

LINGKUNGAN PENGENDAPAN BATUBARA, FORMASI KALUMPANG DI DAERAH MAMUJU

M. H. Hermiyanto, S. Andi Mangga dan Koesnama

Pusat Survei Geologi,
Jl. Diponegoro No.57 Bandung - 40122

Sari

Formasi Kalumpang merupakan satuan batuan sedimen yang terbentuk pada saat pemekaran *syn-rifting* yang terdiri atas batupasir kuarsa, konglomerat, serpih dan batulempung bersisipan batubara dan batugamping, berumur Eosen Tengah–Eosen Akhir. Hasil analisis kimia menunjukkan nilai kalori 2480 kal/gr–7440 kal/gr, kelembaban 1,3%-6,7%, zat terbang/*volatile matter* 14,7%-44,9%, kadar belerang 0,82%-7,70% berat jenis/*specific gravity* 1,33-2,17. Hasil petrografi organik menunjukkan kandungan maseral batubara terdiri atas vitrinit 91,6 – 100%, liptinit atau eksinit 0,1 – 8,2 %, dan inertinit 0,1 – 1 % . Rv-max batubara mempunyai kisaran 0,32%-0,62% (rata-rata 0,47%), dengan kandungan maseral dikuasai oleh vitrinit dan sedikit liptinit. Adanya kandungan vitrinit yang tinggi mengindikasikan batubara yang terdapat di daerah Kalumpang terutama terbentuk oleh material dari sisa tumbuhan pada kondisi humid, dan terendapkan pada lingkungan pengendapan "*wet forest swamp*". Kandungan inertinit yang relatif sedikit mengindikasikan proses oksidasi yang terjadi sangat jarang.

Kata Kunci : Formasi Kalumpang, batubara, eosen, petrologi organik, maseral

Abstract

Kalumpang (Toraja) Formation comprises syn-rifting sediments of Middle Eocene – Late Eocene age. This formation consists of quartz sandstone, conglomerate, shale, claystone with alternations of coal and limestone. Geochemical analysis shows that the caloric value ranges from 2480 kal/gr to 7440 kal/gr, moisture varies from 1,3%-6,7%, volatile matter 14,7%-44,9%, total sulphur 0,82%-7,70%, and the specific gravity ranges from 1,33 to 2,17. Based on the organic petrography analysis, the coal contains vitrinite 91,6 – 100%, liptinite or exinite 0,1 – 8,2 %, and inertinite 0,1 – 1 %. Maximum reflectance vitrinite (Rv-max) is ranging from 0,32%-0,62%, Ro 47%. The dominant maceral group is vitrinite, with rare liptinite. The high content of vitrinite suggests that the coal in Kalumpang is derived from plants in humic condition which were deposited in wet forest swamp. Meanwhile, the low content of inertinite indicates that oxidation processes did not take place intensely.

Keywords : Kalumpang Formation, coal, eocene, organic petrology, maceral

Pendahuluan

Daerah penelitian dibatasi oleh koordinat 2°25' – 20°30' LS dan 119°24' – 119°30' (Gambar 1), dan secara administratif pemerintahan termasuk wilayah Kabupaten Mamuju, Provinsi Sulawesi Barat. Kota Mamuju sebagai ibu kota Provinsi Sulawesi Barat, terletak sekitar 450 km sebelah utara Makassar, dan dapat dicapai melalui jalan beraspal menyusuri pantai barat Pulau Sulawesi. Hubungan antara ibu kota dengan ibukota kecamatan/ desa menggunakan kendaraan roda empat dan kendaraan sungai (*speed boat*, ketingting, perahu), sedangkan di daerah pedalaman digunakan kuda beban.

Makalah ini merupakan tinjauan tentang lingkungan batubara berdasarkan data yang berasal dari penelitian oleh Wahyono (2001), Wahyono dan Sidarto (2002), dan Sihombing dr. (2002).

Maksud penelitian ini adalah untuk mengetahui karakter formasi pembawa batubara dan lapisan-lapisan batubaranya sendiri, dengan tujuan agar dapat diketahui lingkungan pengendapannya.

Peneliti Terdahulu

Geologi daerah ini pernah diselidiki oleh beberapa peneliti terdahulu, antara lain oleh Coffield dr. (1993) dan Calvert (1999) yang membahas tentang perkembangan stratigrafi dan tektonik.

Direktorat Sumber Daya Mineral dan P.T. Aneka Tambang (1983-1992) melakukan penelitian sumber daya mineral, terutama mineral bijih sulfida. Ratman dan Atmawinata (1993) melakukan kegiatan pemetaan geologi yang menghasilkan peta geologi Lembar Mamuju berskala 1:250.000.

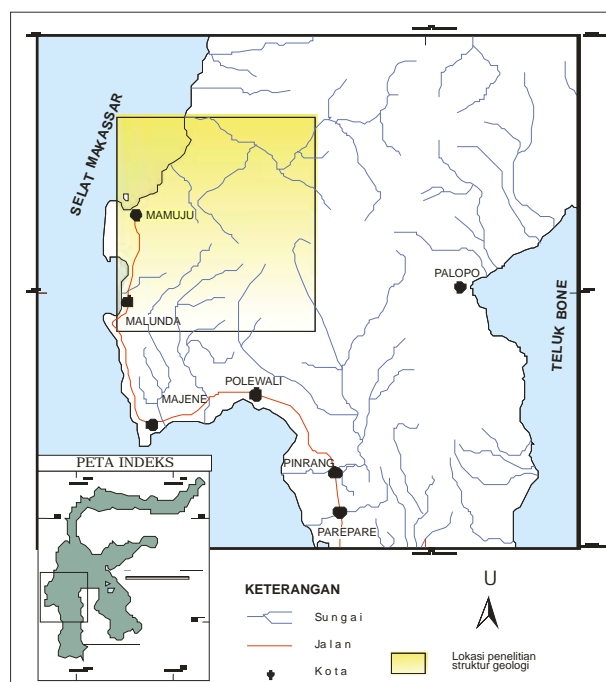
Kartasumantri dan Hadianto (1999), Wahyono (2001), Wahyono dan Sidarto (2002) dan Sihombing dr. (2002), melakukan penelitian aspek geologi (stratigrafi, sedimentologi, dan tektonik) serta kaitannya dengan keterdapatan endapan batubara (pembatubaraan).

Tataan Geologi

Wilayah kajian tercakup oleh Peta Geologi Lembar Mamuju skala 1:250.000, dan bagian selatan Mandala Sulawesi Barat (Sukanto, 1982. 2001) yang dicirikan oleh himpunan batuan magmatik dan sedimen Kenozoikum, beralkasan sedimen flysch, *melange*, dan batuan malihan. Berdasarkan posisinya, cekungan ini termasuk ke dalam Cekungan Karama/Cekungan Lariang (Gambar 2). Beberapa peneliti membagi cekungan ini menjadi dua bagian, yaitu Cekungan Lariang di Bancuh *melange* bagian utara dan Cekungan Karama di bagian selatan daerah kajian.

Nama Cekungan Karama diambil dari nama sungai yaitu Salo Karama (salo=sungai) yang terletak di sebelah utara kota Mamuju. Cekungan Karama merupakan cekungan Tersier yang terbentuk oleh pemekaran (*rifting*) selat Makassar pada Tersier Awal/Paleosen atau Eosen Tengah - Eosen Akhir (Gambar 2, Calvert, 1999). Pemekaran ini menyebabkan Sulawesi bergerak relatif ke arah timur tenggara dan terpisah dari daratan Sunda/Kalimantan. Oleh karena itu, daerah ini berada dalam keadaan ekstensional dan diikuti gaya-gaya kompresi yang mengakibatkan satuan batuan alas Pratersier yang terdiri atas Kompleks Wana, Kompleks Gumbasa, dan Formasi Latimojong mengalami perlipatan, pensesaran, dan pengangkatan. Batu-batuan tersebut membentuk tinggian, memisahkan cekungan dan menjadi sumber material batuan Tersier.

Batuan sedimen Tersier yang tertua di Cekungan Karama adalah batuan klastika, batuan karbonat dengan sisipan batubara yang berumur Eosen

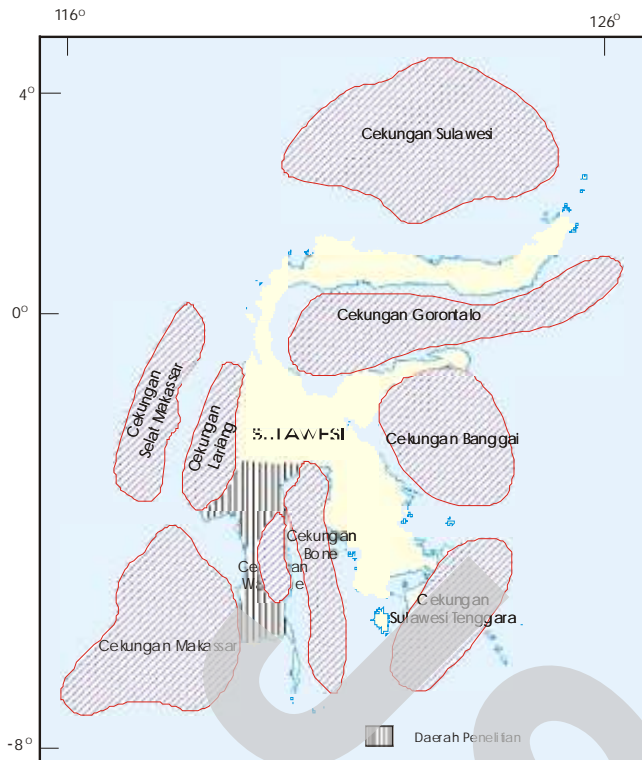


Gambar 1. Peta lokasi penelitian yang berada di daerah Mamuju, Sulawesi Selatan”.

dengan lingkungan pengendapan laut dangkal–darat. Batuan ini oleh Ratman dan Atmawinata, 1993 dimasukkan ke dalam Formasi Toraja. Calvert (1999) membagi Group/Kelompok Toraja menjadi empat formasi, yaitu Formasi Bone Hau, Formasi Kalumpang, Formasi Rantepao, dan Formasi Batio. Formasi Kalumpang terdiri atas batulanau, batulempung, lapisan batubara, batupasir yang kaya akan mineral kuarsa dan sedikit batuan sedimen gunung api yang terendapkan pada lingkungan payau – fluviatil.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh ahli geologi Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (sekarang Pusat Survei Geologi) melalui Proyek Daftar Isian Kegiatan Suplemen (DIKS) tahun anggaran 2000-2002, Formasi Toraja pada lintasan di Sungai/Salo Karama beserta anak sungainya di Desa Kalumpang, Kabupaten Mamuju, diusulkan dengan nama baru yaitu Formasi Kalumpang (Sihombing dr., 2002)

Formasi Kalumpang merupakan satuan batuan/formasi pembawa batubara (*coal bearing formation*), yang akan dibahas secara terperinci pada makalah ini



Gambar 2. Cekungan-cekungan sedimen Tersier di daerah Sulawesi.

Stratigrafi dan Sedimentologi

Cekungan Karama dialasi oleh satuan batuan malihan (Kompleks Wana) yang terdiri atas sekis, genes, filit, dan batusabak. Satuan ini diduga berumur lebih tua dari Kapur, dan kemungkinan Trias. Batuan ini ditutupi secara tidak selaras oleh Formasi Latimojong yang terdiri atas filit, kuarsit, batulempung malih, dan pualam yang berumur Kapur. (Gambar 3)

Satuan batuan alas (Kompleks Wana, Kompleks Gumbasa, dan Formasi Latimojong) yang berumur Pratersier merupakan satuan batuan sebelum pemekaran (*pre-rifting*) yang mengalami pensesaran, pengangkatan, dan ditutupi secara tidak selaras oleh Formasi Kalumpang. Formasi ini merupakan satuan batuan sedimen yang terbentuk pada saat pemekaran (*syn-rifting*) yang terdiri atas batupasir, kuarsa, konglomerat, serpih, dan batulempung dengan sisipan batubara dan batugamping yang berumur Eosen Tengah–Eosen Akhir.

Formasi Kalumpang ditutupi secara tidak selaras oleh batuan Oligo-Miosen yang terbentuk setelah pemekaran (*post rifting*) dan terdiri atas batuan gunung api dengan lensa batugamping (Formasi

Lamasi) dan batuan sedimen gunung api (Tuf Rampi) yang berumur Oligosen Akhir–Miosen Awal. Satuan ini ditutupi secara tidak selaras oleh batuan karbonat (Formasi Riu) yang terdiri atas batugamping dan napal yang berumur Miosen Awal–Miosen Tengah, batuan sedimen klastika dengan sisipan breksi dan lava (Formasi Sekala), batuan karbonat (Formasi Mamuju, Formasi Lariang), batuan gunung api (batuan Gunung Api Adang dan Talaya) yang berumur Miosen Akhir–Pliosen.

Satuan batuan Tersier ini diterobos oleh batuan granit berumur Miosen Akhir–Pliosen dan ditutupi secara tidak selaras oleh satuan batuan sedimen Plio–Plistosen (Formasi Budong–Budong), satuan batuan gunung api Holosen (Tuf Barupu) dan batugamping koral dan aluvium.

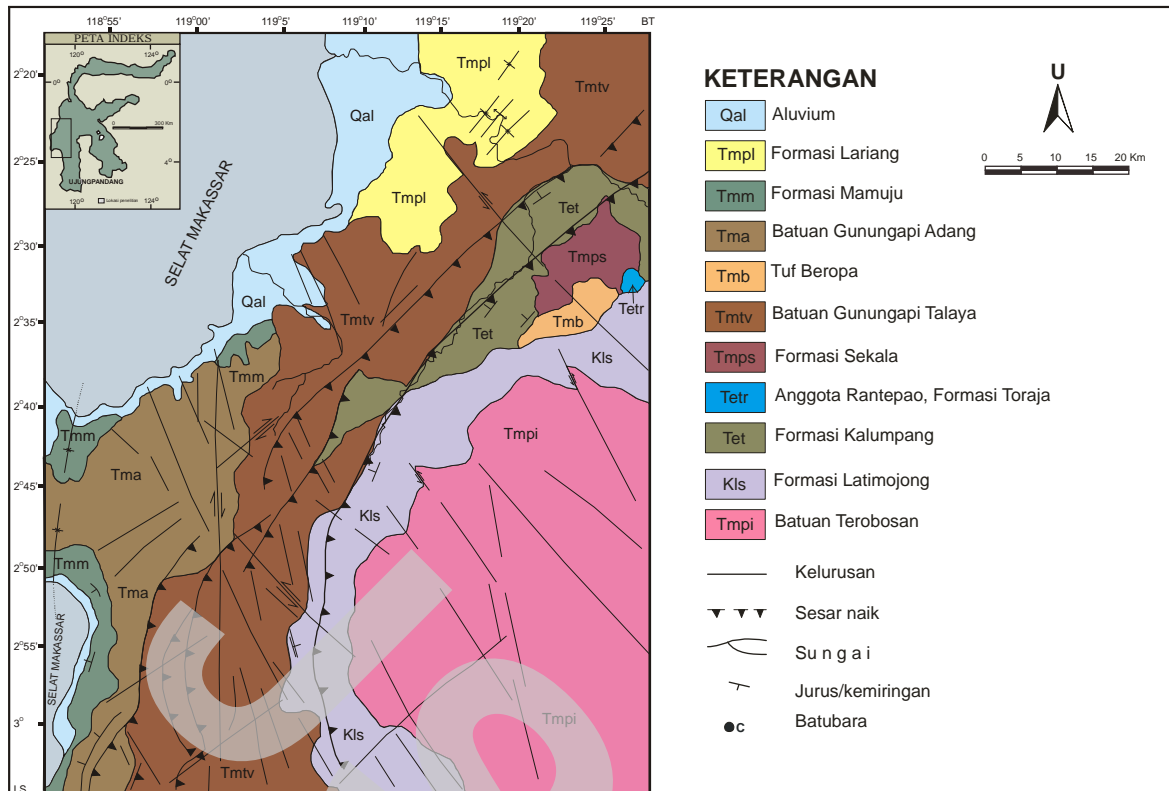
Bagian bawah Formasi Kalumpang terdiri atas batulempung dan batulempung karbonat dengan sisipan batubara dan batupasir. Struktur sedimen yang dijumpai berupa perairan sejajar, perairan bergelombang, silang siur mangkok dan gelembur arus. Bagian atas formasi dikuasai oleh batulempung karbonat dengan sisipan batupasir dan batulempung, dan dijumpai batubara dengan tebal 10 - 240 cm. Struktur sedimen yang dijumpai terdiri atas perairan sejajar, perairan bergelombang, dan gelembur arus. Batupasir pada bagian ini makin ke atas makin dominan. Umur satuan ini adalah Eosen Akhir dengan lingkungan pengendapan delta (Sihombing, dr., 2002). Satuan ini telah mengalami pelipatan, persesaran, dan penerobosan.

Endapan Batubara

Endapan batubara di daerah Mamuju ditemukan di daerah Kalumpang dan Talondo. Endapan batubara tersebut ditemukan pada delapan belas lokasi, antara lain di daerah Salo Karama, Desa/Kampung Sumuak, Desa/Kampung Kalumpang, Panasuang, Talondo, dan Tamalea.

Lapisan–lapisan batubaranya terdiri atas beberapa lapisan yang dengan ketebalan, kuantitas dan kualitas yang berbeda–beda. Lapisan batubara pada umumnya mempunyai kisaran kemiringan 30° – 70° .

Faktor sedimentasi dan tektonik sangat berperan dalam pembentukan batubara, misalnya menyebabkan munculnya perbedaan ketebalan kualitas dan penyebaran batubara. Selain faktor–faktor tersebut, adanya kegiatan gunung api dan terobosan yang berlangsung pada Neogen



Gambar 3. Peta Geologi Daerah Mamuju, Sulawesi Selatan (Interpretasi Citra Landsat TM).

menyebabkan mutu batubara meningkat yang dibuktikan terjadinya kenaikan nilai kalori mencapai 7450 kal/ gr dan nilai reflektan maksimum (Rv-max) mencapai 0,86%.

Daerah Kalumpang

Di daerah Kalumpang batubara tersingkap di Salo Karama dan cabang-cabangnya yaitu Sungai Taranusi, Sungai Lekong, Sungai Ana, (Desa Sumuak), Sungai Betoong, Sungai Pangasan, Sungai Mabubu (Desa Panusuan) dan di Sungai Salikayu (Desa Tararang).

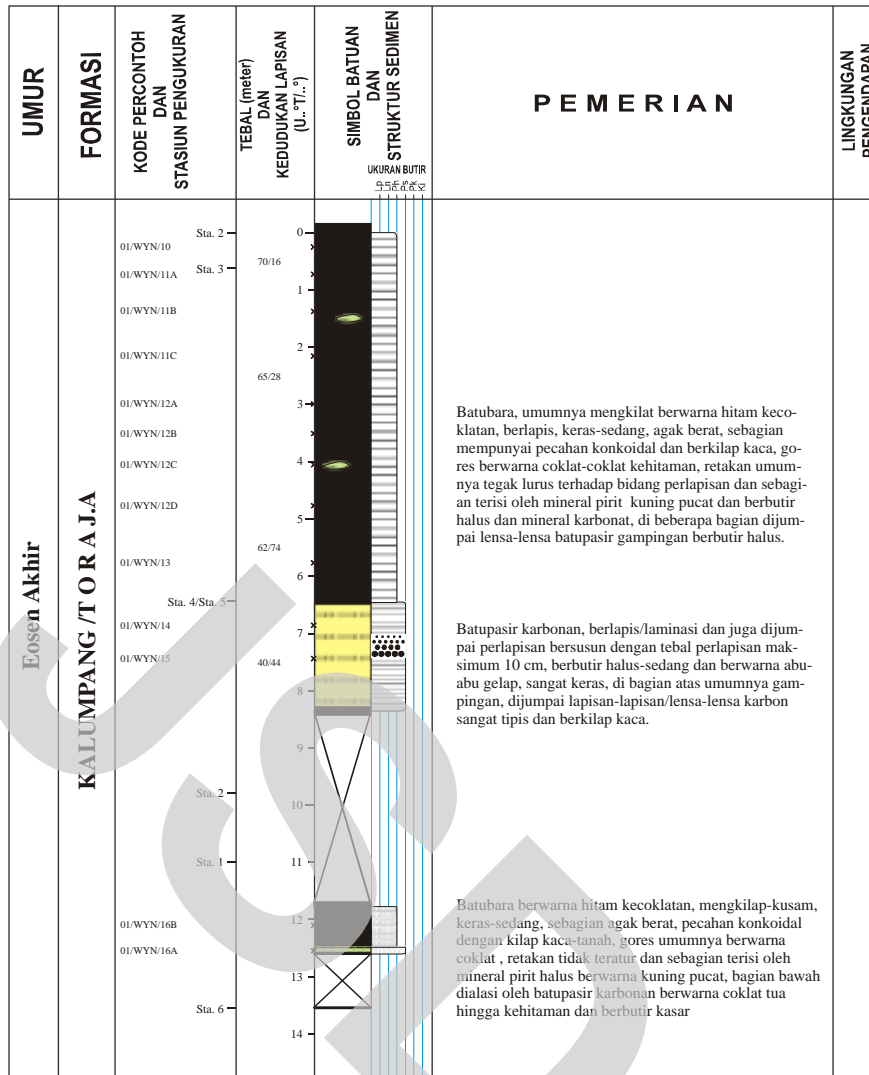
Hasil pengukuran stratigrafi oleh Wahyono dr. (2000) (Gambar 4 dan 5) dan Sihombing dr. (2002) memperlihatkan bahwa batubara di daerah ini terdiri atas banyak lapisan dengan kemiringan ke arah timur laut; kemungkinan daerah ini telah mengalami kegiatan tektonik (sesar dan perlipatan) atau endapan batubaranya mengalami "splitting", sehingga penampakan lapisan batubaranya terdiri atas banyak lapisan/seam (21 lapisan/seam batubara).

Lapisan batubara terdiri atas dua lapisan, yaitu lapisan yang terdapat dalam fasies

batulempung-batulan karbonan dengan ketebalan 1-2 m, lapisan yang dijumpai dalam batupasir-batulempung-batulan karbonan dengan ketebalan 40-100 cm.

Secara megaskopis batubara tersebut di atas berwarna hitam kecoklatan, berlapis, dengan kemiringan lapisan (37°-80°), kilap kusam sutra, umumnya mudah hancur - keras, pecahnya konkoidal, retakannya tegak lurus terhadap perlapisan, dan terisi oleh mineral karbonat dan pirit. Beberapa di antara batubara ini terkekarkan, dan mengalami penggerusan yang kuat di sekitar zone sesar.

Hasil analisis kimia pada percontoh batubara di Sungai Taranusi, Sungai Lekong, Desa Sumuak dan Desa Kalumpang. Analisis petrografinya terlihat pada Tabel 1 dan 2. Berdasarkan data ini, nilai kalori mempunyai kisaran 4.555 kal/gr-7.450 kal/gr (rata-rata 5828 kal/gr) dan nilai reflektan maksimum vitrinit (Rv-max) 0,51%-0,86% (Rv-max rata-rata = 0,68), yang berdasarkan klasifikasi ASTM termasuk *subbituminous - high volatile bituminous*.



Gambar 5. Kolom stratigrafi Formasi Kalumpang / Toraja lintasan Sungai Putan di daerah Kalumpang, Mamuju (Wahyono dr., 2000).

Tabel 1. Hasil Analisis Geokimia Batubara Daerah Kalumpang, Mamuju

KODE PERCONTOH	M (%)	VM (%)	FC (%)	ASH (%)	S (%)	SG	CV (ka l/qr)
01/WYN/07B**	3,4	40,8	46,6	9,2	9,27	1,47	6765
01/WYN/11B**	2,8	44,9	47,4	4,9	5,49	1,36	7275
01/WYN/12A**	6,3	41,6	48,4	3,7	5,02	1,43	6260
01/WYN/13**	3,1	44,2	50,4	2,3	3,09	1,33	7440
01/WYN/22B**	4,1	38,4	53,9	3,6	2,61	1,38	7000
01/WYN/22I**	1,3	27,0	22,3	49,4	0,74	2,17	1895
01/WYN/23T**	6,7	39,7	44,6	9,0	1,90	1,45	5880
01/WYN/25T*	2,6	43,4	44,1	9,9	7,70	1,42	6870
01/WYN/26T**	5,4	41,4	51,9	1,3	1,72	1,36	6950
01 / SI / 02T*	1,7	19,2	21,5	57,6	1,84	1,86	3250
01 / SI / 03T*	5,9	25,2	23,3	45,6	0,82	1,80	3290
01 / SI / 05A*	1,9	14,7	18,0	65,4	1,24	2,02	2480
01 / SI / 07**	7,7	39,8	47,4	5,1	3,89	1,46	5840
01 / SI / 08T*	4,7	42,5	50,7	2,1	3,80	1,33	7095
01 / SI / 12T**	6,1	42,5	48,7	2,7	5,17	1,40	6400
01 / SI / 14T**	5,4	40,0	38,6	16,0	3,38	1,50	5630
01 / SI / 15B**	3,6	41,5	49,9	5,0	1,21	1,35	7200

KETERANGAN

- * : Lapisan 1
- ** : Lapisan 2
- M : Kelembapan
- S : Belerang
- VM : Zat terbang
- SG : Berat jenis
- FC : Karbon tertambat
- CV : Nilai kalori
- ASH : Abu

Tabel 2. Hasil analisis Petrografi Organik daerah Kalimantan, Mamuju

KODE PERCONTOH	Rv max	VITRINIT		LIPTINIT										INERTINIT						MINERAL				
		Telovitrinit	Detrovitrinit	Sporinit	Kutinit	Resinit	Liptodetrinit	Alginit	Suberinir	Fluorinit	Exsudatinit	Bituminir	Fusinit	Semifusinit	Sklerotinit	Inertodetrinit	Micrinit	Macrinit	Oksida besi	Pirit	Mineral	lempung Karbonat	Lain-lain	
01 / SI / 02T	0,45	97,5		0,3	1,5	0,5	0,2												0,2	2,0	3,0			
01 / SI / 03T	0,58	98,3		0,3	0,8	0,3	0,3												3,0	40,0				
01 / SI / 05A	0,62	100		<0,1			<0,1												<0,1	0,2	0,8			
01 / SI / 07	0,50	96,4		<0,1	0,4	3,0	0,1												0,4	0,1	8,0			
01 / SI / 08T	0,35	97,2		0,7	1,5	<0,1	0,1					1,0							<0,1	0,1	0,4	0,1		
01 / SI / 12T	0,55	96,5		0,7	0,3	2,2	0,3												<0,1	<0,1	4,0			
01 / SI / 14T	0,46	95,8		0,6	0,3	3,0	0,3												0,5	<0,1	7,0		<0,1	
01 / SI / 15A	0,34	93,5		0,6	4,5	0,8	0,3					0,2							<0,1	0,1	0,4			
01M/VN/07B	0,46	98,7		0,1	0,2	0,8	0,2												5,0	2,0				
01M/VN/11B	0,59	91,6		0,3	2,5	5,0	0,4												3,0	0,5	<0,1			
01M/VN/12A	0,53	99,7		0,1	<0,1	0,2	<0,1												<0,1	<0,1	4,0			
01M/VN/13	0,33	97,2		0,7	0,6	0,2	0,3												0,3	0,3				
01M/VN/16B	0,43	100		<0,1															60,0	15,0				
01M/VN/21B	0,50	99,5		0,3	0,3	0,7	0,2												<0,1	3,0				
01M/VN/22B	0,37	100					<0,1												1,8	0,2	8,0	<0,1		
01M/VN/22I	0,48	100				<0,1	<0,1													4,0	43,9	0,1	2,0	
01M/VN/23T	0,62	97,6		0,3	1,2	0,5	0,3												2,0	<0,1	4,0			
01M/VN/25T	0,50	97,6		0,3	1,2	0,4	0,2												<0,1	0,5	2,0			
01M/VN/26T	0,32	100					<0,1												<0,1	1	0,5			

Diskusi

Formasi Kalumpang atau Formasi Toraja berumur Eosen merupakan satuan batuan/formasi pembawa batubara (*coal bearing formation*). Formasi ini telah mengalami berbagai kegiatan tektonik, pelipatan, pensesaran penerobosan, dan pengangkatan. Gejala-gejala sesar di lapangan dibuktikan oleh kemiringan lapisan yang hampir tegak, lapisan batubara yang mengalami pergeseran (*offset*), dan adanya gores garis pada bidang sesar.

Berdasarkan perbandingan kombinasi dari beberapa maseral, Diessel (1986) memperkenalkan "*Gelification Index*" (GI) dan "*Tissue Preservation Index*" (TPI). Hasil perbandingan tersebut dapat digunakan untuk merekonstruksi lingkungan pembentukan gambut. Perhitungan tersebut adalah sebagai berikut :

$$GI = \frac{VITRINITE + MACRINITE}{TOTAL\ INERTINITE\ (EXCLUSIVE\ OF\ MACRINITE)}$$

$$TPI = \frac{TELINITE + TELOCOLINITE + SEMIFUSINITE + FUSINITE}{DESMOCOLINITE + MACRINITE + INERTODETRINITE}$$

Berdasarkan parameter tersebut di atas, nilai "*Gelification Index*" (GI) dan "*Tissue Preservation Index*" (TPI) (Tabel 3) mengindikasikan sistem lingkungan pengendapan batubara yang terjadi pada daerah penelitian.

Nilai TPI percontoh Formasi Kalumpang nilai yang hampir sama yaitu berkisar antar 1 – 1,01, mengindikasikan lingkungan pembentukan batubara pada daerah peralihan limno-telmatik serta dipengaruhi kegiatan mikroorganisme. Harga GI yang sangat tinggi menggambarkan lingkungan batubara berada pada lingkungan basah.

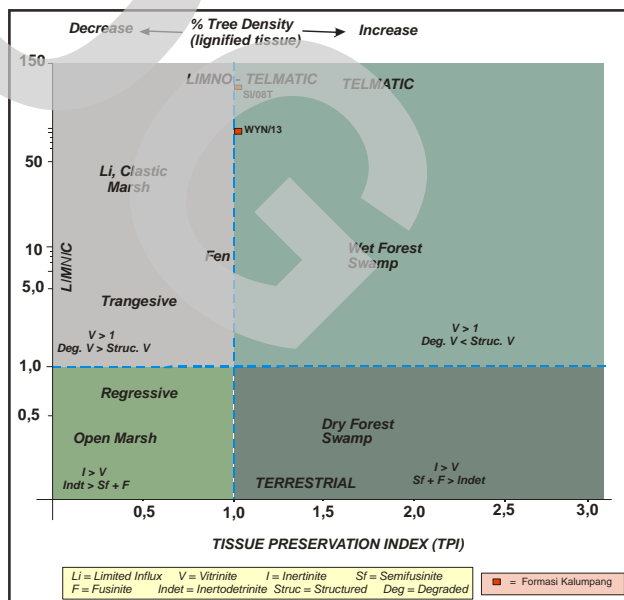
Berdasarkan hasil kombinasi dari harga GI dan TPI, yang telah digambar ke dalam Diagram Diessel, maka batubara Formasi Kalumpang diendapkan pada lingkungan basah, tepatnya "*marsh*" atau "*fen*" sampai "*wet forest swamp*". Tingginya nilai GI memperlihatkan lingkungan pengendapan daerah penelitian adalah "*marsh*" atau "*fen*" yang berada

pada lingkungan "*limno-telmatic (reed moor)*". Tingginya nilai GI dipengaruhi oleh banyaknya jumlah vitrinit, dengan sedikit sekali semifusinit dan inertodetrinit.

Hasil tersebut di atas menggambarkan lingkungan pengendapan daerah penelitian berada pada kondisi transgresi dengan tingkat penurunan cekungan pengendapan yang tinggi.

Kandungan vitrinit yang tinggi mengindikasikan batubara yang terdapat di daerah Kalumpang terutama terbentuk oleh material sisa tumbuhan pada kondisi *humid* serta batubara terendapkan pada lingkungan *wet forest swamp*. Kandungan inertinit yang relatif sedikit mengindikasikan proses oksidasi yang terjadi sangat jarang.

Kandungan liptinit/eksinit memperlihatkan bahwa hampir semua percontoh batubara mengandung sporinit, kutinit, resinat dan liptodetrinit, sementara hanya satu percontoh yang mengandung alginit yang menunjukkan bahwa kandungan algae pada batubara sangat jarang. Kandungan liptinit yang relatif sedang tersebut dapat dilihat pula, pada nilai *volatile matter* yang sedang pula yaitu berkisar dari 19,2 – 44,9%.



Gambar 6. Lingkungan pengendapan batubara Formasi Kalumpang berdasarkan nilai TPI dan GI.

Tabel 3. Nilai TPI dan GI berdasarkan Analisis Petrografi Organik.

No.	No. Contoh	TPI	GI
1.	01 / SI / 02T	1	487,5
2.	01 / SI / 03T	1	983
3.	01 / SI / 05A	1	1000
4.	01 / SI / 07	1,01	482
5.	01 / SI / 08T	1	138,9
6.	01 / SI / 12T	1	965
7.	01 / SI / 14T	1	958
8.	01 / SI / 15A	1	467,5
9.	01/WYN/07B	1	987
10.	01/WYN/11B	1,01	458
11.	01/WYN/12A	1,01	997
12.	01/WYN/13	1	97,2
13.	01/WYN/16B	1	1000
14.	01/WYN/21B	1	995
15.	01/WYN/22B	1	1000
16.	01/WYN/22I	1	1000
17.	01/WYN/23T	1	488
18.	01/WYN/25T	1	976
19.	01/WYN/26T	1	1000

Kesimpulan

Batubara Formasi Kalumpang termasuk ke dalam kategori *subbituminous* sampai *high volatile bituminous* yang terbentuk oleh material sisa tumbuhan pada kondisi *humid* serta terendapkan pada lingkungan "*wet forest swamp*" dalam kondisi transgresi, dengan perkembangan pengendapan menuju ke arah darat.

Acuan

- Calvert, Stephen J., 1999. *The Cenozoic Evolution of the Lariang and Karama Basins, Sulawesi*. Proceeding of the IPA, pp. 505-511.
- Coffield, D.Q. et al, 1993, Tectonic and Stratigraphic Evolution of The Kalosi PSC Area and Associated Development of A tertiary Petroleum System, *Proceeding 22nd. IPA Convention. pp. 679-706*.
- Diessel, CFK 1986a. h. 186. On the correlation between coal facies and depositional environment. Advance study in sydney basin, Newcastle Symp.Proc. p.1-22
- Kartasumantri, N.S dan Hadiyanto, 1999. Prospeksi batubara di daerah Kalumpang dan sekitarnya, Kabupaten Mamuju, Propinsi Sulawesi Selatan, Direktorat Sumberdaya Mineral, Bandung, laporan terbuka, tidak diterbitkan.
- Ratman, N., dan Atmawinata., 1993. *Peta Geologi Lembar Mamuju, Sulawesi Skala 1 : 250.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Sihombing. T., Sidarto, Maryanto, dan Wahyono, 2002, *Dinamika dan Perkembangan Cekungan Batubara di Daerah Mamuju, Sulawesi Selatan*. Laporan Penelitian Kegiatan DIK-S. Puslitbang Geologi Bandung.
- Wahyono, Sidarto, Limbong, A., Sukardi dan Rachmansyah, 2000, Pengkajian Cekungan Karama daerah Sulawesi Selatan : Kaitannya Dengan Keterdapatan Batubara, Laporan Kegiatan Penelitian DIKS, Puslitbang Geologi Bandung.
- Wahyono, 2001. Pengkajian Tektonika Implikasinya Terhadap Mutu Batubara di Daerah Mamuju, Sulawesi Selatan. Laporan Teknis Intern Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung, tidak dipublikasikan.
- Wahyono dan Sidarto, 2002, Karakteristik Kimia dan Fisika serta Pematangan Batubara di Daerah Baraka, Enrekang, Sulawesi Selatan, *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, No. 132, Vol. XII. pp. 20-37.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih atas segala bentuk kerja sama selama penyusunan laporan penelitian ini, terutama kepada Ir. Syaiful Bachri M.Sc., dan Ir. Torkis Sihombing.