

## Sedimentologi Batugamping Formasi Berai di Gunung Talikur dan Sekitarnya, Kabupaten Tapin, Kalimantan Selatan Berdasarkan Data Petrografi

### *Limestone Sedimentology of the Berai Formation at the Talikur Mountain and Its Surrounding Area, Tapin Regency, South Kalimantan Based on Petrography Data*

Sigit Maryanto

Pusat Survei Geologi, Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral  
Jl. Diponegoro No. 57 Bandung, 40122  
e-mail: sigitmaryanto@ymail.com

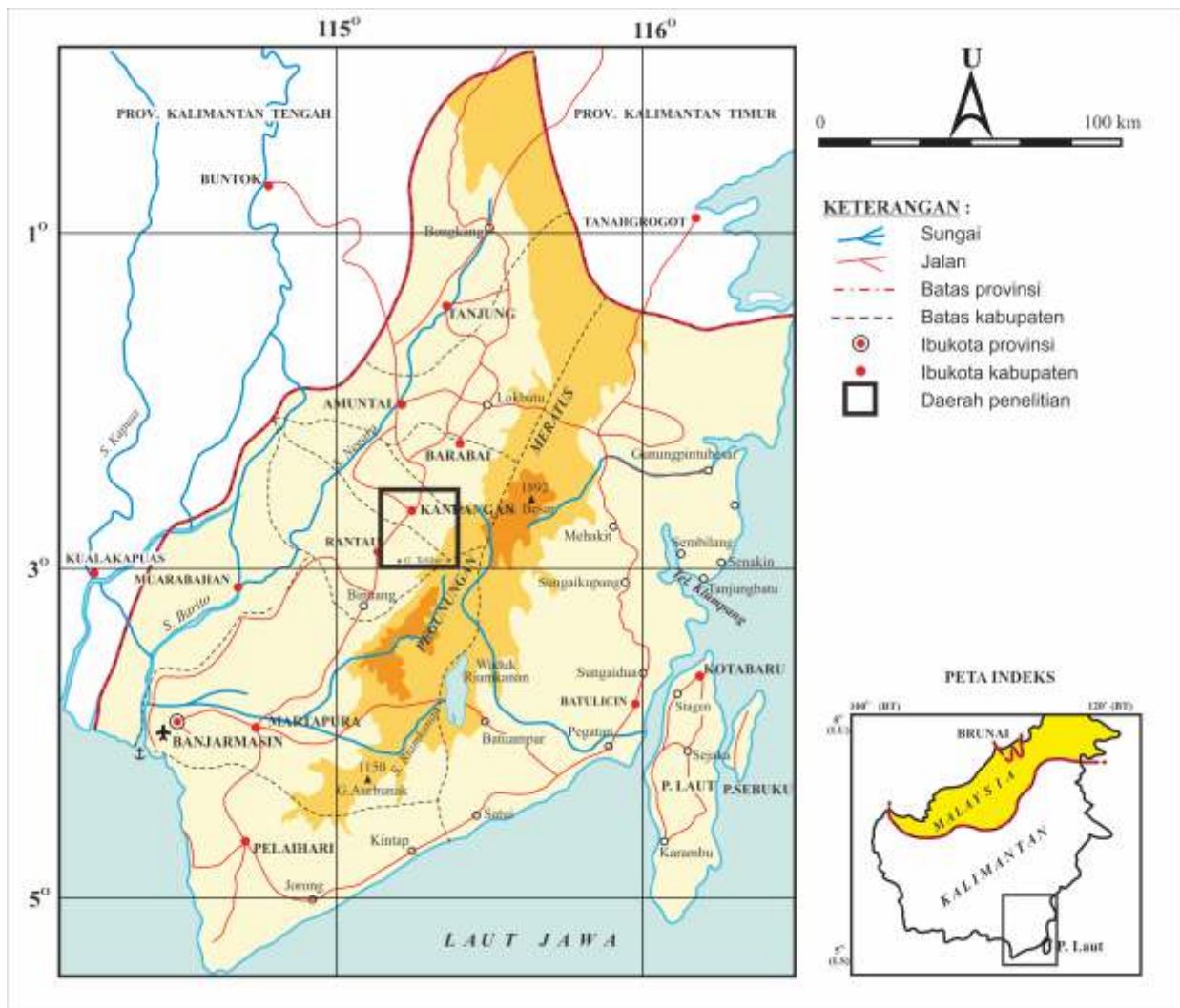
Naskah diterima : 11 Februari Revisi terakhir : 04 Mei 2016 Disetujui : 09 Mei 2016

**Abstrak-** Batugamping Formasi Berai yang berumur Miosen tersingkap di Gunung Talikur dan sekitarnya, Kabupaten Tapin, Provinsi Kalimantan Selatan. Hingga saat ini masih sedikit publikasi ilmiah tentang Formasi Berai yang membahas aspek sedimentologi secara rinci. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perkembangan lingkungan pengendapan batuan. Pengujian petrografi terhadap tigapuluh dua sampel batugamping memperlihatkan fasies batugamping, yang meliputi *wackestone*, *packstone*, *grainstone*, dan *boundstone*. Batugamping Formasi Berai ini terendapkan dengan keadaan genanglaut, meliputi beberapa lingkungan, yaitu: lerengan lokal terumbu belakang, tepi landaian atau lerengan pada paparan tertampi, sayap terumbu, dan bangunan terumbu organik.

**Kata kunci** - Formasi Berai, batugamping bioklastika, petrografi, sedimentologi, genanglaut.

**Abstract** - The Miocene Berai Formation limestones are cropped out at Talikur Mountain and its surrounding area, Tapin Regency, South Kalimantan Province. There is only few scientific publication about the Berai Formation carried out in order to discuss detailed sedimentology aspects. The aim of this research is to interpret the development of their depositional environments. The result of petrography analysis of thirty two limestone samples shows several limestone facies, including *wackestone*, *packstone*, *grainstone*, and *boundstone*. This formation was deposited in a transgressive situation, include several environments: local slope on back reef, slopes and shelf edges on winnowed platform, reef flank, and organic reef-buildup.

**Keywords** - Formation Berai, bioclastic limestone, petrography, sedimentology, transgressive.



Sumber : olahan penulis

Gambar 1. Lokasi daerah penelitian yang berada di Gunung Talikur dan sekitarnya, Kabupaten Tapin, Provinsi Kalimantan Selatan.

## PENDAHULUAN

Gunung Talikur secara administratif merupakan bagian wilayah dari Kabupaten Tapin, Provinsi Kalimantan Selatan (Gambar 1). Morfologi gunung ini terpola memanjang berarah timurlaut-baratdaya sesuai dengan arah memanjangnya Pengunungan Meratus, dan mempunyai morfologi cukup menonjol apabila dibandingkan dengan morfologi di sekitarnya. Batuan penyusun utama Gunung Talikur adalah batugamping yang termasuk ke dalam Formasi Berai, batuan berlapis dan tersingkap dari kaki hingga puncak gunung. Formasi Berai merupakan salah satu satuan batuan karbonat Oligo-Miosen di Indonesia bagian barat yang diperkirakan dapat berfungsi sebagai batuan waduk minyak dan gas bumi (Doust & Noble, 2008; Wiyanto *dr.*, 2009). Pencarian minyak dan gas bumi pernah dilakukan pada batugamping Formasi Berai

untuk mencari batuan waduk hidrokarbon (Menzies & Callow, 2013; Nursanto *dr.*, 2013; Pireno *dr.*, 2011; Terry, 2015). Namun demikian, hingga sekarang ini prospeksi batugamping Formasi Berai sebagai batuan waduk hidrokarbon belum ditindak-lanjuti.

Permasalahan yang ada, hingga saat ini belum dilakukan penelitian sedimentologi secara terinci pada batugamping Formasi Berai tersebut. Dengan demikian, tulisan ini dibuat dengan tujuan guna mengetahui proses sedimentologi dan perkembangan lingkungan pengendapan batugamping Formasi Berai di Gunung Talikur dan sekitarnya berdasarkan data petrografi dalam kaitannya dengan pembagian mikrofases batugamping. Objek penelitian adalah batugamping penyusun Formasi Berai yang tersingkap di Gunung Talikur dan sekitarnya, Kabupaten Tapin, Provinsi Kalimantan Selatan.

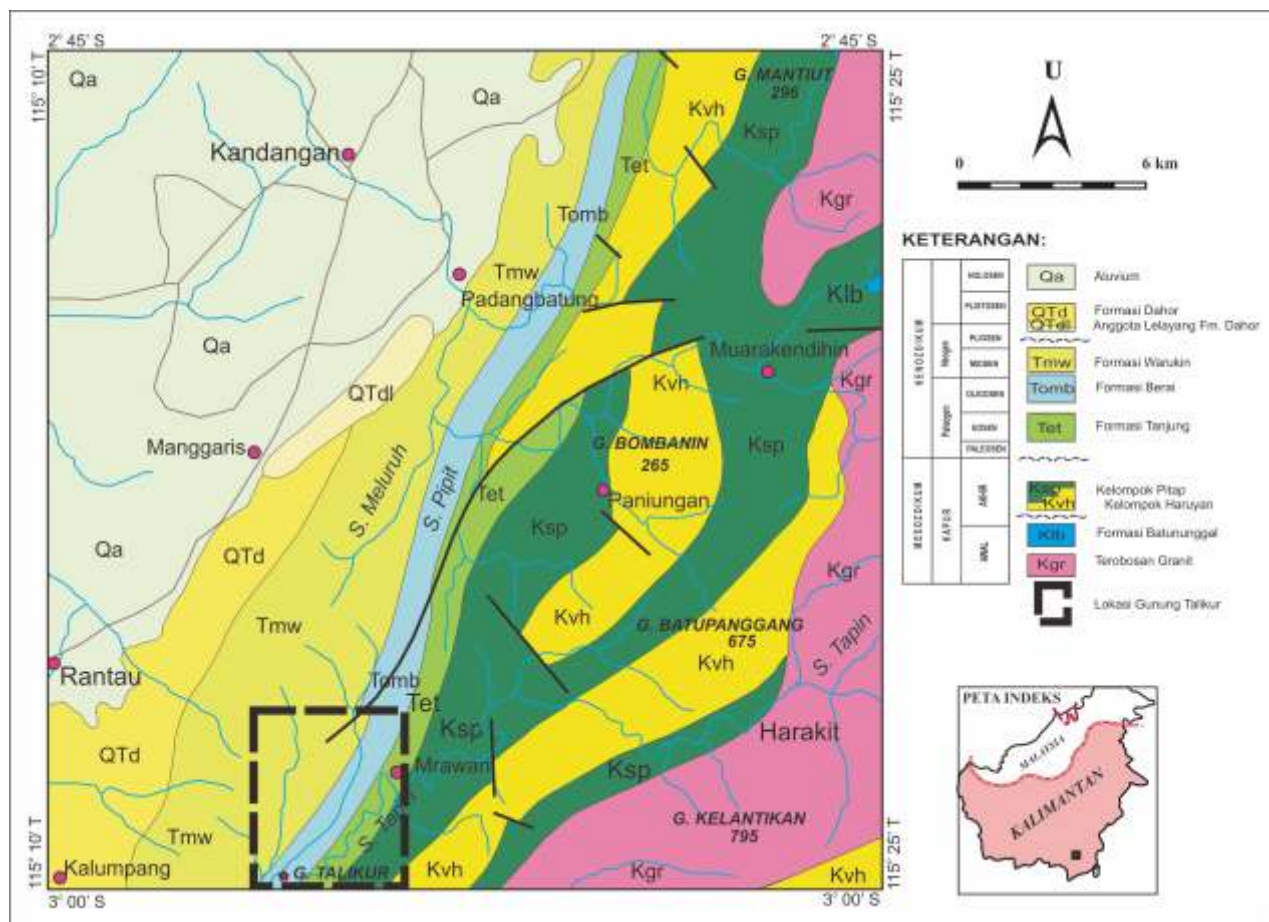
Keadaan geologi regional daerah penelitian telah dibahas dalam Heryanto (2010), yang menyatakan bahwa Cekungan Barito (Pegunungan Meratus) didukung oleh batuan yang mempunyai beragam umur. Batuan tertua di daerah penelitian adalah Granit Belawayan yang merupakan bagian dari kerak benua (Dirk & Amiruddin, 2009), selain batuan malihan sekis (Setiawan *dr.*, 2015; Sikumbang & Heryanto, 2009; Hartono & Djumhana, 2009; Zulkarnain *dr.*, 1996), dan Batuan Ultramafik (Sikumbang, 1986; Sunarjanto & Widjaja, 2013). Batuan ini tertindih oleh batugamping Formasi Batununggal yang berumur Kapur Awal, baik sebagai autokton maupun alokton (Maryanto *dr.*, 2014). Selanjutnya Kelompok batuan Kapur Akhir tersingkap di daerah penelitian, yang terdiri atas batuan sedimen klastika kasar Formasi Pudak, batuan sedimen klastika halus laut dalam Formasi Keramaian, batuan sedimen klastika gunungapi Formasi Manunggul, batuan gunungapi Formasi Pitanak, dan batuan vulkaniklastika kasar Formasi Paau (Heryanto *dr.*, 1998).

Kelompok batuan Paleogen-Neogen (Margono, 2012; Margono *dr.*, 1997; Heryanto & Sanyoto, 1994; Gambar 2) diawali dengan terendapkannya batuan

sedimen klastika Formasi Tanjung yang berumur Eosen Akhir, diikuti oleh batugamping Formasi Berai yang berumur Oligosen-Miosen, ditindih selaras oleh batuan sedimen klastika Formasi Warukin yang berumur Miosen Tengah, batuan sedimen klastika kasar Formasi Dahor yang berumur Plio-Plistosen. Batugamping Formasi Berai tersingkap memanjang berarah timurlaut-baratdaya, yang sesuai dengan arah memanjangnya Pegunungan Meratus. Pebukitan memanjang ini mempunyai morfologi yang sangat menonjol, yaitu tebing sangat curam dengan beda ketinggian mencapai 80 meter.

## METODOLOGI

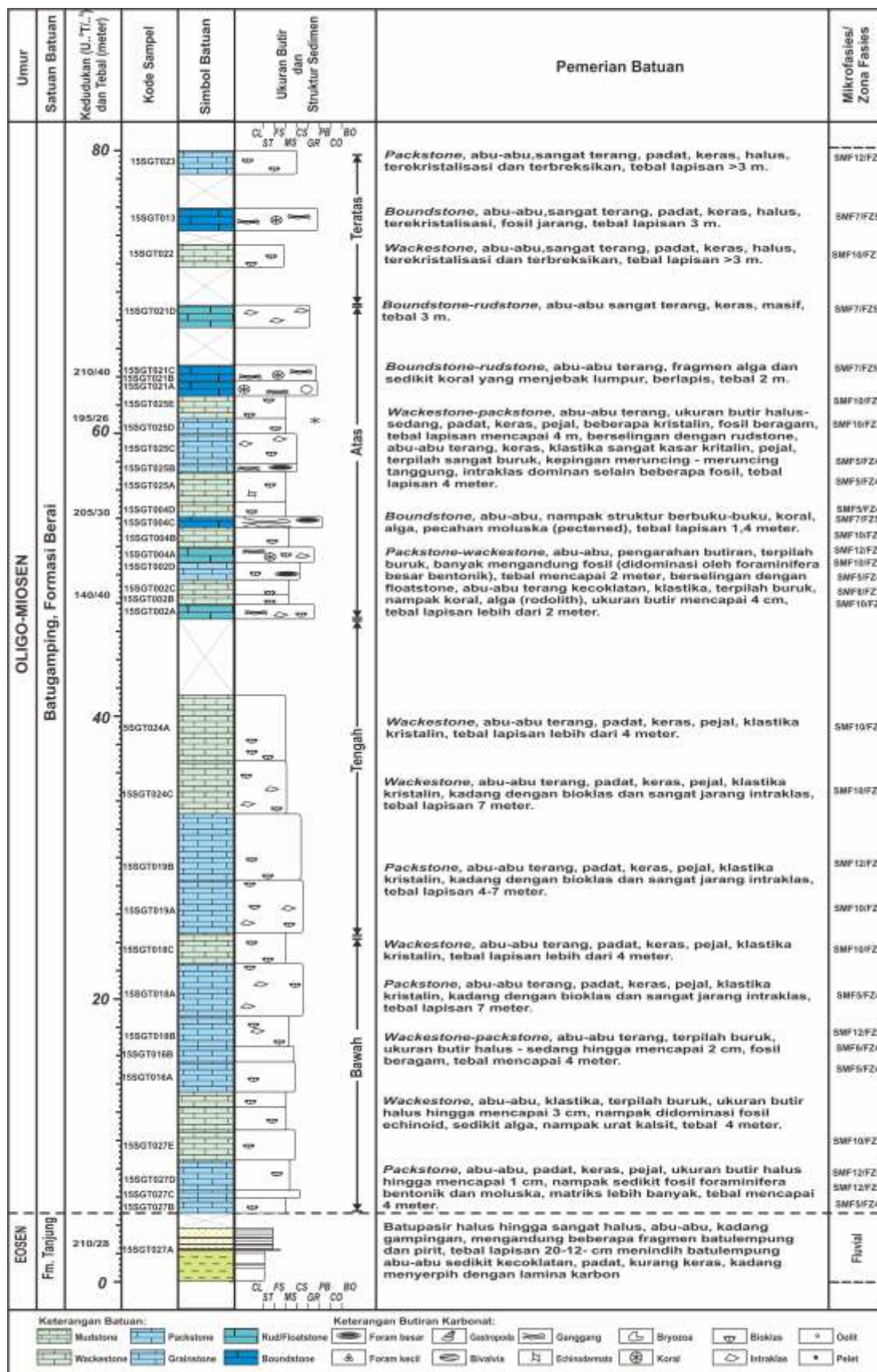
Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pengumpulan data geologi di lokasi lintasan terpilih, khususnya data sedimentologi dengan pembuatan kolom stratigrafi terinci. Kolom stratigrafi yang dimaksud adalah kolom litostratigrafi terukur yang dilengkapi dengan ciri-ciri dan perkembangan litologi dalam suatu runtunan batuan. Sampel batuan dipilih secara berurutan sesuai dengan runtunan stratigrafi yang dijumpai, dengan sampel diusahakan berkeadaan cukup segar.



Sumber : Heryanto & Sanyoto, 1994

**Gambar 2.** Peta geologi daerah Rantau-Kandangan dan lokasi Gunung Talikur.





Sumber : olahan penulis

Gambar 3. Kolom stratigrafi Formasi Berai di Gunung Talikur dan sekitarnya, Kalimantan Selatan.

Guna melengkapi data yang diperoleh di lapangan, maka dilakukan analisis petrografi batugamping di laboratorium. Pengujian petrografi terhadap 32 (tigapuluh dua) sampel batugamping di lintasan ini digunakan untuk mempertajam analisis dan interpretasi aspek sedimentologi batugamping. Aspek petrografi yang penting untuk diidentifikasi meliputi: 1) proporsi komponen utama batugamping, seperti butiran karbonat, butiran terigen, matriks, semen, material neomorfisme, dan keporian batuan, 2) identifikasi jenis dan karakter masing-masing komponen, 3) tekstur batuan yang meliputi kemas, pemilahan, bentuk butiran, hubungan butiran, dan ukuran butiran. Penggolongan jenis batugamping yang ada didasarkan kepada klasifikasi batugamping menurut Dunham (1962) yang telah disempurnakan oleh Embry & Klovan (1971). Analisis lingkungan pengendapan batugamping dikelompokkan berdasarkan pembagian standar mikrofaseis (selanjutnya disingkat SMF menurut Flugel, 1982; 2004) yang merupakan pengembangan dari sabuk fasies (selanjutnya disingkat FZ menurut Wilson, 1975). Sebagai pembanding, diacu pula dari beberapa penulis yang membahas tentang mikrofaseis dan lingkungan pengendapan batugamping seperti Andreeva (2008), Carozzi (1989), Harzhauzer & Piller (2009), Jones & Desrochers (1992), Kendall (2005), Kindler & Hearty (1996), Omana & Alencaster (2009), Read (1985), Schlager & Reijmer, (2009), Tucker (2001), dan Tucker & Wright (1990).

## HASIL PENELITIAN

### Kenampakan Lapangan

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan, secara umum dapat diketahui bahwa batugamping Formasi Berai di Gunung Talikur dan sekitarnya terdiri atas batugamping bioklastika berlapis hingga batugamping non-klastika, dengan ketebalan total tidak lebih dari 80 m (Gambar 3). Batugamping Formasi Berai ini dahulu pernah ditambang untuk ornamen, sekarang di tebing barat Gunung Talikur hanya menyisakan buangan tambang yang teronggok di sisi bukit (Gambar 4). Sisa buangan tambang ini dimanfaatkan penduduk sebagai bahan galian untuk alas jalan dan bangunan.

Runtunan stratigrafi bagian bawah Formasi Berai di Gunung Talikur diawali dengan hadirnya batugamping *packstone*. Batugamping ini menindih selaras perlapisan batupasir dan batulempung

penyusun Formasi Tanjung. Batugamping *packstone* tersebut terlihat berwarna abu-abu, padat, keras, berlapis buruk dengan ketebalan lapisan mencapai 4 m. Selanjutnya, batuan berkembang menjadi *wackstone* yang berlapis buruk dan seringkali memperlihatkan lapisan membintal (Gambar 5), dengan dominasi fosil *echinodermata*. Perkembangan berikutnya, batuan menjadi perlapisan antara *packstone* dan *wackstone* (Gambar 6). *Packstone* berwarna abu-abu terang, klastika kristalin, bioklas dominan dengan jenis beragam, berlapis buruk dengan ketebalan mencapai 7 m. *Wackstone* tampak berwarna abu-abu terang, klastika halus hingga sedang, kadang dengan pengarah butiran yang dikuasai oleh bioklas, berlapis buruk dengan ketebalan mencapai 4 m.



Sumber : Dok. Penulis

**Gambar 4.** Gunung Talikur pada tebing barat di lokasi penelitian yang disusun oleh batugamping berlapis Formasi Berai, dan telah diusahakan penduduk sebagai bahan galian.



Sumber : Dok. Penulis

**Gambar 5.** Singkapan *wackstone* berlapis buruk dan membintal, menyusun bagian bawah Formasi Berai di lokasi penelitian.





Sumber : Dok. Penulis

**Gambar 6.** *Packstone-wackestone* yang berlapis buruk, menyusun bagian bawah Formasi Berai di lokasi penelitian.



Sumber : Dok. Penulis

**Gambar 7.** *Wackestone* yang memperlihatkan pengarahannya butiran karbonat fosil, menyusun bagian tengah Formasi Berai di lokasi penelitian.

Bagian tengah runtunan batugamping di sekitar Gunung Talikur masih berupa *packstone* berwarna abu-abu terang, klastika kristalin, bioklas dominan dengan jenis beragam, berlapis buruk dengan ketebalan mencapai 7 m. Selanjutnya, batuan dikuasai oleh perlapisan *wackestone* yang berwarna abu-abu terang, klastika hingga klastika kristalin yang berukuran butir halus hingga sedang, kadang memperlihatkan pengarahannya butiran (Gambar 7), yang dikuasai oleh bioklas beragam jenis dan ukurannya, umumnya berlapis buruk dengan ketebalan mencapai 7 m.

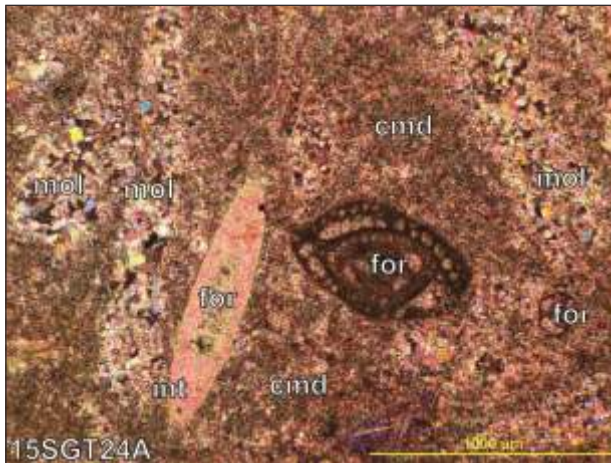
Bagian atas runtunan stratigrafi masih berupa perlapisan *packstone-wackestone* yang berwarna abu-abu hingga abu-abu terang, ukuran butir halus hingga sedang yang kadang dengan pengarahannya bioklas beragam jenis dan ukuran, ketebalan lapisan 40 cm hingga mencapai 4 m (Gambar 8). Beberapa sisipan batugamping klastika sangat kasar (*floatstone* dan *rudstone*) serta batugamping non-klastika (*boundstone*) hadir di bagian atas runtunan stratigrafi ini. *Floatstone* berwarna abu-abu terang kecoklatan, terpilah sangat buruk, terdukung matriks dengan kepingan meruncing, berukuran mencapai 4 cm, terdiri atas koral dan ganggang merah, dengan ketebalan lapisan mencapai 2 m. *Rudstone* tampak berwarna abu-abu terang, terpilah sangat buruk, terdukung kepingan yang berbentuk sangat meruncing hingga meruncing, berupa intraklastik dominan dan sedikit bioklas beragam, dengan tebal lapisan mencapai 4 m. Sisipan *boundstone* tampak berwarna abu-abu terang, umumnya terdukung matriks dengan koral dan ganggang merah yang menjebak lumpur karbonat, kadang memperlihatkan pola perlapisan buruk, dengan tebal mencapai 2 m.



Sumber : Dok. Penulis

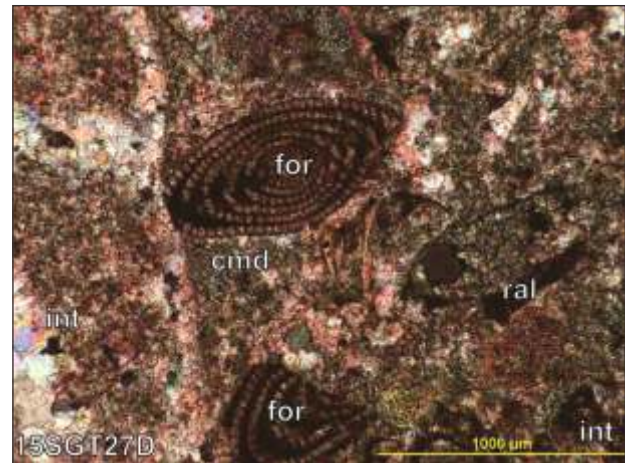
**Gambar 8.** *Packstone-wackestone* yang berlapis sedang yang menyusun bagian atas Formasi Berai di bagian barat Gunung Talikur.

Bagian teratas runtunan batuan hadir setempat-setempat, khususnya di sepanjang aliran sungai di sebelah barat Gunung Talikur, berupa lapisan *wackestone*, *packstone*, dan *boundstone*. *Wackestone* berwarna abu-abu sangat terang, ukuran butir halus, kadang dengan pengarahannya bioklas beragam jenis dan ukuran, beberapa terekristalkan-ulang, tebal lapisan mencapai 4 m (Gambar 9). *Packstone* berwarna abu-abu terang, ukuran butir sedang, kadang terekristalkan-ulang dan terbreksikan, bioklas beragam jenis dan ukuran, ketebalan lapisan mencapai 3 m. *Boundstone* tampak berwarna abu-abu terang, umumnya terdukung matriks dengan koral dan ganggang merah yang menjebak lumpur karbonat, dengan tebal mencapai 3 m.



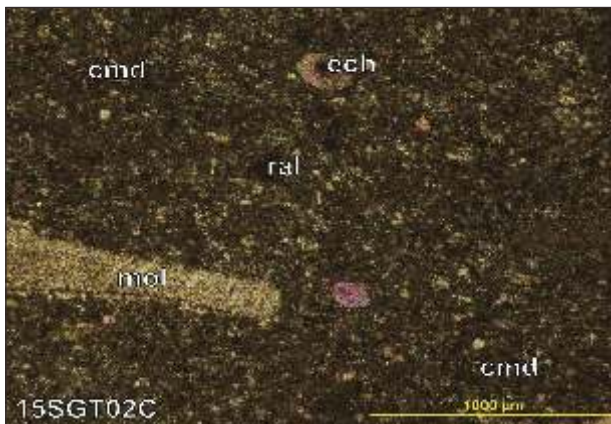
Sumber : Dok. Penulis

**Gambar 9.** Wackestone bioklastika yang terpilah buruk dan terdukung matriks lumpur karbonat (cmd). Tampak bioklas foraminifera (for), dan moluska tergantikan (mol). Batuan ini menyusun bagian tengah Formasi Berai, dan terendapkan di lerengan lokal terumbu belakang (SMF10-FZ7). Kedudukan lensa nikol bersilang.



Sumber : Dok. Penulis

**Gambar 11.** Packstone bioklastika yang terpilah buruk. Tampak bioklas foraminifera bentonik bentonik (for), ganggang merah (ral), diikuti intraklas (int), yang tersebar di dalam matriks lumpur karbonat (cm). Batuan ini menyusun bagian bawah Formasi Berai, dan terendapkan di tepi lerengan dan landaian pada paparan tertampi (SMF12-FZ6). Kedudukan lensa nikol bersilang.



Sumber : Dok. Penulis

**Gambar 10.** Wackestone bioklastika dengan beberapa bioklas moluska (mol), ganggang merah (ral), echinodermata (ech), tersebar di dalam matriks lumpur karbonat (cmd). Batuan ini menyusun bagian atas Formasi Berai, dan terendapkan di lerengan lokal terumbu belakang (SMF10-FZ7). Kedudukan lensa nikol bersilang.

## Petrografi

Sejumlah 32 (tiga puluh dua) sampel batugamping penyusun Formasi Berai di lokasi Gunung Talikur dan sekitarnya telah diambil untuk diuji petrografi. Berdasarkan hasil uji petrografi yang telah dilakukan (Tabel 1), batugamping yang ada di lokasi penelitian tersebut terdiri atas beberapa fasies batugamping, yaitu *wackestone*, *packstone*, *grainstone*, dan *boundstone*.

### Fasies Wackestone

Fasies batugamping *wackestone* hadir sebagai sisipan pada *packstone* di bagian bawah dan tengah runtunan

batuan di lokasi penelitian. Batuan pada umumnya pejal dengan tekstur bioklastika fragmental halus hingga sedang. Batuan terpilah buruk, dan terdukung lumpur, dengan butiran karbonat yang mulai tercuci dan terabrasi. Bioklas selalu hadir dan berupa fosil beragam, meskipun masih dikuasai oleh foraminifera bentonik, ganggang merah, dan moluska (Gambar 10). Intraklas dan pelet hadir sangat jarang dengan penyebaran tak merata. Matriks lumpur karbonat sebagian kecil tergantikan menjadi mikrosparit, dan beberapa bagian telah terkristalkan-ulang membentuk pseudosparit bersama-sama dengan butiran karbonat. Penyemen hadir dengan jumlah sangat terbatas, terutama adalah orthosparit dan sangat jarang oksida besi. Material *neomorfisme* berupa mikrosparit, pseudosparit, dan lumpur pemikritan beberapa fosil. Fasies *wackestone* ini masih dijumpai di bagian atas dan teratas runtunan batuan, meskipun lapisannya terbatas. Ukuran butirannya kadang menjadi sangat kasar, dan batuanya dapat dinamakan sebagai *floatstone*. Bioklas hadir berupa fosil beragam, meskipun masih dikuasai oleh foraminifera bentonik, ganggang merah, moluska, dan *echinodermata* (Gambar 11).

### Fasies Packstone

Fasies batugamping *packstone* merupakan jenis batuan yang paling banyak dijumpai di Gunung Talikur dan sekitarnya, dimulai dari bagian bawah, tengah, atas, hingga teratas runtunan batuan.

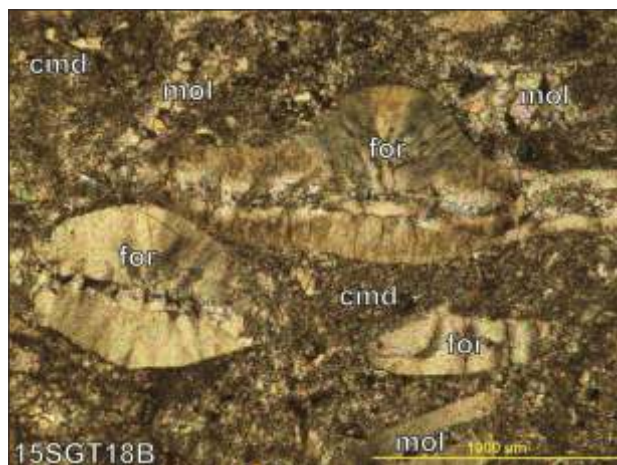


Tabel 1. Ringkasan analisis petrografi batugamping Formasi Berai di Gunung Talikur dan sekitarnya, Kabupaten Tapin, Kalimantan Selatan

PEMERIAN	SGT																				KETERANGAN																
	27B	27C	27D	27E	16A	16B	168	18C	19A	19B	24C	24A	02A	02B	02C	04A	04B	04C	04D	25A	25B	25D	23E	21A	21B	21C	21D	22	23	13	23						
Struktur	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m			
Tekstur	bf	bf	bf	bf	bf	bf	bf	bf	bf	bf	bf	bf	bf	bf	bf	bf	bf	bf	bf	bf	bf	bf	bf	bf	bf	bf	bf	bf	bf	bf	bf	bf	bf	bf			
Pemilahan	vp	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p				
Kemas	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c			
Uk. Butir (mm)	1.80	1.20	1.40	0.40	>2.0	1.40	1.20	0.60	1.20	0.60	1.60	0.45	0.40	0.20	0.80	0.25	1.20	1.40	0.60	1.80	1.20	1.40	0.6	0.40	0.40	0.40	0.75	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20			
Bentuk Butir	a-sr	a-sr	a-sr	a-sr	a-sr	a-sr	a-sr	a-sr	a-sr	a-sr	a-sr	a-sr	a-sr	a-sr	a-sr	a-sr	a-sr	a-sr	a-sr	a-sr	a-sr	a-sr	a-sr	a-sr	a-sr	a-sr	a-sr	a-sr	a-sr	a-sr	a-sr	a-sr	a-sr	a-sr			
Hubungan Butir	plcs	plcs	plcs	plcs	plcs	plcs	plcs	plcs	plcs	plcs	plcs	plcs	plcs	plcs	plcs	plcs	plcs	plcs	plcs	plcs	plcs	plcs	plcs	plcs	plcs	plcs	plcs	plcs	plcs	plcs	plcs	plcs	plcs	plcs	plcs		
% komponen																																					
Butiran Karbonat																																					
Bioklas	36	58	43	34	55	5	64	55	58	49	47	3	18	24	22	60	80	47	44	26	24	38	54	26	42	28	26	28	22	22	44	50					
Intraklas/ekstraklas	26	14	10	2	4	80	3	4	2	3	6	5	6	4	8	8	2	6	14	12	16	2	8	3	8	6	12	2	6								
Oolitoncolit																																					
Pelet/peloid	1	0.5	1.5	0.5	0.5	1	0.5	0.5	0.5	1	0.5	1	0.5	0.5	2	1	0.5	2	1	0.5	1	0.5	1	0.5	1	0.5	1	0.5	2	1							
Butiran Terigen																																					
Kuarsa																																					
Feldspar																																					
Kepitingan batuan																																					
Butiran lain																																					
Matriks																																					
Lumpur karbonat	5	10	12	28	10	10	10	8	22	30	10	33	70	63	69	15	26	28	44	39	27	18	54	15	18	22	56	45	24	22							
Mineral lempung																																					
Penyemen																																					
Orthosparit	12	6	10	8	8	14	8	8	5	4	4	10	2	4	10	2	4	14	4	8	4	8	6	8	4	12	4	3	2	6	6	4					
Oksida besi	0.5	0.5	0.5	1	2	1	1	2	1	1	0.5	0.5	0.5	1	0.5	0.5	1	0.5	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	0.5							
Lempung authigenik																																					
Semen lain																																					
Neomorfitisme																																					
Mikrospart	15	8	16	25	14	10	14	8	8	8	18	22	2.5	3	4	8	8	12	6	14	10	12	5	20	35	32	12	12	8	8							
Pseudospart	3	1	5	4	4	2	4	1	1	1	6	2	1	1	1	1	1	1	2	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Lumpur mikritisasi	1	0.5	1	1	0.5	1	0.5	0.5	1	0.5	0.5	1	0.5	1	0.5	1	0.5	1	0.5	1	0.5	1	0.5	1	0.5	1	0.5	1	0.5	1	0.5	1	0.5	1	0.5	1	
Keporian																																					
Antar-dalam partikel																																					
Primer yang lain																																					
Gerowong	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
Sekunder yang lain																																					
Nama Batuan	P	P	P	W	P	G	P	P	P	P	P	W	W	W	W	P	P	G	P	B	W	W	P	P	W	W	W	W	W	B	W	B	W	B	P		
SMF / FZ	5/4	12/6	12/6	10/7	5/4	6/4	12/6	5/4	10/7	12/6	10/7	10/7	8/7	5/4	10/7	12/6	12/6	10/7	7/5	5/4	5/4	10/7	10/7	10/7	10/7	10/7	10/7	7/5	10/7	7/5	10/7	12/6					
Jenis Bioklas	gfm	e	f	fgm	fmg	kgb	f	fmg	fmg	fmg	fmg	fmg	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	
Stratigrafi	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	

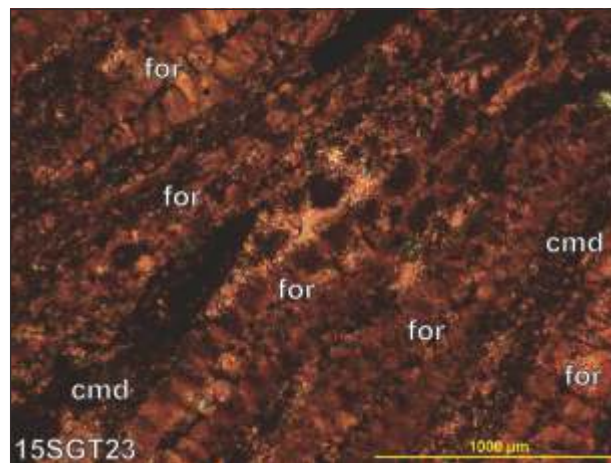
Sumber : olahan penulis, 2016





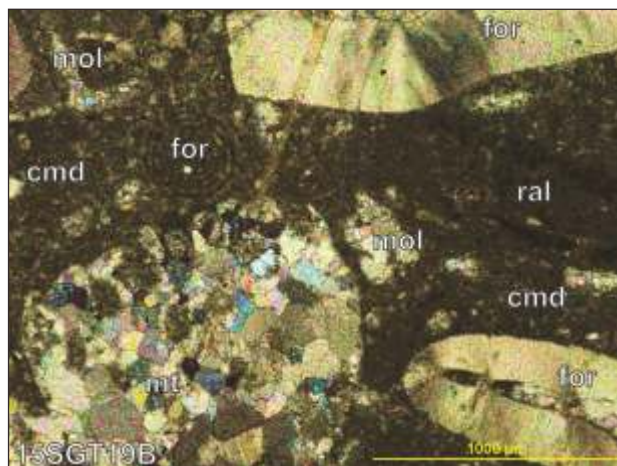
Sumber : Dok. Penulis

**Gambar 12.** *Packstone* foraminifera yang sangat buruk. Tampak bioklas foraminifera besar bentonik (*for*) sangat dominan dengan pengarah, serta sedikit moluska (*mol*) tergantikan, yang tersebar di dalam matriks lumpur karbonat (*cmd*). Batuan ini menyusun bagian bawah Formasi Berai, dan terendapkan di tepi lerengan dan landaian pada paparan tertampi (SMF12-FZ6). Kedudukan lensa nikol bersilang.



Sumber : Dok. Penulis

**Gambar 14.** *Packstone* foraminifera dengan fosil foraminifera besar bentonik yang terarah sebagai komponen utama penyusun batuan, di dalam matriks lumpur karbonat (*cmd*). Batuan ini menyusun bagian teratas Formasi Berai, dan terendapkan di tepi lerengan dan landaian pada paparan tertampi (SMF12-FZ6). Kedudukan lensa nikol bersilang.



Sumber : Dok. Penulis

**Gambar 13.** *Packstone* bioklastika dengan pencucian fosil yang sudah cukup baik. Tampak bioklas foraminifera (*for*), ganggang merah (*ral*), moluska (*mol*), dan intraklas (*int*) di dalam matriks lumpur karbonat (*cmd*). Batuan ini menyusun bagian tengah Formasi Berai, dan terendapkan di tepi lerengan dan landaian pada paparan tertampi (SMF12-FZ6). Kedudukan lensa nikol bersilang.

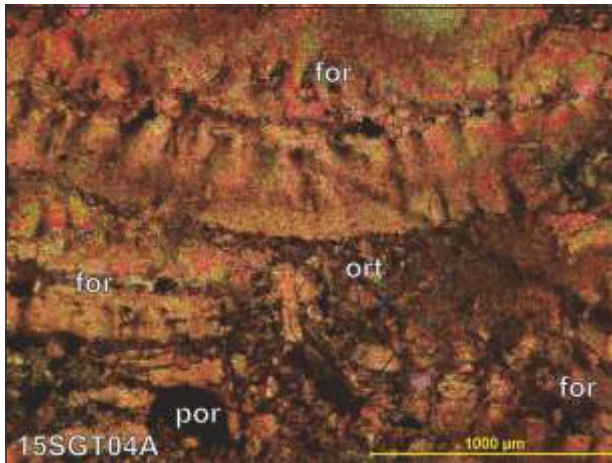
Batuan pada umumnya pejal dengan tekstur bioklastika fragmental sedang hingga kasar dan terpilah sangat buruk hingga buruk (Gambar 12). Butiran karbonat pada umumnya sudah tercuci dan terabrasi cukup baik, dengan seleksi butiran sudah berjalan. Bioklas selalu hadir dan dikuasai oleh foraminifera bentonik (Gambar 13), beberapa moluska, ganggang merah, *echinodermata*, dan fosil lain. Intraklas atau ekstraklas hadir berupa kepingan batugamping terumbu koral-

ganggang-bryozoa dengan ukuran yang cukup besar dan berbentuk meruncing, batugamping bioklastika, dan batugamping lumpuran. Butiran yang lain adalah pelet dan sangat jarang oolit. Butiran asal darat (terigen) masih dijumpai di bagian bawah runtunan batuan, terdiri atas kuarsa, feldspar, kepingan batuan argilit dan kuarsit, glaukonit, serta mineral opak. Matriks lumpur karbonat hadir terbatas di antara butiran, dan sebagian sebagai pengisi rongga di dalam butiran, yang sebagian telah tergantikan menjadi mikrosparit. Penyemen hadir berupa orthosparit dan sangat jarang oksida besi. Material *neomorfisme* berupa mikrosparit, pseudosparit, dan lumpur pemikritan beberapa fosil.

Batugamping *packstone* ini pada umumnya menunjukkan pengarah butiran, meskipun di beberapa sampel terlihat pejal. Kelimpahan bioklas, khususnya fosil foraminifera besar bentonik, konsisten selalu di atas 30 % yang sering terarah (Gambar 14), sedangkan fosil yang lain jumlahnya beragam. Intraklas pada umumnya tersebar tak merata dengan ukuran kasar.

#### **Fasies Grainstone**

Fasies batugamping *grainstone* dijumpai terbatas di bawah dan atas batuan, yang berfungsi sebagai sisipan di dalam *packstone*. Batuan bebas matriks, dengan butiran karbonat sudah tercuci dan terabrasi dengan baik (Gambar 15). Bioklas hadir dominan, yang dikuasai oleh fosil foraminifera bentonik, beberapa moluska, ganggang merah, dan sedikit fosil yang lain.



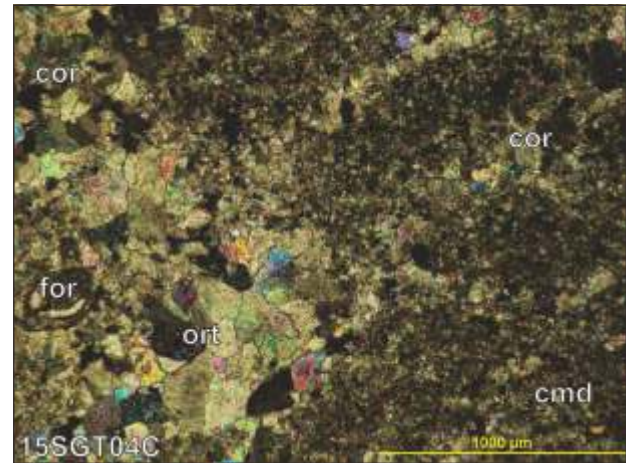
Sumber : Dok. pribadi

Gambar 15. *Grainstone* foraminifera yang terpilah sedang dan bebas matriks lumpur karbonat. Tampak bioklas telah terabrasi cukup baik, berupa foraminifera (for) sangat menguasai batuan, diikat oleh orthosparit kalsit (ort) mosaik anhedral. Batuan ini menyusun bagian atas Formasi Berai, dan terendapkan di tepi lerengan dan landaian pada paparan tertampi (SMF12-FZ6). Kedudukan lensa nikol bersilang.

Intraklas hadir jarang, berupa kepingan batugamping terumbu dan batugamping bioklastika. Butiran karbonat yang lain adalah pelet dan sangat jarang oolit. Penyemen dengan jumlah cukup berarti, terutama adalah orthosparit dan sangat jarang oksida besi. Semen karbonat orthosparit terlihat berstruktur *isopachus* dan diikuti *drussy mosaic* hingga *equant* berukuran halus hingga sedang, dan dijumpai kurang merata. Material *neomorfisme* hadir berupa pseudosparit kalsit anhedral mosaik mengganti butiran karbonat, dan pemikritan beberapa fosil yang dijumpai setempat.

#### **Fasies Boundstone**

Fasies batugamping non-klastika *boundstone* hadir di bagian atas dan teratas runtunan stratigrafi di daerah penelitian, dan dijumpai hanya sebagai sisipan di dalam perlapisan *packstone*. Di bawah mikroskop polarisasi, batugamping non-klastika *boundstone* ini pada umumnya pejal, meskipun di lapangan terlihat berbuku-buku, dengan kerangka koral sebagai pembangun utama batuan. Kerangka koral ini sekaligus sebagai penjebak matriks lumpur karbonat. Sangat jarang fosil (bioklas) yang lain masih hadir, seperti ganggang merah, bryozoa, foraminifera besar bentonik, dan moluska yang tersebar tidak merata di dalam matriks batuan. Kerangka koral tersebut kadang-kadang telah terekristalkan-ulang. Rongga di antara kerangka koral tersebut kadang-kadang terisi oleh semen karbonat orthosparit kalsit berkrystal halus hingga sedang mosaik drus anhedral (Gambar. 16).



Sumber : Dok. pribadi

Gambar 16. *Boundstone* yang pejal dengan kerangka koral (cor) sebagai pembangun utama batuan, dengan matriks lumpur karbonat tergantung (cmd). Batuan ini menyusun bagian atas Formasi Berai, dan terbentuk sebagai bangunan terumbu organik di tepi paparan (SMF&-FZ5). Kedudukan lensa nikol bersilang.

#### **Lingkungan Pengendapan**

*Packstone* mengawali runtunan batuan di lokasi penelitian. Batuan dicirikan dengan pemilahan buruk, berbutir relatif kasar, dan mengandung komponen intraklas yang berupa kepingan batugamping terumbu koral-ganggang-bryozoa, batugamping bioklastika, dan batugamping lumpuran, selain bioklas yang dikuasai oleh foraminifera bentonik, moluska dan ganggang. Keadaan ini mencerminkan lingkungan sayap terumbu (*reef flank facies*; SMF5/FZ4). Hubungan batuan ini dengan batuan silisiklastika Formasi Tanjung adalah selaras.

Untuk selanjutnya, komponen intraklas pada *packstone* tersebut menghilang, digantikan bioklas yang dikuasai oleh fosil foraminifera besar bentonik. Kenampakan ini mencirikan lingkungan pengendapan tepi landaian atau lerengan pada paparan tertampi (*slopes and shelf edges on winnowed platform*; SMF12/FZ6). Semakin ke arah atas, terlihat bahwa *packstone* mempunyai komponen butiran karbonat sudah tercuci dan terabrasi dengan baik. Bioklas terdiri atas fosil beragam, akan tetapi masih dikuasai oleh foraminifera bentonik, moluska dan ganggang merah. Adanya abrasi dan pencucian bioklas yang cukup baik ini mencirikan bahwa lingkungan pengendapan batuan bergeser menjadi lerengan lokal terumbu belakang (*local slope on back reef*; SMF10/FZ7). Batuannya sendiri kadang-kadang menjadi *wackestone*, dengan proses abrasi dan pencucian yang sudah berjalan baik. Perlapisan *packstone* dengan beberapa sisipan *wackestone* ini menguasai runtunan batuan di bagian bawah.



*Packstone* dengan beberapa sisipan *wackestone* masih terus berulang hingga bagian tengah runtunan stratigrafi. Namun demikian, lapisan batuan pada umumnya semakin menebal hingga mencapai 7 m, dan tidak memperlihatkan struktur sedimen tertentu. Batuannya masih terpilah buruk, terdukung butiran yang dikuasai oleh bioklas foraminifera besar bentonik, ganggang merah dan moluska, yang kadang-kadang masih memperlihatkan pengarahannya butiran. Pencucian dan abrasi butiran telah berjalan dengan baik. Kenampakan ini mencerminkan bahwa batuan lebih banyak terendapkan di lingkungan lerengan lokal terumbu belakang.

Menginjak bagian atas runtunan stratigrafi, batuan masih dikuasai oleh *packstone* dengan kandungan fosil foraminifera besar bentonik sangat dominan, yang berasal dari lingkungan pengendapan tepi landaian atau lerengan pada paparan tertampi. Namun demikian, beberapa sisipan *wackestone* yang berasal dari lingkungan pengendapan lerengan lokal terumbu belakang masih dapat dijumpai, khususnya mendekati bagian akhir runtunan batuan. Sisipan *grainstone* dan *packstone* dengan kandungan kepingan terumbu organik dari fasies pengendapan sayap terumbu hadir di bagian atas runtunan batuan ini secara berirama. Selain itu, di bagian atas runtunan ini juga dijumpai sisipan *boundstone* yang berasal dari lingkungan bangunan terumbu pada tepi paparan (*organic buildup at platform margin*; SMF7/FZ5). Dengan kenampakan seperti ini dapat dikatakan bahwa proses pengendapan batugamping Formasi Berai berkeadaan genanglaut.

Bagian teratas runtunan stratigrafi dijumpai berupa sisa singkapan batugamping. Batugamping ini berasal dari lingkungan pengendapan lerengan lokal terumbu belakang, tepi landaian atau lerengan pada paparan tertampi, dan bangunan terumbu pada tepi paparan. Pada bagian yang tak tersingkap diperkirakan batumannya berupa napal yang terendapkan di lingkungan laut terbuka. Perkiraan ini didasarkan kepada beberapa singkapan di sebelah barat Gunung Talikur yang berupa napal (Kusumah *drr.*, 2015), dan dimasukkan sebagai Napal Formasi Berai.

## DISKUSI

Secara regional diketahui bahwa Pegunungan Meratus merupakan wilayah paling timur-tenggara dari Dataran Sunda (Metcalfe, 2011) atau Lempeng Sunda (McCaffrey, 2009). Fase pengendapan batuan karbonat di Indonesia, termasuk batugamping Formasi Berai, sangat dipengaruhi oleh dinamika tektonik pada saat itu (Wilson

& Hall, 2010). Sejak dimulainya proses pengangkatan dan ketakselarasan pada kala Eosen (Hutchison, 1992), Formasi Berai terendapkan di lingkungan tektonik celah tepi (*rift margin*) pada Oligo-Miosen.

Hubungan antara batuan silisiklastika Formasi Tanjung dengan batugamping bagian terbawah Formasi Berai terlihat selaras, meskipun antara kedua satuan batuan tersebut mempunyai lingkungan pengendapan yang berbeda. Proses pengendapan yang demikian ini dapat dimungkinkan apabila cekungan pengendapan di daerah ini berupa landaian karbonat terbatas (Read, 1985), yang dibatasi oleh sesar akibat aktifnya kegiatan tektonik pada saat itu. Blok yang naik ditempati batuan silisiklastika, sedangkan bagian blok yang turun ditempati oleh batugamping. Pengendapan batugamping berjalan dengan keadaan genanglaut, bersamaan dengan proses penurunan cekungan.

Adanya fluktuasi muka air laut mengakibatkan fasies pengendapan batugamping di daerah penelitian berulang beberapa kali, khususnya pada bagian bawah dan tengah runtunan batuan. Perulangan tersebut meliputi fasies-fasies lerengan lokal terumbu belakang, tepi landaian atau lerengan pada paparan tertampi, dan sayap terumbu. Lingkungan pengendapan secara umum berkembang semakin dalam atau berkeadaan genanglaut. Menginjak bagian atas runtunan batuan, beberapa sisipan batugamping non-klastika hadir dengan jumlah dan ketebalan terbatas. Untuk selanjutnya, runtunan batugamping diakhiri dan berkembang menjadi napal Formasi Berai yang terendapkan di lingkungan laut terbuka (Kusumah *drr.*, 2015).

Kedudukan cekungan yang lebih dalam pada saat pengendapan batugamping Formasi Berai berada di sebelah tenggara. Keadaan paleogeografi pada saat itu daerah penelitian masih merupakan landaian benua dengan tinggian berada di sebelah barat laut. Pegunungan Meratus belum terbentuk pada saat itu. Hal ini diperkuat bahwa arah arus purba yang mengendapkan Formasi Warukin seiring dengan pengangkatan Pegunungan Meratus (Nursanto *drr.*, 2013; Witts, 2013). Dengan demikian, pengendapan batugamping pada fasies laut dalam terbuka berada di sebelah tenggara daerah penelitian. Perluasan paparan karbonat Oligo-Miosen ini berkembang jauh hingga ke Selat Makassar (Menzies & Callow, 2013; Pireno *drr.*, 2011).

Seperti telah dikemukakan di awal tulisan ini, dalam kaitannya dengan keterdapatan hidrokarbon, Formasi Berai diperkirakan dapat berfungsi sebagai batuan waduk minyak dan gas bumi (Doust & Noble, 2008; Wiyanto *drr.*, 2009).

Pencarian hidrokarbon pernah dilakukan pada batugamping Formasi Berai untuk mencari batuan waduk hidrokarbon (Terry, 2015). Namun demikian, hingga sekarang ini prospeksi batugamping Formasi Berai sebagai batuan waduk hidrokarbon belum ditindak-lanjuti. Dalam kaitannya dengan keterdapatan sumberdaya hidrokarbon, hasil penelitian ini mengidentifikasikan bahwa bahwa: 1) ketebalan total batugamping di lokasi penelitian hanya 80 m, dan menghilang di Pegunungan Meratus akibat telah tererosi paska pengangkatan, 2) fasies bangunan terumbu, yang pada umumnya mempunyai nilai keporian tinggi, dijumpai hanya setempat-setempat di bagian atas runtunan batuan, 3) ke arah timur-tenggara dari Pegunungan Meratus hingga Selat Makassar, diperkirakan batugamping berkembang di lingkungan laut dalam terbuka yang kurang memungkinkan sebagai batuan waduk hidrokarbon, 4) nilai keporian batuan pada umumnya rendah, begitu pula nilai keporian sekunder retakan kurang berkembang dengan baik meskipun pengaruh struktur geologi seperti kekar dan sesar cukup nyata (Wright & Harris, 2013), dan 5) batuan sumber memang ada yaitu penyusun Formasi Tanjung, akan tetapi batuan penutup tidak ditemukan secara nyata pada batuan penyusun Formasi Warukin. Berdasarkan keadaan tersebut di atas, tampaknya batugamping Formasi Berai sulit untuk dapat berfungsi sebagai batuan waduk hidrokarbon di Cekungan Barito.

## KESIMPULAN

Runtunan stratigrafi batugamping Formasi Berai di Gunung Talikur dan sekitarnya, Kalimantan Selatan terdiri atas perlapisan batugamping *wackestone*, *packstone*, *grainstone*, dan *boundstone*, yang berketebalan total mencapai 80 m. Batugamping tersebut terendapkan selaras di atas batuan silisiklastika Formasi Tanjung. Lingkungan pengendapan batugamping Formasi Berai secara umum berkeadaan genanglaut. Runtunan batuan terendapkan di beberapa lingkungan yang berbeda, seperti lingkungan lerengan lokal terumbu belakang, tepi landaian atau lerengan pada paparan tertampi, hingga sayap terumbu. Ketiga lingkungan pengendapan ini menguasai seluruh runtunan batuan, dan secara umum mengalami perulangan. Menginjak bagian atas runtunan, beberapa sisipan batugamping non-klastika dari lingkungan bangunan terumbu organik pada tepi paparan hadir secara setempat. Bagian teratas runtunan berakhir dan berkembang menjadi napal laut terbuka penyusun Formasi Berai.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kepala Pusat Survei Geologi yang telah mengatur kegiatan penelitian ini, merupakan bagian dari kegiatan pemetaan bersistem berskala 1:50.000 Lembar Kandungan, Kalimantan Selatan. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Sdr. Supriyono dan Sdr. Undang Sukandi untuk bantuannya dalam pengambilan sampel di lapangan dan pembuatan sayatan pipih batuan. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Sdr. Herwin Syah yang telah membantu penulis di dalam pendigitan gambar dan peta.



**ACUAN**

- Andreeva, P., 2008. Microfacies analysis of Middle Devonian (Eifelian) carbonate rocks from deep wells in north eastern Bulgaria (preliminary results). *Geol. Sed.* 61: 1309-1314.
- Carozzi, A.V., 1989. *Carbonate rock depositional models: A microfacies approach*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New York, 604 p.
- Dirk, M.H.J. dan Amiruddin., 2009. Batuan granitoid. Dalam: Hartono, Sukamto, Suroño dan Panggabean (Ed.). *Evolusi magmatik Kalimantan Selatan*. Publikasi Khusus Pusat Survei Geologi 23: 37-51.
- Doust, H. and Noble, R.A., 2008. Petroleum system of Indonesia. *Marine of Petroleum Geology* 25: 103-128.
- Dunham, R.J., 1962. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In: W.E. Ham (Ed), *Classification of carbonate rocks*. American Association of Petroleum Geology Memoir 1: 108-121.
- Embry, A.F. and Klovan, J.E., 1971. A Late Devonian reef tract on North-Eastern Banks Island, North West Territory. *Bulletin of Canadian petroleum Geology* 19: 730-781.
- Flügel, E., 2004. *Microfacies of carbonate rocks: analysis, interpretation and application*. Springer-Verlag Inc., Berlin, Heidelberg, New York, 976 p.
- Flügel, E., 1982. *Microfacies analysis of limestones*. Springer-Verlag Inc., Berlin, Heidelberg, New York, 633 p.
- Hartono, U. dan Djumhana, D., 2009. Batuan malihan. Dalam: Hartono, Sukamto, Suroño dan Panggabean (Ed.). *Evolusi magmatik Kalimantan Selatan*. Publikasi Khusus Pusat Survei Geologi 23: 75-84.
- Harzhauser, M. and Piller, W.E., 2009. Molluscs as a major part of subtropical shallow-water carbonate production an example from a Middle Miocene oolite shoal (Upper Serravallian, Austria). *International Association of Sedimentologist Special Publication* 42: 185-200.
- Heryanto, R., 2010. *Geologi Cekungan Barito, Kalimantan*. Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Bandung. 139 h.
- Heryanto, R., Sutrisno, Sukardi, dan Agustiyanto, D.A., 1998. *Peta geologi Lembar Belimbing, Kalimantan, Skala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Heryanto, R. dan P. Sanyoto, 1994. *Peta geologi lembar Amuntai, Kalimantan Selatan, skala 1 : 250.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Hutchison, C.S., 1992. The Eocene unconformity on southeast and east Sundaland. *Geological Society of Malaysia Bulletin* 32: 69-88.
- Jones, B. and Desrochers, A., 1992. Shallow platform carbonates. In Walker, R.G. and James, N.P. (eds), *Facies models, response to sea level change*. Geological Association of Canada Bulletin, pp. 277 - 301.
- Kendall, C.G.St.C., 2005. Carbonate petrology. In: Kendall C.G.St.C. and Alnaji, N.S. (Dev), *USC sequence stratigraphy* web. <http://strata.geol.sc.edu/seqstrat.html> <27/02/2006>.
- Kindler, P. and Hearty, P.J., 1996. Carbonate petrography as an indicator of climate and sea-level changes: New data from Bahamian Quaternary units. *Sedimentologi* 43: 381-399.
- Kusumah, K.D., Maryanto, S., Jamal, Saputra, D.H., Faturrachman, M.L., dan Rijani, S., 2015. Pemetaan geologi lembar Kandangan bagian selatan skala 1:50.000, Kalimantan Selatan. Laporan Teknis Intern, Pusat Survei Geologi Bandung (tidak dipublikasikan).
- Margono, U., 2012. Penyusunan Stratigrafi di Daerah Binuang dan sekitarnya, Kalimantan Selatan. Laporan Teknis Intern, Pusat Survei Geologi Bandung (tidak dipublikasikan).
- Margono, U., Sutrisno, dan E. Susanto, D., 1997. *Peta Geologi Lembar Kandangan, Kalimantan Selatan Skala 1 : 100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Bandung.
- Maryanto, S., Jamal dan Kusumah, K.D, 2014. Mikrofasi Batugamping Formasi Batununggal di Daerah Binuang, Kalimantan Selatan. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral* 15: 195-204.
-

- McCaffrey, R., 2009. The tectonic framework of the Sumatran subduction zone. *Annual Review of Earth and Planetary Science* 37: 345-366.
- Menzies, J. and Callow, G., 2013. Operational update: west Kerendan-1 (WK-1) exploration well. Salamander Energy Plc., London (unpublished report).
- Metcalfe, I., 2011. Tectonic framework and Phanerozoic evolution of Sundaland. *Elsevier International Association for Gondwana Research* 19: 3-21.
- Nursanto, E., Idrus, A., Amijaya, H., and Pramumijoyo, S., 2013. Characteristics and liquefaction of coal from Warukin Formation, Tabalong area, South Kalimantan–Indonesia. *Journal of South East Asian Applied Geology* 5: 99-104.
- Omana, L. And Alencaster, G., 2009. Lower Aptian Shallow-Water Benthic Foraminiferal Assemblage From The Chilacachapa Range In The Guerrero-Morelos Platform, South Mexico. *Revista of Mexicana Ciencias Geologie* 26: 575-586.
- Pireno, G.E., Cook, C., Yuliong, D., and Lestari, S., 2011. Berai carbonate debris flow as reservoir in the Ruby field, Sebuku Block, Makassar Strait: a new exploration play in Indonesia. *Proceeding of Indonesian Petroleum Association 33 Annual Convention and Exhibition 2009*.
- Read, J.F., 1985. Carbonate platform facies models. *American Association of Petroleum Geology Memoir* 69: 1-21.
- Schlager, W. and Reijmer, J.J.G., 2009. Carbonate platform slopes of the Alpine Triassic and the Neogene - a comparison. *Australian Journal of Earth Science* 102: 4-14.
- Setiawan, N.I., Osanai, Y., Nakano, N., Adachi, T. and Asy'ari, A., 2015. Metamorphic evolution of garnet-bearing epidote-barroisite schist from the Meratus complex in South Kalimantan, Indonesia. *Indonesian Journal on Geoscience* 2: 139-156.
- Sikumbang, N. dan Heryanto, R., 2009. *Peta geologi lembar Banjarmasin skala 1:250.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Sikumbang, N., 1986. Geology and tectonic of pre-Tertiary rocks in the Meratus Mountains, Southeast Kalimantan, Indonesia. Ph.D. thesis, Royal Holloway and Bedford New College, University of London, Great Britain.
- Sunarjanto, D. and Widjaja, S., 2013. Potential development of hydrocarbon in basement reservoir in Indonesia. *Indonesian Journal of Geology* 8: 151-161.
- Terry, A., 2015. South Barito PSC. Internal report Murphy South Barito Ltd. (unpublished report).
- Tucker, M.E., 2001. *Sedimentary petrology: an introduction to the origin of sedimentary rocks*. Blackwell Science Ltd., Oxford, 262 p.
- Tucker, M.E. and Wright, V.P., 1990. *Carbonate sedimentology*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, London, Edinburg, Cambridge, 482 p.
- Wilson, M.E.J. and Hall, R., 2010. Tectonic influence on SE Asian carbonate system and their reservoir development. *SEPM Special Publication* 95: 13-40.
- Wilson, J.L. 1975. *Carbonate facies in geologic history*. Springer-Verlag, New York, Heidelberg, Berlin, 471 p.
- Witts, D., 2013. Palaeocurrents and provenance: uplift history of the Meratus complex, SE Kalimantan. *Indonesian Journal of Sedimentary Geology* 28: 25-30.
- Wiyanto, B., Sulistyono, Junaedi, T., and Hadipandoyo, S., 2009. The re-analysis of the mature western area of Indonesia basin for finding additional oil and gas resources. *Lemigas Scientific Contribution of Petroleum Scientific and Technology* 32: 45-55.
- Wright, P. and Harris, P.M., 2013. Carbonate dissolution and porosity development in the burial (mesogenetic) environment. *American Association of Petroleum Geology Annual Convention and Exhibition* (abstract).
- Zulkarnain, I., Sopaheluwakan, J., Miyazaki, K., and Wakiti, K., 1996. Chemistry and radiometric age data of the metamorphic rocks from Meratus accretionary complex, South Kalimantan and its tectonic implication. *Prosiding Seminar Nasional Geoteknologi III, Puslitbang Geoteknologi-LIPI*, pp. 687-700.
-