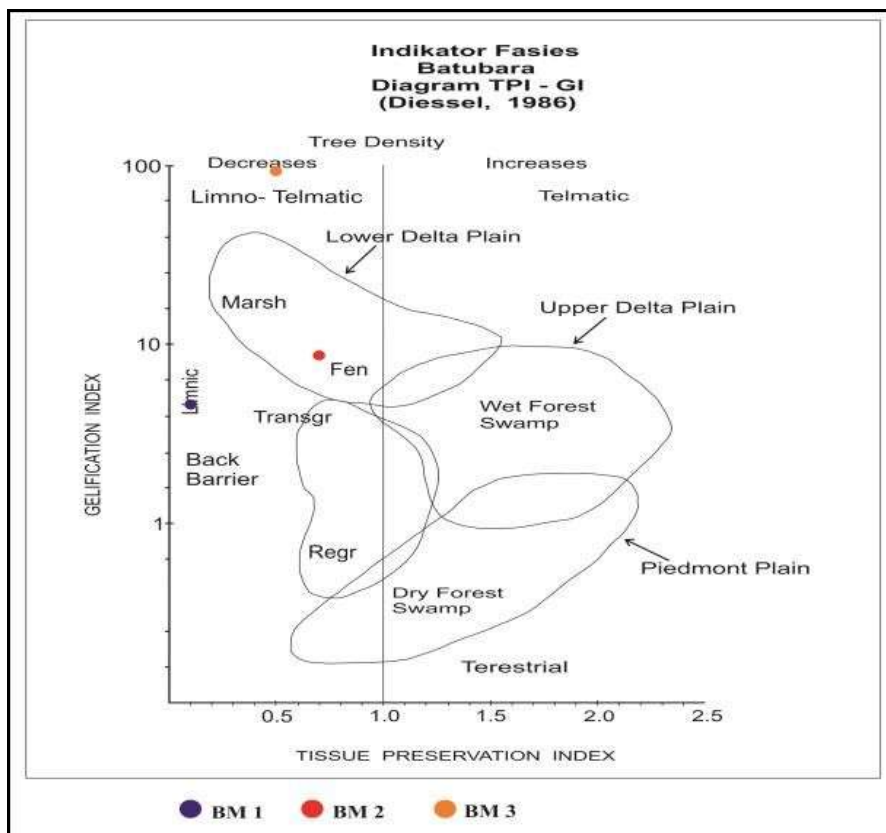
LP	GWI	VI
<b>BM 1</b>	24	0.04
<b>BM 2</b>	0.4	0.6
<b>BM 3</b>	35	0.5

Nilai GWI dan VI selanjutnya diploting dalam diagram GWI-VI Calder dkk (1991) untuk menentukan lingkungan pengendapan batubara serta jenis tumbuhan pembentuknya.

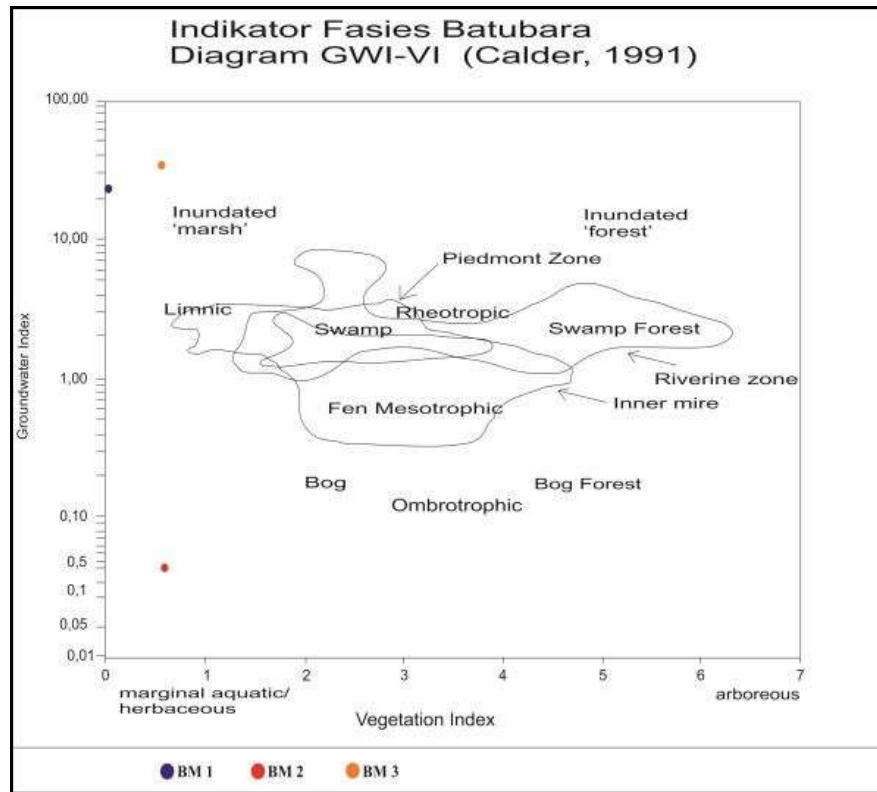
Hasil plotingan GWI-VI pada diagram Calder, dkk (1991) menunjukkan bahwa lapisan batubara pada daerah penelitian berada pada fasies *limnic* tipe gambut *ombrotrophic* dan didominasi oleh jenis tumbuhan perdu (*herbaceous*) yang tergelifikasi cukup kuat.



Gambar 3. Penggambaran Fasies Batubara Klasuat Pada Kondisi *Limnic*. Modifikasi (Lamberson dkk,1991)



Gambar 4. Penggambaran Fasies Batubara Klasuat Pada Kondisi *Limnic*. Modifikasi (Diesel, dkk, 1986))



Gambar 5. Penggambaran Tipe Gambut *Ombrotrophic* Batubara Klasuat (Modifikasi Calder, dkk, 1991)

## KESIMPULAN

### Kesimpulan

Dari hasil observasi lapangan dan analisis laboratorium yang dilakukan terhadap sampel batubara pada daerah penelitian di Klasuat, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil analisis maseral, umumnya batubara pada daerah penelitian didominasi oleh maseral vitrinit dengan presentase (59,4 - 99%) dan inertinit (1 - 9,2%) sedangkan Maseral liptinit tidak ditemukan kehadirannya sedikitpun.
2. Berdasarkan perhitungan dan plot nilai TPI- GI pada diagram fasies Lamberson dkk (1991) dan Diessel dkk (1986) lapisan batubara daerah penelitian diendapkan pada lingkungan *lower delta plain* stadium *limnic*, sementara hasil perhitungan dan hasil plotingan GWI-VI pada diagram Calder dkk (1991) menunjukkan bahwa lapisan batubara pada daerah penelitian berada pada fasies *limnic* tipe gambut *ombrotrophic* dan didominasi oleh jenis tumbuhan perdu (*herbaceous*) yang terglifikasi cukup kuat.
3. Batubara daerah penelitian yang terletak pada Distrik Klayili, daerah Klasuat yang berada dalam Cekungan Salawati khususnya Formasi Klasaman terendapkan pada lingkungan pengendapan *lower delta plain* fasies *limnic* dengan tipe gambut *ombrotrophic* yang terglifikasi cukup kuat. Hal ini menjelaskan bahwa fasies batubara selama akumulasi gambut berlangsung pada kondisi basah (terendam oleh air).

## Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka penulis menyarankan untuk dilakukannya penelitian lebih lanjut mengenai kondisi batubara pada daerah penelitian. Hal ini disarankan agar penelitian mengenai fasies batubara pada daerah penelitian dapat dilengkapi dengan melakukan penelitian mengenai sebaran serta kualitas batubara pada daerah penelitian.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Jurusan Teknik Geologi Universitas Papua atas dukungan dan sarana yang diberikan dan kepada semua pihak-pihak yang turut membantu sehingga penelitian ini dapat berjalan lancar dan selesai tepat pada waktu yang direncanakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amri, P.S., Hamonangan, B., Supriatna, S., Simanjuntak, W. dan Pieters, P.E., (1990), Geologi Lembar Sorong, Irian Jaya Skala 1:250.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P3G). Bandung.
- Association of Australia Standard, (1986), *Coal Maceral analysis*, AS 2586-1986, Association of Australia Standards House.
- Calder, J.H., Gibling, M.R., and Mukhopadhyay, P.K., (1991), *Peat Formation in Westphalian B Piedmont setting, Cumberland Basin Nova Scotia : Implication for Maceral Based Interpretation of Rheotrophic and Raised*

- Pleomires.*, Bull. Soc. Geol., France.
- Casagrande, D.J., (1987), "Sulphur in Peat and Coal". In: Scott A.C., (ed.), *Coal and Coal bearing Strata: Recent*.
- Cook, (1982). Dalam Thesis, Rumbewas Andrew Berryl Brand Zadrach (2018). *Fasies Batubara Berdasarkan Kandungan maseral Pada Formasi Muara Enim Di Desa Ampelu Kecamatan Muara Tambesi Kabupaten Batang Hari Provinsi Jambi*.
- Diessel, C.F.K., (1982), *An appraisal of coal facies based on maceral characteristics*. In: Mallett, C.W. (ed.), *Coal resources-origin, exploration and utilization in Australia*. *Australian Coal Geology*, 4, h.474-484.
- Diessel, C.F.K., (1986), *On the correlation between coal facies and depositional environments*. *Proceeding of 20th Symposium of Department of Geology, University Newcastle, NSW*, pp. 19-22.
- Falcon, R. M. S. and Snyman, C. P. (1986), *An introduction to coal petrography : atlas of petrographic constituents in the bituminous coals of Southern Africa*. Johannesburg: Geological Society of South Africa.
- Horne, J.,C., (1978), *Depositional Models in Coal Exploration and Mining Planning in Appalachian Region*, AAPG Bulletin, USA, 62, 2379-2411.
- Permana, A.P, Imran, A.M., Widodo, S., (2013), *Provenance Batubara Kuarter Daerah Inamo Kabupaten Sorong Provinsi Papua Barat*, Tesis Pascasarjana Teknik Geologi UNHAS.
- Widiyanto, D.W., Djohor, D.S., Pramudito, H., (2014), *Studi Penentuan Fasies Lingkungan Pengendapan Batubara Dalam Pemanfaatan Potensi Gas Metana Batubara Di Daerah Balikpapan, Kalimantan Timur Berdasarkan Analisis Proximate Dan Petrografi*, MINDAGI Vol. 8 No.2.
- Widodo, S., Antika, R., (2012), *Studi Fasies Pengendapan Batubara Berdasarkan Komposisi Maseral Di Kabupaten Barru Sulawesi Selatan*, Prosiding Hasil Penelitian Fakultas Teknik UNHAS, Vol. 6