



Aspek Petrografi Batugamping di Daerah Timor Tengah Selatan *Petrography Aspect of Limestones in the South Central Timor Area*

Sigit Maryanto, Asep Kurnia Permana, dan Joko Wahyudiono

Pusat Survei Geologi

Jalan Diponegoro no. 57 Bandung, 40122

email : sigitmaryanto@ymail.com

Naskah diterima : 28 Agustus 2017, Revisi terakhir : 24 Mei 2018, Disetujui : 06 Juni 2018, Online : 08 Juni 2018

DOI: <http://dx.doi.org/10.33332/jgsm.geologi.19.2.83-97>

Abstrak - Aspek mikrofases dan rekaman proses diagenesis pada batugamping dari daerah Timor Tengah Selatan, Nusa Tenggara Timur telah dipelajari guna mengetahui mekanisme pengendapan batuan dan sejarah proses geologi paska pengendapan batuan. Batugamping yang tersingkap di daerah penelitian termasuk ke dalam empat satuan batuan, yaitu Formasi Aitutu yang berumur Trias, Formasi Nakfunu yang berumur Kapur Awal, Formasi Menu yang berumur Kapur, dan Formasi Ofu yang berumur Paleogen. Analisis petrografi batugamping telah dilakukan terhadap delapan belas sampel dari Formasi Aitutu, empat puluh dua sampel dari Formasi Nakfunu, sembilan belas sampel dari Formasi Menu, dan tujuh sampel dari Formasi Ofu. Berdasarkan kajian mikrofases dan diagenesis batugamping yang telah dilakukan, terbukti apakah keempat formasi tersebut dapat berfungsi sebagai batuan sumber dan batuan waduk hidrokarbon.

Kata kunci : Batugamping, petrografi, mikrofases, diagenesis, hidrokarbon.

Abstract - *Microfacies and diagenetic aspects of limestones in the South Central Timor, East Nusa Tenggara have studied to investigate the deposition mechanism of the rocks and history of geological process after the rocks deposition. The cropped out of limestones in the research area includes into four rock units, are Aitutu Formation from Triassic, Nakfunu Formation from Early Cretaceous, Menu Formation from Late Cretaceous, and Ofu Formation from Paleogene. Limestone petrography analysis have been done on eighteen samples from the Aitutu Formation, forty two samples from the Nakfunu Formation, nineteen samples from the Menu Formation, and seven samples from the Ofu Formation. Based on the study of limestones mikrofases and diagenesis that has been done, proved are the fourth formation could be act as a source and reservoir for hydrocarbon.*

Keyword : Limestone, petrography, microfacies, diagenetic, hydrocarbon.

PENDAHULUAN

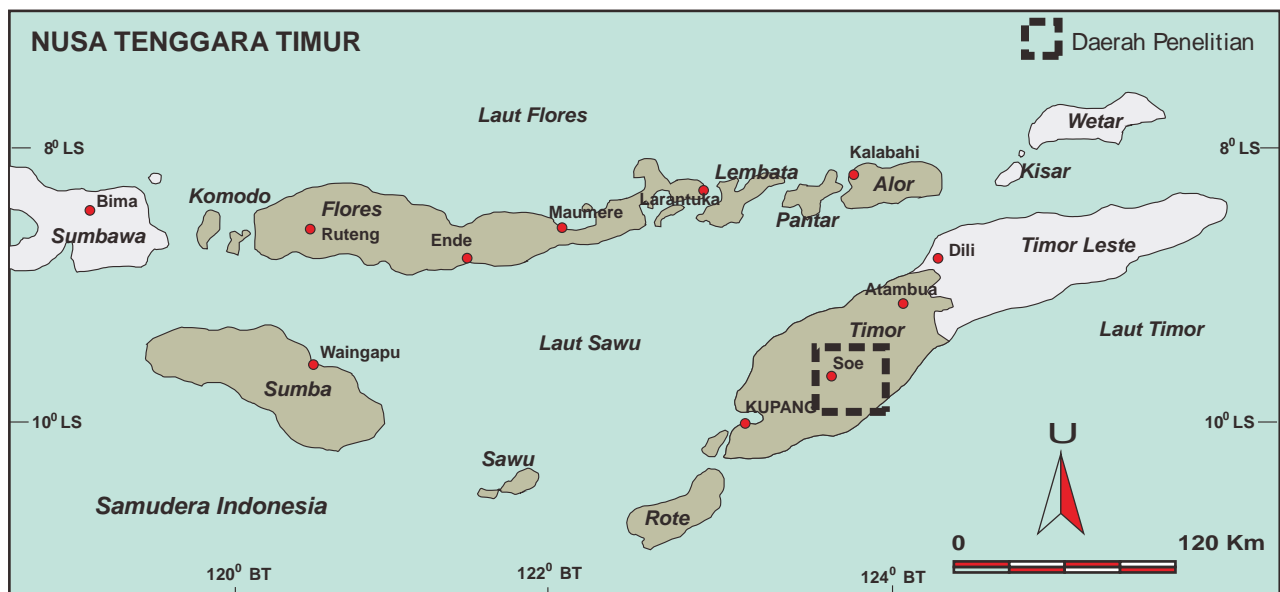
Pulau Timor merupakan bagian dari Paparan Sahul yang mengalami imbrikasi dan zona akresi pada proses tumbukan antara Benua Australia dengan Kerak Samudra Banda pada Neogen, atau tepatnya dimulai pada Oligo-Miosen (Wahyudiono drr., 2016). Dengan proses tektonik tersebut, terbentuk fisiografi Pulau Timor seperti sekarang ini, yaitu Tinggian Utara, Cekungan Tengah, dan Tinggian Selatan, yang mana daerah penelitian termasuk ke dalam fisiografi Tinggian Selatan (Sani *et al.*, 1995). Kerumitan proses tektonik yang telah terjadi di Pulau Timor sangat mempengaruhi runtunan stratigrafi batuan penyusunnya. Pengendapan batuan silisiklastika berlangsung bersamaan dengan batuan karbonat, di wilayah paparan baratdaya Benua Australia (Bachri & Permana, 2015), yang mana Pulau Timor merupakan bagian distal (Charlton & Gandara, 2012 vide Lelono, 2016). Batuan karbonat yang dijumpai di daerah Timor belum dianggap sebagai batuan waduk hidrokarbon. Cukup banyak penelitian terkini yang dilakukan pada batuan silisiklastika, dan sebagian telah terbukti dapat berfungsi sebagai batuan waduk hidrokarbon (Charlton, 2012). Permasalahan yang ada, yaitu sangat terbatasnya penelitian batugamping secara petrografi di Indonesia, termasuk aspek mikrofases dan rekaman proses diagenesis pada batugamping yang tersingkap di daerah Timor Tengah Selatan. Dengan demikian, kajian tentang petrografi batugamping ini merupakan topik penelitian yang cukup menantang untuk dilakukan, dalam kaitannya dengan pencarian batuan waduk hidrokarbon.

Penelitian petrografi batugamping ini dimaksudkan

untuk mengetahui ragam jenis batugamping di daerah penelitian berdasarkan kenampakan di bawah mikroskop polarisasi. Lebih lanjut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui mikrofases dan diagenesis batugamping yang selanjutnya dapat digunakan untuk penentuan lingkungan dan mekanisme pengendapan, serta proses geologi yang terjadi paska pengendapan batugamping yang dijumpai di daerah penelitian. Objek penelitian ini adalah batugamping penyusun Formasi Aitutu, Formasi Nakfunu, Formasi Menu, dan Formasi Ofu yang tersingkap di daerah Timor Tengah Selatan, Propinsi Nusa Tenggara Timur. Lokasi penelitian berada sekitar 100 km sebelah timur Kota Kupang (Gambar 1), dibatasi koordinat $124^{\circ} 10' - 124^{\circ} 39' \text{ BT}$ dan $9^{\circ} 36' - 10^{\circ} 02' \text{ LS}$, dipilih karena di daerah ini tersingkap batugamping penyusun keempat formasi batuan tersebut.

METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pengumpulan data geologi, dilanjutkan pengujian petrografi batugamping. Kegiatan lapangan dilakukan untuk mengumpulkan data geologi, khususnya data petrologi batugamping yang tersingkap di bagian selatan-tenggara wilayah Kabupaten Timor Tengah Selatan. Sampel batuan dipilih secara acak dengan keadaan sampel batuannya cukup segar dan mewakili satuan batuan terpilih. Pengambilan sampel batugamping ini dilakukan bersama-sama dengan pengambilan sampel batuan yang lain dalam rangka studi eksplorasi hidrokarbon di Cekungan Timor (Permana, 2012). Sejumlah 18 (delapan belas) sampel batugamping dari Formasi Aitutu, 42 (empat puluh dua)



Gambar 1. Peta lokasi penelitian yang berada di Timor Tengah Selatan.

sampel batugamping dari Formasi Nakfunu, 19 (sembilan belas) sampel batugamping dari Formasi Menu, dan 7 (tujuh) sampel batugamping dari Formasi Ofu telah diambil untuk diuji petrografi di laboratorium. Pekerjaan laboratorium merupakan kunci utama kegiatan ini adalah analisis petrografi. Analisis dan interpretasi hasil pengujian petrografi diawali dengan penentuan jumlah dan jenis komponen batuan guna pengelompokan dan penamaan batuan (menurut Dunham, 1962; Folk, 1962; Embry & Klovan, 1971), kemudian diikuti dengan identifikasi mikrofases batuan (menurut Flugel 1982; Flugel, 2004; Wilson, 1975), dan kenampakan rekaman proses diagenesis pada batugamping (dengan mengacu kepada Bathurst, 1975; James, 1991; Longman, 1980; Moore, 1997).

GEOLOGI

Peneliti terdahulu yang membahas mengenai model evolusi tektonik Pulau Timor secara regional cukup banyak (Chamalaun & Grady, 1978; Hamilton, 1979; Richardson & Blundell, 1996; Charlton, 2002; Audley-Charles, 2004; Kaneko *et al.*, 2007; Harris *et al.*, 2009; Roberts *et al.*, 2011; Charlton, 2012; Bachri & Permana, 2015). Daerah Timor bagian barat tercakup di dalam lembar peta geologi berskala 1:250.000 yang diterbitkan oleh Puslitbang Geologi, pada lembar Kupang-Atambua (Suwitodirjo & Tjokrosapoetro, 1996). Secara umum batuan tertua banyak tersingkap di bagian utara, sedangkan batuan yang lebih muda tersingkap di selatan, dan batuan yang paling muda tersingkap di bagian tengah Pulau Timor. Batuan-batuan tersebut kemudian secara tektonostratigrafi disusun ke dalam tiga runtunan utama (Bachri & Permana, 2015), yaitu: batuan sedimen landaian benua, batuan malihan Timor, ofiolit busur depan, batuan sedimen paska orogenik, dan batugamping Kuartar (Kaneko *et al.*, 2007). Penyusunan runtunan stratigrafi yang lain dilakukan oleh Charlton (2002; 2012) dengan kajian khusus tentang fungsi formasi sebagai batuan sumber dan waduk hidrokarbon, yang membagi litostratigrafi di Timor menjadi tiga sikuen, yaitu Sikuen Kekneno, Sikuen Kolbano, dan Sikuen Viqueque (Sawyer *et al.*, 1993; Gambar 2).

Runtunan batuan di Sikuen Kolbano diawali oleh Formasi Oebaat yang berumur Jura

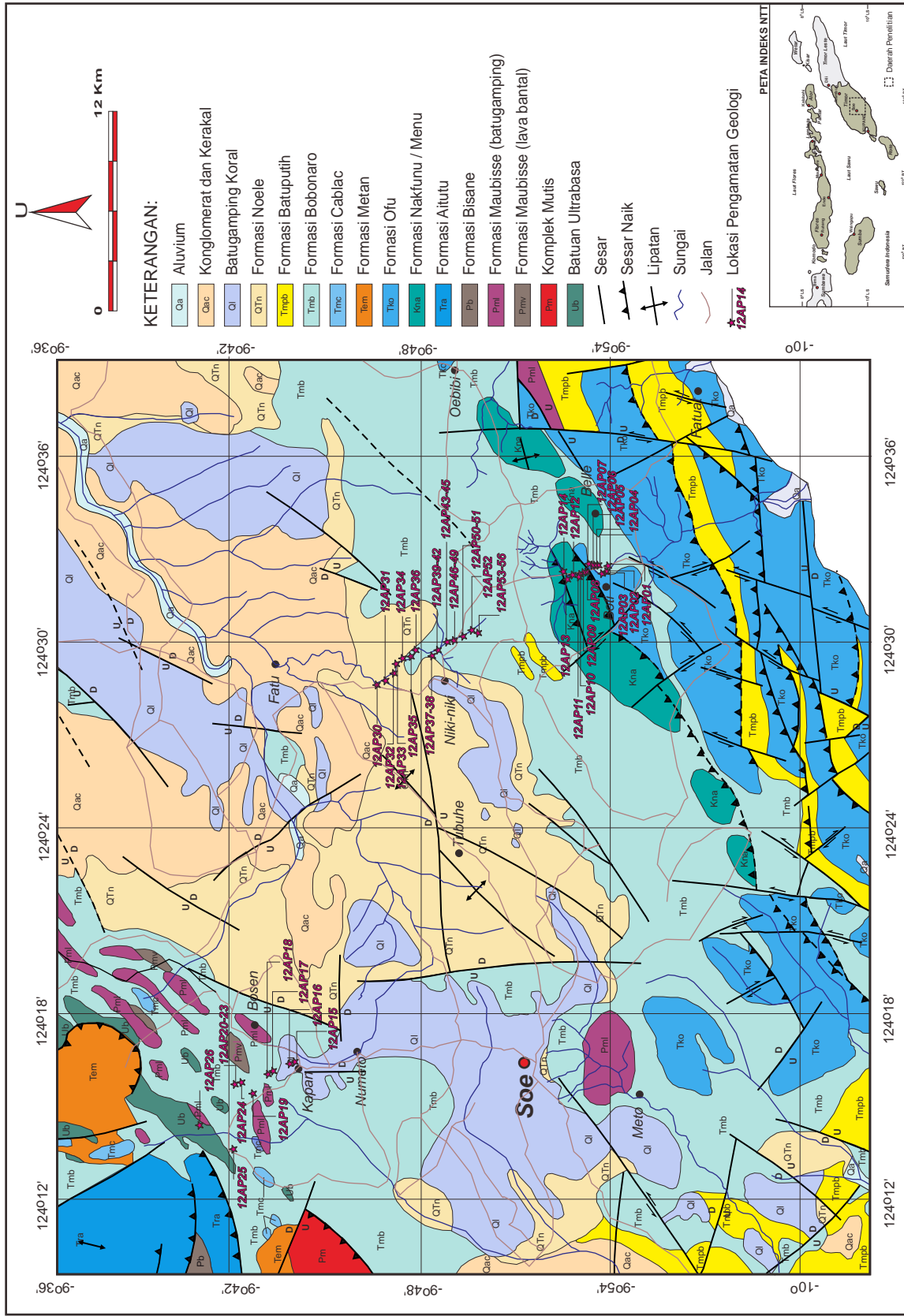
Akhir, Formasi Nakfunu yang berumur Kapur, Formasi Menu yang berumur Kapur, dan Formasi Ofu yang berumur Paleosen Awal sampai Miosen Akhir. Batugamping penyusun Formasi Nakfunu, Formasi Menu dan Formasi Ofu, telah dilakukan pengambilan sampel batuan untuk dianalisis petrografi di laboratorium (Gambar 3). Sebagai catatan bahwa Suwitodirjo & Tjokrosapoetro (1996) belum memisahkan antara Formasi Nakfunu dan Formasi Menu, akan tetapi dipisahkan menurut data pemboran (Sawyer *et al.*, 1993). Selain itu, beberapa batugamping tersebut merupakan kepingan besar yang masuk ke dalam Formasi Bobonaro. Selain ketiga satuan batugamping tersebut, Charlton (2012) menyebutkan adanya Batugamping Formasi Aitutu yang berumur Trias. Batugamping Formasi Aitutu merupakan salah satu satuan batuan pada Sikuen Kekneno, dan terendapkan di lingkungan paparan luar hingga lereng atas (Permana & Prastian, 2013). Pada batugamping Formasi Aitutu ini juga dianalisis petrografi.

UMUR		FORMASI		
Plistosen				SIKUEN VIVIQUE
Pliosen	A			
	B	B. Putih		
Miosen	A			
	T			
Oligosen	A			
	B			
Eosen	A	Ofu		
	T			
Paleosen	A			
	B			
Kapur	A	Menu		
	B	Nakfunu		
Jura	A	Oebaat		
	T			
Trias	A	Way Luli		
	T	Babulu	Aitutu	
Perem	A	Niof		
	B	Cribas	Maubisse	
		Atahoc		

☀ Formasi yang diteliti

Sumber : Sawyer *et al.*, (1993).

Gambar 2. Kolom stratigrafi regional daerah Timor Barat, yang meliputi Sikuen Kekneno, Sikuen Kolbano, dan Sikuen Viqueque.



Gambar 3. Peta Geologi daerah Timor Tengah Selatan dan lokasi pengamatan geologi.

Sumber : Sawitodirjo & Tjokrosapoetro, (1996)

PETROGRAFI

Berdasarkan sebaran batuan pada peta geologi (Suwitodirjo & Tjokrosoepetro, 1996), telah dilakukan pemerian batuan di lapangan, dan dilakukan identifikasi satuan batuan. Pengambilan sampel batuan secara acak pada batugamping penyusun Formasi Aitutu, Formasi Nakfunu, Formasi Menu dan Formasi Ofu. Analisis petrografi batugamping yang menggunakan klasifikasi menurut Dunham (1962) dilakukan terhadap sampel batuan keempat satuan batuan yang telah diambil tersebut. Guna pengelompokan komponen butiran karbonat, selain digunakan klasifikasi batugamping menurut Dunham (1962), maka digunakan klasifikasi komponen batugamping menurut Folk (1962).

Batugamping Formasi Aitutu

Batugamping penyusun Formasi Aitutu pada umumnya berupa batugamping *packstone-wackestone* bioklastika (Tabel 1), dengan ukuran kepingan relatif halus dan memperlihatkan pengarah yang cukup baik (Gambar 4). Komponen butiran sangat dikuasai oleh pengonggokan moluska tipis (*Halobia* sp.) yang membentuk struktur berbuku-buku, di dalam matriks lumpur karbonat sebagian telah tergantikan membentuk mikrosparit (Gambar 5). Komponen butiran yang lain hadir sangat jarang berupa foraminifera kecil planktonik, dan fosil tak terperi. Matriks lumpur karbonat selalu

hadir di dalam batuan, pada umumnya bebas dari pengotor mineral lempung, yang mengindikasikan bahwa lingkungan pengendapan Formasi Aitutu masih berada di atas kedalaman pampasan karbonat (*carbonate compensation depth*). Material penyemen hadir sangat terbatas berupa *orthosparit* kalsit mosaik anhedral sangat halus yang dijumpai tidak merata, serta sangat jarang oksida besi tidak teratur.



Gambar 4. *Packstone* penyusun Formasi Aitutu dengan komponen bioklas dikuasai oleh moluska tipis yang teronggokkan membentuk struktur berbuku-buku. Tampak kekar yang rongganya terisi oleh dolomit besian. Sampel 12AP20H, kedudukan lensa nikol bersilang.

Tabel 1. Ringkasan hasil uji petrografi batugamping Formasi Aitutu di daerah Timor Tengah Selatan

No.	Kode Sampel	Nama Batuan	Butiran Karbonat					Matriks		Semen			Material Lain				Keporian	SMF/FZ
			Bi	In	Oo	Pe	Te	Cm	Cl	Or	Ox	Ac	Mi	Ps	Do	Ot		
1.	12AP020A	PB	54.0	0	0	4.0	0	17.0	0	6.0	4.0	3.0	6.0	0	4.0	0	3.0	2/2
2.	12AP020B	PB	59.0	0	0	2.0	0	12.0	0	2.0	3.5	4.0	6.0	2.0	8.0	0	4.0	2/2
3.	12AP020D	PB	59.0	0	0	2.0	0	8.0	0	2.0	1.5	0.5	6.0	2.0	18.0	0	1.0	2/2
4.	12AP020E	PB	53.0	0	0	3.0	0.5	14.0	0	2.0	1.5	1.0	8.0	0	16.0	0	1.0	2/2
5.	12AP020G	PB	43.0	8.0	0	2.0	1.0	16.0	0	2.0	4.0	4.0	4.0	0	16.0	0	2.0	2/2
6.	12AP020H	WB	32.0	0	0	3.0	0.5	35.0	0	7.0	5.0	0	4.0	6.0	10.0	0	2.0	3/3
7.	12AP020I	WB	32.0	4.0	0	0.5	0.5	31.0	0	4.0	5.0	2.0	7.0	0	12.0	0	2.0	3/3
8.	12AP024	WB	8.0	0	0	64.0	0	0	0	25.0	1.0	0	0	0	0	0	1.0	3/3
9.	12AP036B	PB	59.0	2.0	0	0	1.0	14.0	0	2.0	0.5	0	12.0	0	9.0	0	0.5	2/2
10.	12AP036C	WB	24.0	1.5	0	0.5	1.0	56.0	0	1.0	1.0	0	12.0	0	3.0	0	0	3/3
11.	12AP036F	WB	18.0	0	0	0	0	58.0	4.0	1.0	0.5	0	12.0	0	4.0	2.0	0.5	3/3
12.	12AP036G	WB	21.0	0	0	0	1.0	62.0	0	2.0	0.5	0	6.0	0	7.0	0	0.5	3/3
13.	12AP036J	WB	12.0	0	0	0	0.5	62.0	0	3.0	5.0	0	12.0	0	8.0	0	1.0	3/3
14.	12AP039F	WB	18.0	0	0	0	1.0	66.0	0	2.0	1.0	0	4.0	0	8.0	0	0	3/3
15.	12AP040B	WB	30.0	0	1.5	0.5	1.5	44.0	0	2.0	0.5	0	8.0	0	12.0	0	0	3/3
16.	12AP040C	WB	28.0	0	0	0	1.0	44.0	0	2.0	0.5	0	16.0	0	8.0	0	0.5	3/3
17.	12AP040D	WB	24.0	3.0	0	0	0	56.0	0	2.0	0.5	0	6.0	0	8.0	0	0.5	3/3
18.	12AP055C	WB	34.0	0	0	0	1.0	38.0	0	8.0	1.0	0	15.0	0	2.0	0	2.0	3/3

Keterangan :

M : *Mudstone*

ML : *Mudstone* lempungan

WB : *Wackestone* bioklastika

WL : *Wackestone* lempungan

PB : *Packstone* bioklastika

G : *Grainstone*

GB : *Grainstone* bioklastika

Bi : Bioklas

In : Intra klas

Oo : *Oolit*

Pe : Pelet

Te : Mat. terigen

Cm : Lumpur

karbonat

Cl : Mineral

lempung

Or : *Orthosparit*

Ox : Oksida besi

Si : Kuarsa sekunder

Ac : Lempung authigenik

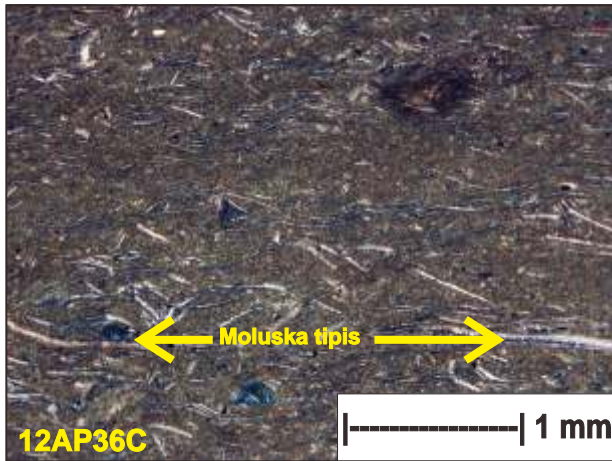
Mi : *Mikrosparit*

Ps : *Pseudosparit*

Do : *Dolomit*

Ot : Silika dan lain

Po : Keporian batuan



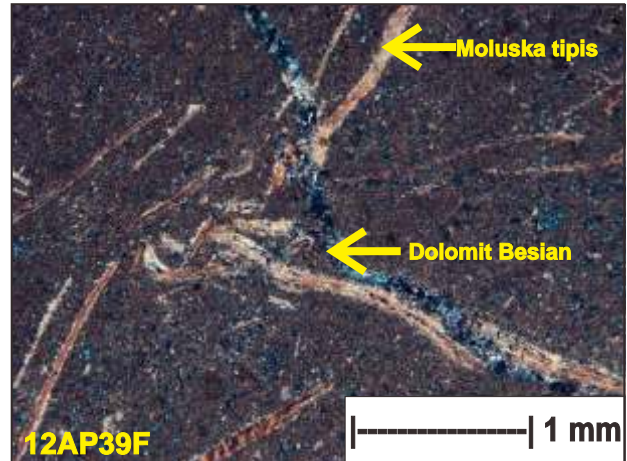
Gambar 5. *Wackestone* penyusun Formasi Aitutu dengan komponen bioklas dikuasai oleh moluska tipis yang teronggokkan membentuk struktur berbuku-buku, di dalam matriks lumpur karbonat sebagian tergantikan menjadi mikrosparit. Sampel 12AP36C, kedudukan lensa nikol bersilang.

Material yang lain juga hadir sangat jarang berupa lumpur karbonat authigenik hasil pemikritan pada beberapa individu fosil moluska tipis.

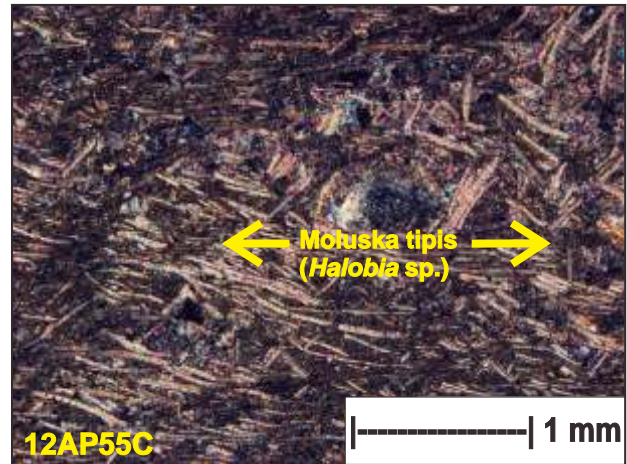
Berdasarkan kenampakan tekstur dan kemas batuan yang dijumpai tersebut, dimungkinkan batuan terendapkan di lingkungan tepi landaian dalam (*deep shelf margin*; SMF3/FZ3; Wilson, 1975) hingga landaian laut terbuka (SMF2/FZ2; Flugel, 1982; 2004). Dengan memperhatikan sangat melimpahnya kepingan fosil moluska tipis pada batugamping tersebut, lebih besar kemungkinan batuan ini berasal dari model gundukan lumpur (*mud-mounds*; Pratt, 1998).

Rekaman proses diagenesis yang terlihat pada batugamping Formasi Aitutu meliputi pemampatan, pengisian rongga/penyemenan, penggantian, rekristalisasi, pendolomitan, peretakan/pengkekanan, dan pelarutan. Rekaman proses pemampatan hampir terlihat pada seluruh sampel batuan, dicirikan dengan hubungan antar butiran (terutama moluska tipis) yang terlihat terarah dan beberapa terpola melengkung. Beberapa kekar berukuran halus hadir di dalam batugamping ini, dengan rongga-rongga itu telah terisi oleh dolomit besian sehingga membentuk urat-urat (Gambar 6). Pada beberapa sampel terlihat bahwa sebagian moluska tipis tersebut telah terekristalisasi membentuk pseudosparit dengan pola mengikuti bentuk awal fosil (Gambar 7).

Keporian primer sangat buruk, keporian sekunder retakan terisi orthosparit kalsit meteorik. Keporian primer yang teramati sangat jarang berupa tipe keporian sisa antar partikel. Keporian sekunder yang terutama



Gambar 6. *Wackestone* penyusun Formasi Aitutu dengan komponen bioklas dikuasai oleh moluska tipis. Tampak kekar yang rongganya terisi oleh dolomit besian. Sampel 12AP39F, kedudukan lensa nikol bersilang.



Gambar 7. *Packstone* penyusun Formasi Aitutu dengan komponen bioklas dikuasai oleh moluska tipis yang teronggokkan. Proses rekristalisasi telah mempengaruhi batuan ini, khususnya pada fosil tersebut. Sampel 12AP55C, kedudukan lensa nikol bersilang.

adalah tipe keporian retakan halus akibat tektonik. Sebagian rongga retakan ini telah terisi kembali oleh kristal kalsit dan atau dolomit besian, berstruktur mosaik hingga mosaik drus anhedral halus hingga sedang, dan berasal dari lingkungan penimbunan hingga lingkungan meteorik freatik.

Batugamping Formasi Nakfunu

Batugamping penyusun Formasi Nakfunu lebih beragam jenisnya, seperti batugamping *packstone*, *wackestone*, dan *mudstone* kaya fosil radiolaria terkarsikan dan kadang lempungan (Maryanto & Permana, 2013; Tabel 2).

Tabel 2. Ringkasan hasil uji petrografi batugamping Formasi Nakfunu di daerah Timor Tengah Selatan

No.	Kode Sampel	Nama Batuan	Butiran Karbonat				Matriks				Semen			Material Lain				Kepo- Rian	SME/FZ
			Bi	In	Oo	Pe	Te	Cm	Cl	Or	Ox	Ac	Mi	Ps	Do	Ot			
1.	12AP003A	M	3.0	0	0	0.5	0	92.0	0	0	0	0	4.0	0	0	0	0.5	1/1	
2.	12AP003B	ML	2.0	0	0	0	2.0	75.0	15.0	0	0.5	0	5.0	0	0	0	0.5	1/1	
3.	12AP010B	WL	12.0	0	0	0.5	1.0	66.0	18.0	1.5	0.5	0	0	0	0	0	0.5	1/1	
4.	12AP010C	PB	45.0	0	0	4.0	0.5	16.0	14.0	4.0	1.5	0	14.0	0	0	0	1.0	2/2	
5.	12AP017B	WB	24.0	0	0	0	1.0	28.0	5.0	5.0	1.5	0	0	0	0	34.0	1.5	1/1	
6.	12AP020F	WB	32.0	0	0	0	0	53.0	0	1.0	0.5	0.5	5.0	0	7.0	0	1.0	3/1	
7.	12AP023F	WB	27.0	2.0	0	1.0	2.0	48.0	5.0	4.0	2.0	0	2.0	0	0	0	1.0	3/1	
8.	12AP023G	WB	12.0	0	0	0	4.0	60.0	6.0	0	2.0	0	7.0	2.0	6.0	0	1.0	3/1	
9.	12AP030B	PB	46.0	2.0	6.0	4.0	4.0	22.0	0	5.0	2.0	0	0	0	0	7.0	2.0	2/2	
10.	12AP035C	WB	25.0	2.0	2.0	0.5	1.5	46.0	12.0	2.0	2.0	0	4.0	0	0	2.0	1.0	3/1	
11.	12AP036A	PB	57.0	2.0	0	0	0.5	22.0	5.0	2.0	0.5	0	3.0	0	0	8.0	0	10/2	
12.	12AP036E	WB	26.0	0.5	0	0	0	61.0	0	0	0.5	0	12.0	0	0	2.0	0	3/1	
13.	12AP036K	WB	22.0	0	0	0	3.0	41.0	12.0	2.0	0.5	0	6.0	0	3.5	6.0	0	3/3	
14.	12AP037A	M	7.0	0	0	0	0.5	79.0	0	4.0	0.5	0	4.0	0	4.0	0.5	0.5	3/3	
15.	12AP038A	PB	42.0	0	0	12.0	3.5	22.0	8.0	3.0	1.5	0	3.0	0	0	5.0	0	2/2	
16.	12AP038B	WB	14.0	0	0	0	2.0	78.0	0	0	0.5	0	4.0	0	0	1.0	0.5	3/1	
17.	12AP038C	WB	32.0	0	0	0	1.0	43.0	3.0	2.0	1.0	0	6.0	0	10.0	2.0	0	3/1	
18.	12AP038D	WB	26.0	0	0	0	1.0	41.0	5.0	4.0	0.5	0	12.0	0	8.0	2.0	0.5	3/1	
19.	12AP038E	WB	28.0	0	0	0	0.5	34.0	9.0	1.0	0.5	0	15.0	0	12.0	0	0	3/1	
20.	12AP039A	WB	22.0	0	0	0	1.0	46.0	12.0	2.0	1.0	0	7.0	0	1.0	8.0	0	3/1	
21.	12AP039C	WB	22.0	0	0	0	0.5	34.0	0	2.0	0.5	0	30.0	7.0	4.0	0	0	3/1	
22.	12AP039E	WB	22.0	0	0	0	3.0	38.0	22.0	2.0	3.0	0	4.0	0	4.0	2.0	0	3/1	
23.	12AP042	WB	26.0	0	0	0.5	0.5	57.0	0	1.0	0.5	0	2.5	0	10.0	1.0	1.0	3/3	
24.	12AP044B	WB	24.0	0	2.0	0	1.0	52.0	0	3.0	0.5	0	6.0	0	9.0	2.0	0.5	3/3	
25.	12AP044C	WB	32.0	0	0	0	0.5	45.0	0	4.0	1.0	1.0	8.0	0	8.0	0	0.5	3/3	
26.	12AP044E	WB	34.0	0	0	0	0.5	40.0	0	4.0	0.5	0	4.0	0	9.0	7.0	0.5	3/3	
27.	12AP045A	M	3.5	0	0	0	1.0	10.0	0	0	0.5	0	50.0	0	35.0	0	0	3/3	
28.	12AP046A	WB	22.0	0	0	0	0.5	51.0	0	2.0	0.5	0	18.0	0	6.0	0	0	3/3	
29.	12AP046C	WB	22.0	0	0	3.0	1.0	34.0	14.0	3.0	1.0	0	8.0	0	12.0	2.0	0	3/3	
30.	12AP047A	WB	24.0	0	0	0	1.0	70.0	0	0	1.0	0	2.0	0	0	0	2.0	3/3	
31.	12AP048	WB	34.0	0	0	0	0.5	38.0	4.0	3.0	0.5	0	6.0	0	0	12.0	2.0	3/3	
32.	12AP049B	WB	33.0	1.0	0	0	0	30.0	18.0	2.5	0.5	0	2.0	0	0	11.0	1.0	3/3	
33.	12AP050A	M	7.0	0	0	0	1.5	82.0	0	1.5	1.0	0	3.0	1.5	0	0.5	2.0	3/3	
34.	12AP050C	WB	23.0	1.0	0	2.0	0.5	24.0	30.0	4.0	1.0	0	3.0	0	0	11.0	0.5	3/3	
35.	12AP050E	WB	12.0	0	0	0	0.5	58.0	15.0	2.0	0.5	0	5.0	1.0	0	6.0	0	3/3	
36.	12AP054B	WB	28.0	0	0	0	0	30.0	20.0	2.0	3.0	0	0	0	0	14.0	3.0	3/3	
37.	12AP055B	WB	28.0	6.0	0	0	0	20.0	10.0	4.0	2.0	0	4.0	0	0	24.0	0	3/3	
38.	12AP056A	WB	26.0	0	0	0	0.5	45.0	0	3.0	0.5	0	8.0	0	0	16.0	1.0	3/3	
39.	12AP057A	ML	7.0	0	0	0	0	77.0	10.0	1.0	0.5	0	4.0	0	0	0	0.5	3/3	
40.	12AP057B	WB	32.0	2.0	0	0	1.0	20.0	18.0	4.0	3.0	0	4.0	0	0	16.0	0	3/3	
41.	12AP057J	WB	18.0	0	0	1.0	0	54.0	0	2.0	1.0	0	12.0	0	0	11.0	1.0	3/3	
42.	12AP057K	WB	34.0	0	0	0	1.0	20.0	10.0	8.0	1.0	0	6.0	0	12.0	8.0	0	3/3	

KeteranganM : *Mudstone*ML : *Mudstone* lempunganWB : *Wackestone*

bioklastika

WL : *Wackestone* lempunganPB : *Packstone* bioklastikaG : *Grainstone*GB : *Grainstone* bioklastika

Bi : Bioklas

In : Intra klas

Oo : *Oolite*

Pe : Pelet

Te : Mat. terigen

Cm : Lumpur karbonat

Cl : Mineral lempung

Or : Orthosparit

Ox : Oksida besi

Si : Kuarsa sekunder

Ac : Lempung authigenik

Mi : Mikrosparit

Ps : Pseudosparit

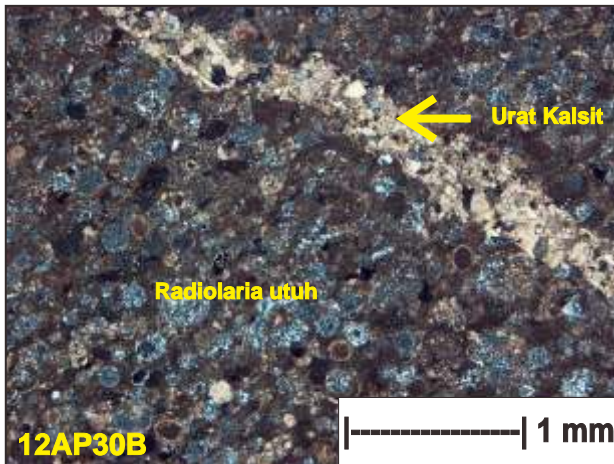
Do : Dolomit

Ot : Silika dan lain

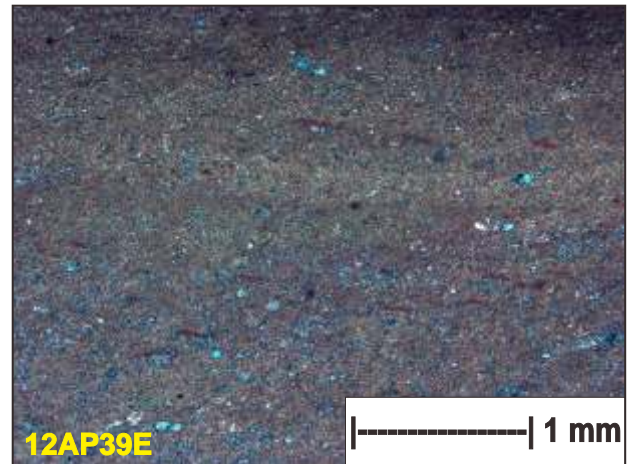
Po : Keporian batuan

Batugamping *packstone* bertekstur bioklastika fragmental yang terpilah buruk, didukung butiran, kemasnya masih tertutup, dan dengan ukuran butir halus hingga sedang yang berbentuk meruncing tanggung hingga membundar. Komponen butiran karbonat didominasi oleh bioklas serta sedikit intraklas dan pelet. Fosil atau bioklas pada umumnya berupa fosil radiolaria utuh (Gambar 8), serta sangat jarang kepingan-kepingan foraminifera planktonik, moluska tipis, dan fosil tak terperi. Butiran terigen hadir sangat jarang. Matriks lumpur karbonat sedikit tergantikan, dan kadang bercampur dengan mineral lempung. Penyemen batuan adalah orthosparit kalsit, serta beberapa oksida besi dan lempung authigenik.

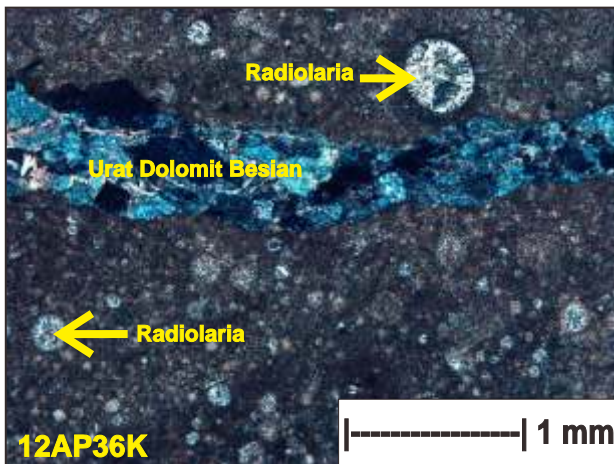
Batugamping *wackestone* pada umumnya bertekstur bioklastika fragmental yang terpilah buruk, didukung lumpur, kemasnya terbuka, dan dengan ukuran butir halus hingga sedang, yang berbentuk meruncing tanggung hingga membundar. Komponen butiran karbonat masih didominasi oleh bioklas serta sedikit intraklas dan pelet. Fosil atau bioklas pada umumnya berupa fosil radiolaria utuh, serta sangat jarang foraminifera planktonik, moluska tipis, dan fosil tak terperi (Gambar 9 dan 10). Butiran terigen hadir sangat jarang. Matriks lumpur karbonat kadang bercampur dengan mineral lempung. Penyemen batuan adalah orthosparit kalsit, serta oksida besi dan lempung authigenik.



Gambar 8. *Packstone* bioklastika penyusun Formasi Nakfunu yang terpilah sedang dan terdukung butiran, dikuasai oleh fosil foraminifera planktonik terkarsikkan dan radiolaria. Tampak kekar yang rongganya terisi oleh kalsit anhedral mosaik. Sampel 12AP30B, kedudukan lensa nikol bersilang.



Gambar 10. *Wackestone* bioklastika penyusun Formasi Nakfunu yang berkembang dengan ukuran sangat halus, terpilah buruk dan terdukung matriks lumpur karbonat, yang samar-samar memperlihatkan pengarahannya. Sampel 12AP39E, kedudukan lensa nikol bersilang.



Gambar 9. *Wackestone* bioklastika penyusun Formasi Nakfunu yang terpilah buruk dan terdukung matriks lumpur karbonat sebagian terkarsikkan, dengan butiran karbonat dikuasai oleh fosil radiolaria. Tampak kekar yang rongganya terisi oleh dolomit besian. Sampel 12AP36K, kedudukan lensa nikol bersilang.

Batugamping *mudstone* bertekstur bioklastika fragmental yang terpilah buruk, terdukung lumpur, kemasnya terbuka, dan dengan ukuran butir halus yang berbentuk membundar tanggung hingga membundar. Komponen butiran karbonat hadir jarang terutama adalah bioklas fosil radiolaria utuh serta sangat jarang kepingan fosil yang lain dan pelet. Butiran terigen masih hadir meskipun jumlahnya sangat jarang. Matriks yang merupakan komponen utama batuan berupa lumpur karbonat yang sedikit tergantikan, dan kadang-kadang bercampur tak terpisahkan dengan mineral lempung yang jumlahnya cukup banyak. Penyemen batuan adalah orthosparit kalsit khususnya pengisi retakan dan oksida besi.

Berdasarkan kenampakan tekstur dan kemas batuan yang dijumpai tersebut, dimungkinkan batugamping penyusun Formasi Nakfunu terendapkan di lingkungan di landaian laut terbuka yang berdekatan dengan lereng bawah (*open sea shelf near the lower slope*; SMF2/FZ2) serta tepi cekungan hingga cekungan (*basin margin to basin*; SMF3/FZ3 hingga SMF1/FZ1). Dalam hal ini, kedudukan cekungan tersebut secara berirama berada di atas dan di bawah kedalaman pampasan karbonat.

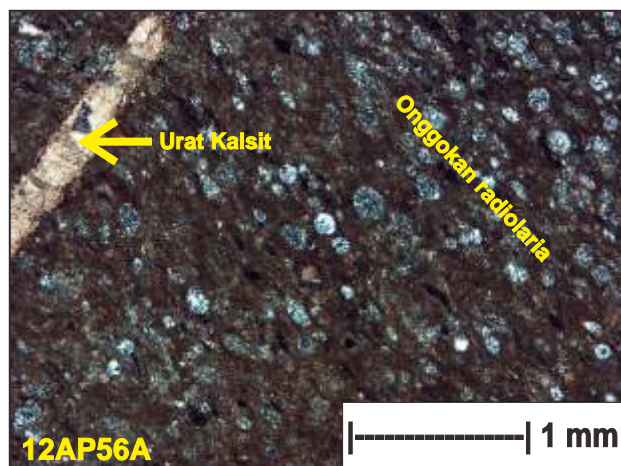
Proses diagenesis yang terlihat pada batugamping Formasi Nakfunu meliputi pemampatan, penggantian, pengersikan, rekristalisasi, pendolomitan, peretakan/pengkekarannya, pengisian rongga/penyemenan, dan pelarutan. Rekaman proses pemampatan hampir terlihat pada seluruh sampel batuan, dicirikan dengan hubungan antar butiran yang terlihat terarah dan cukup banyak berhubungan butiran tipe melengkung. Pengersikan dicirikan dengan hadirnya sejumlah besar material silikaan, baik sebagai hasil penggantian butiran maupun matriks batuan (Gambar 11). Pada beberapa sampel terlihat bahwa sebagian fosil foraminifera planktonik telah terekristalisasi membentuk pseudosparit dengan pola mengikuti bentuk awal fosil. Beberapa kekar berukuran halus hadir di dalam batugamping ini, dengan rongga-rongga itu telah terisi oleh orthosparit kalsit mosaik hingga mosaik drus anhedral halus hingga sedang, atau beberapa terisi oleh dolomit besian mosaik granular halus hingga sedang sehingga membentuk urat-urat (Gambar 9).

Keporian batuan bertipe sisa antar dan dalam partikel, retakan, dan gerowong pelarutan (*vug*). Keporian primer antar dan dalam partikel pada umumnya sangat buruk karena rongganya telah terisi oleh orthosparit kalsit dari lingkungan penimbunan dan meteorik. Begitu

pula dengan keporian sekunder retakan juga telah terisi oleh orthosparit kalsit dan kadang-kadang dolomit besian dari lingkungan penimbunan dan meteorik.

Batugamping Formasi Menu

Dengan kenampakan yang mirip batugamping penyusun Formasi Nakfunu, batugamping penyusun



Gambar 11. *Packstone* bioklastika penyusun Formasi Nakfunu yang terpilah sedang dan terdukung butiran, dikuasai oleh fosil foraminifera planktonik terkarsikkan dan radiolaria. Pengarahan butiran akibat pemampatan batuan. Tampak kekar yang rongganya terisi oleh kalsit anhidral. Sampel 12AP56A, kedudukan lensa nikol bersilang.

Formasi Menu jenisnya adalah batugamping *wackestone* dan *mudstone* kaya fosil foraminifera planktonik dan kadang lempungan (Tabel 3).

Batugamping *wackestone* pada umumnya bertekstur bioklastika fragmental yang terpilah buruk, terdukung lumpur, kemasnya terbuka, dan dengan ukuran butir halus hingga sedang, yang berbentuk meruncing tanggung hingga membundar. Komponen butiran karbonat didominasi oleh bioklas serta sedikit intraklas dan pelet. Fosil atau bioklas pada umumnya berupa fosil foraminifera planktonik serta sangat jarang moluska tipis, dan fosil tak terperi (Gambar 12). Butiran terigen hadir sangat jarang. Matriks hadir dominan berupa lumpur karbonat yang beberapa bagian telah tergantikan, kadang-kadang bercampur dengan mineral lempung. Penyemen batuan adalah orthosparit kalsit, serta oksida besi dan lempung authigenik.

Batugamping *mudstone* bertekstur bioklastika fragmental yang terpilah buruk, terdukung lumpur, kemasnya terbuka, dan dengan ukuran butir halus hingga sangat halus yang berbentuk membundar tanggung hingga membundar. Komponen butiran karbonat hadir jarang terutama adalah bioklas fosil foraminifera planktonik serta sangat jarang kepingan fosil yang lain dan pellet (Gambar 13). Butiran terigen masih hadir meskipun jumlahnya sangat jarang.

Tabel 3. Ringkasan hasil uji petrografi batugamping Formasi Menu di daerah Timor Tengah Selatan

NO.	KODE SAMPEL	NAMA BATUAN	BUTIRAN KARBONAT					MATRIKS		SEMEN			MATERIAL LAIN				KEPORIAN	SMF/FZ
			Bi	In	Oo	Pe	Te	Cm	Cl	Or	Ox	Ac	Mi	Ps	Do	Ot		
1.	12AP001	WB	12.0	0	0	0	0	81.0	0	3.0	1.0	0	2.5	0	0	0	0.5	3/1
2.	12AP004B	WB	14.0	0	0	0.5	0	74.0	0	2.0	0.5	0	8.0	0	0	0	1.0	1/1
3.	12AP004C	M	7.0	0	0	0.5	0.5	87.0	0	0.5	2.5	0	1.0	0	0	0	1.0	1/1
4.	12AP012A	ML	6.0	0	0	0	1.0	71.0	15.0	0.5	0.5	0	1.0	0	0	4.0	1.0	1/1
5.	12AP012C	WL	13.0	0	0	0	0.5	58.0	24.0	1.0	0	0	2.0	0	0	0	1.5	1/1
6.	12AP013A	ML	6.0	0	0	0	0.5	66.0	22.0	1.0	0.5	0	2.0	0	0	0	2.0	1/1
7.	12AP013B	M	3.0	0	0	0	0.5	86.0	4.0	6.0	0	0	0	0	0	0	0.5	1/1
8.	12AP013D	M	5.0	0	0	0.5	0.5	75.0	4.0	10.0	0.5	0	4.0	0	0	0	0.5	1/1
9.	12AP025B	WB	12.0	0	0	1.0	3.0	48.0	8.0	2.0	4.0	0	12.0	0	8.0	0	2.0	3/1
10.	12AP025D	WB	12.0	0	0	1.0	3.0	53.0	6.0	3.0	1.0	0	8.0	0	6.0	0	2.0	3/1
11.	12AP033	M	6.0	0	0	0.5	0	90.0	0	1.0	0.5	0	2.0	0	0	0	0	1/1
12.	12AP034A	ML	3.5	0	0	0	0.5	77.0	12.0	0	0.5	0	6.0	0	0	0	0.5	1/1
13.	12AP034B	ML	7.0	0	0	0	1.5	66.0	18.0	0	1.5	0	5.0	0	0	0	1.0	1/1
14.	12AP034C	ML	4.5	0	0	0.5	2.0	69.0	18.0	0	1.5	0	4.0	0	0	0	0.5	1/1
15.	12AP035B	M	8.0	0	0	1.0	0	85.0	0	1.0	0.5	0	3.0	0	0	0	1.5	1/1
16.	12AP051A	M	6.0	0	0	0	0	83.0	0	2.0	0.5	0	8.0	0	0	0	0.5	3/3
17.	12AP051B	WB	13.0	0.5	0	0.5	0	74.0	0	3.0	1.0	0	5.0	1.0	0	0	2.0	3/3
18.	12AP052	WB	21.0	0	0	0	1.0	47.0	20.0	4.0	1.0	0	5.0	0	0	0	1.0	3/3
19.	12AP053	WB	24.0	0	0	0	1.0	45.0	20.0	3.0	1.0	0	5.0	0	0	0	1.0	3/3

KETERANGAN

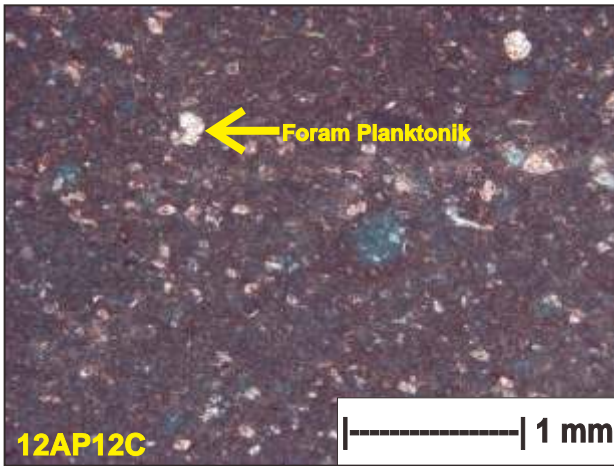
M : *Mudstone*
 ML : *Mudstone* lempungan
 WB : *Wackestone* bioklastika
 WL : *Wackestone* lempungan
 PB : *Packstone* bioklastika
 G : *Grainstone*
 GB : *Grainstone* bioklastika

Bi : Bioklas
 In : Intra klas
 Oo : Oolit
 Pe : Pelet
 Te : Mat. terigen

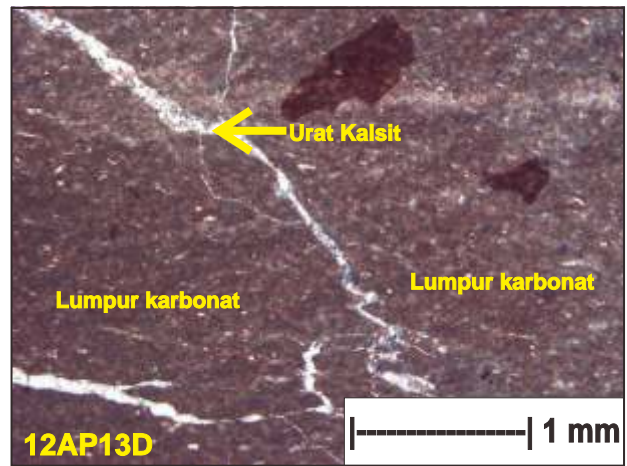
Cm : Lumpur karbonat
 Cl : Mineral lempung

Or : Orthosparit
 Ox : Oksida besi
 Si : Kuarsa sekunder
 Ac : Lempung authigenik

Mi : Mikrosparit
 Ps : Pseudosparit
 Do : Dolomit
 Ot : Silika dan lain
 Po : Keporian batuan



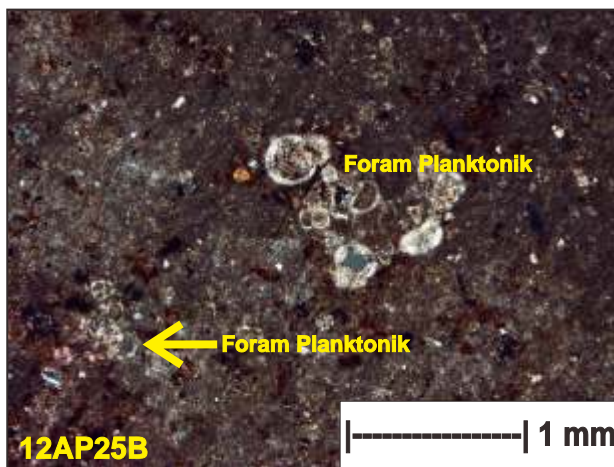
Gambar 12. *Wackestone* bioklastika lempungan penyusun Formasi Menu yang berkembang dengan ukuran halus, terpilah buruk dan terdukung matriks lumpur karbonat yang tak terpisahkan dengan mineral lempung. Sampel 12AP12C, kedudukan lensa nikol bersilang.



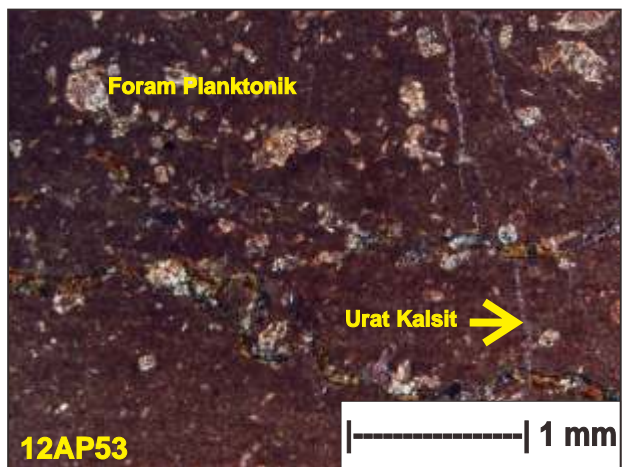
Gambar 13. *Mudstone* penyusun Formasi Menu yang berkembang dengan ukuran sangat halus, dengan lumpur karbonat sebagai komponen utama penyusun batuan. Tampak kekar yang rongganya terisi oleh kalsit anhedral sangat halus. Sampel 12AP13D, kedudukan lensa nikol bersilang.

Matriks yang merupakan komponen utama batuan berupa lumpur karbonat yang sedikit tergantikan, dan kadang-kadang bercampur tak terpisahkan dengan mineral lempung yang jumlahnya terbatas. Penyemen batuan adalah orthosparit kalsit khususnya pengisi retakan dan oksida besi. Berdasarkan kenampakan tekstur dan kemas batuan yang dijumpai tersebut, dimungkinkan batugamping penyusun Formasi Menu terendapkan di lingkungan di landaian laut terbuka yang berdekatan dengan lereng bawah (*open sea shelf near the lower slope*; SMF2/FZ2) serta tepi cekungan hingga cekungan (basin margin to basin; SMF3/FZ3 hingga SMF1/FZ1). Dalam hal ini, kedudukan cekungan tersebut secara umum berada di atas kedalaman pampasan karbonat.

Proses diagenesis yang terlihat pada batugamping Formasi Menu meliputi pemampatan, penggantian, rekristalisasi, peretakan/pengkekar, pengisian rongga/penyemenan, dan pelarutan. Rekaman proses pemampatan samar-samar terlihat karena jenis batumannya yang terdukung lumpur karbonat. Kenampakan pemampatan hanya terlihat pada area pengonggokan fosil foraminifera planktonil yang berhubungan butiran melengkung (Gambar 14). Pada beberapa sampel terlihat bahwa sebagian fosil foraminifera planktonik juga telah terekristalisasi. Beberapa kekar berukuran halus hingga sangat halus (Gambar 15) hadir di dalam batugamping Formasi Menu ini, dengan rongga-rongga itu sebagian besar telah terisi oleh orthosparit kalsit mosaik hingga mosaik drus anhedral halus hingga sangat halus.



Gambar 14. *Wackestone* bioklastika penyusun Formasi Menu yang berkembang dengan ukuran halus, terpilah buruk dan terdukung matriks lumpur karbonat yang tak terpisahkan dengan mineral lempung. Tampak pengonggokan fosil foraminifera planktonik. Sampel 12AP25B, kedudukan lensa nikol bersilang.

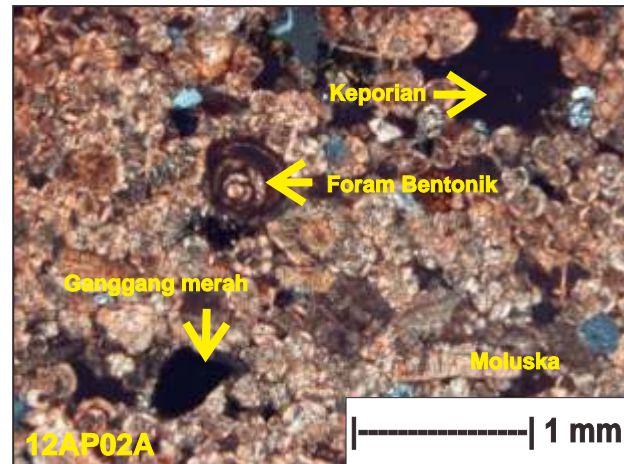


Gambar 15. *Wackestone* bioklastika lempungan penyusun Formasi Menu yang berkembang dengan ukuran sangat halus, terpilah buruk dan terdukung matriks lumpur karbonat yang tak terpisahkan dengan mineral lempung. Tampak kekar yang rongganya terisi oleh kalsit anhedral sangat halus. Sampel 12AP53, kedudukan lensa nikol bersilang.

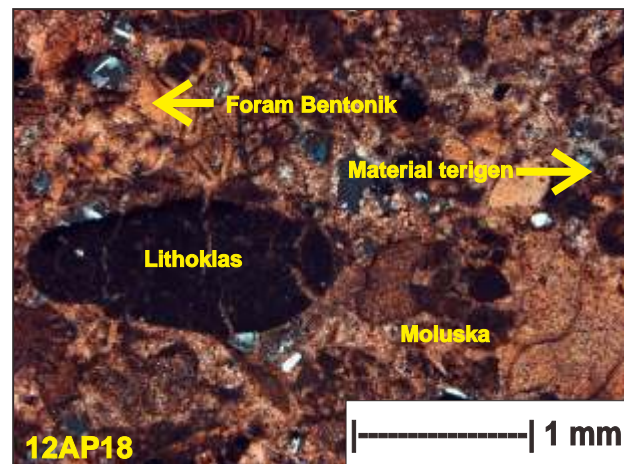
Keporian batuan yang hadir pada satuan batuan ini bertipe sisa antar dan dalam partikel, retakan, dan gerowong pelarutan. Keporian primer antar dan dalam partikel pada umumnya sangat buruk karena selain rongganya sendiri memang sangat kecil, ditambah dengan rongganya telah terisi oleh orthosparit kalsit dari lingkungan penimbunan dan meteorik. Begitu pula dengan keporian sekunder retakan yang pada umumnya juga telah terisi oleh orthosparit kalsit dari lingkungan penimbunan dan meteorik. Sebagai hasilnya adalah nilai keporian yang sangat buruk.

Batugamping Formasi Ofu

Karakter batugamping Formasi Ofu berbeda dengan satuan batuan yang lebih tua, batugamping penyusun Formasi Ofu ini merupakan batugamping grainstone dan packstone, kadang-kadang berukuran butiran sangat kasar dengan bioklas dan intraklas beragam (Tabel 4). Batuan pada umumnya bertekstur bioklastika fragmental kasar yang terpilah buruk hingga sedang, terdukung butiran/kepingan, kemasnya tertutup, dan dengan ukuran butir sedang hingga sangat kasar, yang berbentuk meruncing hingga membulat tanggung. Komponen butiran karbonat hadir beragam antara bioklas dan intraklas/lithoklas, serta sangat jarang dan pelet. Bioklas pada umumnya berupa fosil beragam jenis dan ukurannya, seperti foraminifera bentonik, moluska, ganggang merah, *bryozoa*, *echinodermata*, koral, dan fosil yang lain (Gambar 16). Intraklas/lithoklas hadir kadang-kadang dengan jumlah yang cukup nyata, berukuran lebih kasar, berupa kepingan batugamping koral, batugamping bioklastika, dan batugamping lumpuran (Gambar 17). Butiran terigen hadir sangat jarang, berupa kuarsa, feldspar, mineral opak, dan kepingan batuan terubah. Matriks kadang-kadang masih hadir berupa lumpur karbonat yang kebanyakan telah tergantikan menjadi mikrosparit kalsit anhedral sangat halus.



Gambar 16. Packstone bioklastika penyusun Formasi Ofu yang terpilah sedang dan terdukung butiran, dikuasai oleh fosil foraminifera bentonik, selain moluska dan ganggang merah. Tampak matriks lumpur karbonat telah tergantikan menjadi mikrosparit. Sampel 12AP02A, kedudukan lensa nikol bersilang.



Gambar 17. Packstone bioklastika penyusun Formasi Ofu yang terpilah sedang dan terdukung butiran, dikuasai oleh fosil beragam selain sedikit intraklas/lithoklas. Sampel 12AP18, kedudukan lensa nikol bersilang.

Tabel 4. Ringkasan hasil uji petrografi batugamping Formasi Ofu di daerah Timor Tengah Selatan

No.	Kode Sampel	Nama Batuan	Butiran Karbonat					Matriks		Semen			Material Lain				Keporian	SMF/FZ
			Bi	In	Oo	Pe	Te	Cm	Cl	Or	Ox	Ac	Mi	Ps	Do	Ot		
1.	12AP002A	PB	68.0	6.0	0	0.5	3.5	8.0	0	4.0	0.5	0	7.0	0	0	0	2.5	2/2
2.	12AP013C	PB	60.0	8.0	0	0.5	2.5	8.0	0	4.0	3.0	0	12.0	0	0	0	2.0	2/2
3.	12AP018	PB	54.0	6.0	0	2.0	1.5	10.0	0	18.8	1.0	0	4.0	0	0	0	3.5	5/4
4.	12AP019A	GB	63.0	4.0	0	0.5	0.5	0	0	23.0	1.0	0.5	0	0	0	2	5.5	12/6
5.	12AP019B	GB	59.0	8.0	0	0.5	0.5	0	0	19.0	1.0	1.0	0	0	0	4.0	7.0	12/6
6.	12AP019C	GB	66.0	12.0	0	0.5	0.5	0	0	18.0	2.0	1.0	0	0	0	2.0	8.0	12/6
7.	12AP049C	GB	47.0	10.0	1.0	6.0	1.5	0	0	10.0	0	0	0	22.0	0	1.5	0.5	11/6

Keterangan :

M : Mudstone
ML : Mudstone lempungan
WB : Wackestone bioklastika
WL : Wackestone lempungan
PB : Packstone bioklastika
G : Grainstone
GB : Grainstone bioklastika

Bi : Bioklas
In : Intra klas
Oo : Oolit
Pe : Pelet
Te : Mat. terigen

Cm : Lumpur karbonat
Cl : Mineral lempung

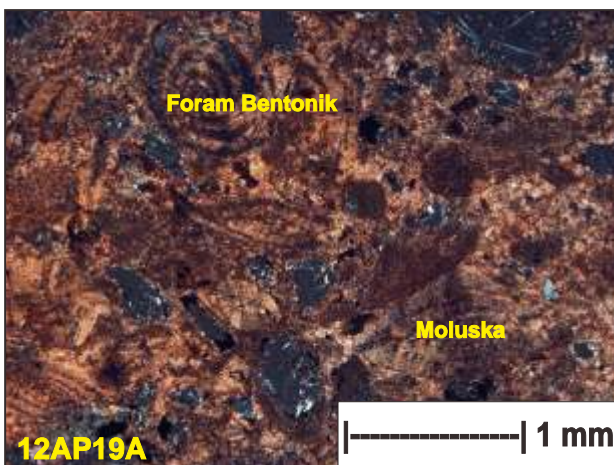
Or : Ortho sparit
Ox : Oksida besi
Si : Kuarsa sekunder
Ac : Lempung authigenik

Mi : Mikrosparit
Ps : Pseudosparit
Do : Dolomit
Ot : Silika dan lain
Po : Keporian batuan

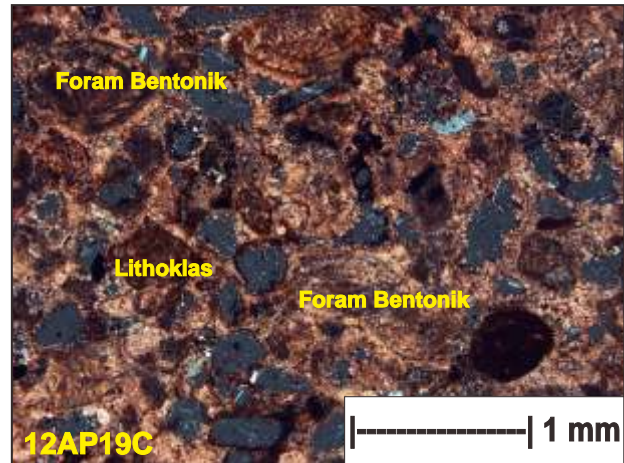
Penyemen batuan yang terutama adalah orthosparit kalsit berstruktur mosaik hingga mosaik drus anhedral dari lingkungan diagenesis penimbunan hingga meteorik. Penyemen yang lain hadir terbatas berupa oksida besi tidak teratur dan lempung authigenik sebagai pengisi rongga pelarutan dan retakan batuan.

Berdasarkan kenampakan tekstur dan kemas batuan yang dijumpai tersebut, dimungkinkan batugamping penyusun Formasi Ofu terendapkan di lingkungan di cekungan lokal belakang terumbu (*local slope in back-reef*; SMF10/FZ7), paparan tertampi (*winnowed platform edge sand*; SMF11/FZ6), hingga sayap terumbu (*reef-flank facies*; SMF5/FZ4). Tentunya, kedudukan cekungan tersebut secara umum berada di atas kedalaman pampasan karbonat.

Proses diagenesis yang terlihat pada batugamping Formasi Menu meliputi pemampatan, penggantian, jarang rekristalisasi, pengisian rongga/penyemenan, jarang peretakan/pengkekaratan, dan pelarutan. Rekaman proses pemampatan terlihat pada hampir semua sampel batuan, dicirikan dengan pola hubungan butir memanjang dan melengkung (Gambar 18). Penyemen selalu terjadi pada batugamping penyusun Formasi Ofu, dengan material penyemen berupa orthosparit kalsit mosaik drus anhedral berukuran halus hingga sangat halus (Gambar 19), yang diperkirakan dari lingkungan meteorik. Material penyemen yang lain adalah oksida besi tidak teratur dan mineral lempung authigenik yang mengisi sebagian rongga gerowong pelarutan. Matriks lumpur karbonat sebagian besar telah tergantikan menjadi mikrosparit kalsit anhedral mosaik sangat halus. Pada beberapa sampel terlihat bahwa sebagian



Gambar 18. Grainstone bioklastika penyusun Formasi Ofu yang terpilah sedang dan terdukung butiran, dikuasai oleh fosil beragam dan intraklas/lithoklas. Tampak hubungan butir yang kadang melengkung akibat pemampatan. Sampel 12AP19A, kedudukan lensa nikol bersilang.



Gambar 19. Grainstone bioklastika penyusun Formasi Ofu yang terpilah sedang dan terdukung butiranbioklas dan intraklas/lithoklas. Rongga antar partikel kebanyakan terisi orthosparit kalsit anhedral mosaik drus. Sampel 12AP19C, kedudukan lensa nikol bersilang.

kecil fosil juga telah terekristalisasi, dan merusak bentuk asal fosil. Sedikit kekar berukuran halus kadang hadir di dalam batugamping Formasi Ofu ini, dengan rongga-rongga sebagian besar telah terisi oleh orthosparit kalsit mosaik hingga mosaik drus anhedral halus hingga sangat halus.

Keporian batuan yang hadir pada formasi ini bertipe sisa antar dan dalam partikel, retakan, dan gerowong pelarutan. Keporian primer antar dan dalam partikel pada umumnya buruk karena sebagian rongganya telah terisi oleh orthosparit kalsit dari meteorik. Keporian sekunder retakan juga telah terisi oleh orthosparit kalsit dari lingkungan meteorik. Rongga keporian primer dan sekunder tersebut diperkirakan masih terawetkan di bawah permukaan.

DISKUSI

Secara regional telah terbukti bahwa batugamping Formasi Nakfunu ini masih merupakan perluasan paparan karbonat yang berada di Benua Australia, khususnya di wilayah Cekungan Bonaparte, barat laut Australia (Amir *et al.*, 2010; Heine, 2002; Mory, 1991). Cekungan Bonaparte sendiri merupakan cekungan penghasil hidrokarbon di Australia (Cadman & Temple, 2003). Endapan batugamping yang berada di wilayah lerengan dan cekungan (*slope and basin*) masih merupakan target untuk eksplorasi hidrokarbon, yang pada umumnya merupakan formasi batuan tua (Lapointe, 2004; Phillips *et al.*, 2008). Dalam hal ini, batugamping yang dijumpai di daerah Timor Tengah Selatan masih termasuk dalam kriteria tersebut.

Berdasarkan kenampakan petrografi batugamping Formasi Aitutu tersebut di atas, terlihat bahwa batuan masih memungkinkan untuk berfungsi sebagai batuan sumber (*source rock*). Sejumlah besar moluska tipis, dapat menjadi muasal hidrokarbon pada proses generasi berikutnya. Namun demikian, sehubungan dengan kelangkaannya rongga keporian primer dan sekunder, maka satuan batuan ini sulit untuk dapat berfungsi sebagai batuan waduk hidrokarbon (*reservoir*).

Endapan pelagis dengan konsentrasi suatu fosil tertentu, di daerah penelitian adalah radiolaria (telah dibahas oleh Sashida *et al.*, 1999 dan Martini *et al.*, 2000), sangat mungkin terjadi pada batugamping pra-Tersier (Tucker & Wright, 1990), termasuk batugamping Formasi Nakfunu. Batugamping Formasi Nakfunu merupakan endapan laut dalam, yang pada umumnya kurang memungkinkan untuk dapat berfungsi sebagai batuan sumber hidrokarbon, karena biotanya adalah radiolaria (Maryanto & Permana, 2013). Sesuai dengan lingkungan pengendapan batugamping tersebut, maka kemungkinan keporian primer yang terbentuk adalah keporian dalam partikel (*intraparticle porosity*; Choquette & Pray, 1970). Namun demikian, jenis keporian ini kebanyakan telah terisi oleh lumpur karbonat dan atau kuarsa sekunder. Keporian sekunder yang hadir terutama adalah dari jenis retakan. Keadaan sekarang, retakan tersebut kebanyakan juga telah terisi kembali oleh orthosparit kalsit dan sedikit dolomit besian dari lingkungan meteorik. Pengisian ini berlangsung paska tumbukan benua Australia dengan kerak samudera Banda. Dengan demikian, agak sulit diharapkan batugamping Formasi Nakfunu di daerah penelitian dapat berfungsi sebagai batuan waduk hidrokarbon.

Batugamping Formasi Menu merupakan endapan laut dalam, yang pada umumnya kurang memungkinkan untuk dapat berfungsi sebagai batuan sumber hidrokarbon, karena biotanya adalah foraminifera planktonik. Sesuai dengan lingkungan pengendapan batugamping tersebut, maka keporian dalam partikel kebanyakan telah terisi oleh lumpur karbonat dan atau orthosparit kalsit. Keporian sekunder yang hadir terutama adalah dari jenis retakan juga telah terisi kembali oleh orthosparit kalsit dari lingkungan meteorik. Dengan demikian, batugamping Formasi

Menu juga tidak dapat berfungsi sebagai batuan waduk hidrokarbon.

Batugamping Formasi Ofu merupakan endapan paparan karbonat beragam, yang pada umumnya kurang memungkinkan untuk dapat berfungsi sebagai batuan sumber hidrokarbon. Keporian dalam dan antar partikel hadir cukup banyak pada batugamping Formasi Ofu ini, meskipun pada keadaan sekarang di permukaan, rongganya telah terisi oleh bahan penyenen orthosparit kalsit dari lingkungan meteorik. Hal yang sama juga terjadi bahwa rongga keporian sekunder retakan telah terisi oleh orthosparit kalsit dari lingkungan meteorik. Di bawah permukaan, proses penyemenan ini diperkirakan belum atau tidak berlangsung secara efektif. Dengan demikian, rongga keporian primer dan sekunder masih terawatkan, sehingga batugamping Formasi Ofu masih memungkinkan untuk dapat berfungsi sebagai batuan waduk hidrokarbon.

KESIMPULAN

Formasi Aitutu terdiri atas *packstone-wackestone* berkeandungan fosil moluska tipis, masih dapat berfungsi sebagai batuan sumber, meskipun tidak dapat berfungsi sebagai batuan waduk hidrokarbon. Formasi Nakfunu tersusun oleh *packstone-wackestone-mudstone* berkeandungan fosil radiolaria yang tidak dapat berfungsi sebagai batuan sumber maupun batuan waduk hidrokarbon. Penyusun Formasi Menu adalah *packstone-wackestone-mudstone* berkeandungan fosil foraminifera planktonik dan tidak dapat berfungsi sebagai batuan sumber maupun batuan waduk hidrokarbon. Formasi Ofu berupa *packstone-grainstone* mengandung fosil foraminifera bentonik, moluska, ganggang merah, *bryozoa*, *echinodermata*, dan koral. Formasi Ofu ini tidak dapat berfungsi sebagai batuan sumber, akan tetapi dapat berfungsi sebagai batuan waduk hidrokarbon.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih yang tulus kami ucapkan kepada Sdr. Undang Sukandi, Sdr. Heriyanto dan Sdr. Herwin Syah selaku teknisi laboratorium atas batuan penyayatan batuan, pemotretan sayatan pipih dan pendigitan gambar.

ACUAN

- Amir, V., Hall, R., and Elders, C.F., 2010. Structural evolution of the Bonaparte Basin, northsest shelf Australia. 24th *Indon. Petrol. Assoc. An. Conv. Ex. Proc.*, 2010.
- Audley-Charles, M.G., 2004. Ocean trench blocked and obliterated by Banda fore arc collision with Australian proximal continental slope. *Tectonophysics* 389: 65-79.
- Bachri, S. dan Permana, A.K., 2015. Tektonostratigrafi Cekungan Timor di bagian barat Pulau Timor. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, 16(2): 79-91.
- Bathurst, R.G.C., 1975. *Carbonate sediments and their diagenesis, second enlarged edition*. Elsevier Scientific Publishing Company, New York, Amsterdam, Oxford, 658 p.
- Cadman, S.J. and Temple, P.R., 2003. Bonaparte Basin: Northern Territory, Western Australia, territory of Ashmore and cartier Islands Adjacent Area, and Joint Petroleum Development Area. *Australia Petroleum Accumulations Report 5, 2nd Edition*, Geoscience Australia, Canberra.
- Chamalaun, F.H. and Grady, A.E., 1978. The tectonic development of Timor: new model and its implications for petroleum system. *APPEA Journal* 1978, 102-108.
- Charlton, T.R., 2012. *The petroleum potential of East Timor*. Consultant regional geologist. charlton@manson.demon.co.uk. <10-03-2013>
- Charlton, T.R., and Gandara, D., 2012. Structural-stratigraphy relationships at the boundary of the Lolotoy metamorphic complex, Timor Leste: Field evidence againsts an allochthonous origin. *1st International Geology Congress of Geology of Timor Leste*, Dilli.
- Charlton, T.R., 2002. The petroleum potential of East Timor. *APPEA Journal* 2002, 351-369.
- Choquette P.W. and Pray, L.W., 1970. Geological nomenclature and classification of porosity in sedimentary carbonates. *Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull.* 54: 207-50.
- Dunham, R.J., 1962. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In: W.E. Ham (ed). *Classification of carbonate rocks. Am. Assoc. Petrol. Geol. Mem.* 1: 108-121.
- Embry, A.F. and Klovan, J.E., 1971. A Late Devonian reef tract on north-eastern Banks Island, north west territory. *Can. Petrol. Geol. Bull.* 19: 730-781.
- Flugel, E., 2004. *Microfacies of carbonate rocks: analysis, interpretation and aplication*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag Inc., 976p.
- Flugel, E., 1982. *Microfacies analysis of limestones*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag Inc., 633p.
- Folk, R.L., 1962. Spectral subdivisions of limestone types. In: W.E. Ham (ed). *Classification of carbonate rocks. Am. Assoc. Petrol. Geol. Mem.* 1: 62-85.
- Hamilton, W., 1979. Tectonics of the Indonesia region. *USGS Prof. Paper* 1078: 1-345.
- Harris, R., Vorkink, M.W., Prasetyadi, C., Zobell, E., Roosmawati, N., and Apthorpe, M., 2009. Transition from subduction to arc-continent collision: geologic and neotectonic evolution of Savu island, Indonesia. *Geol. Soc. Am. Bull.* (abstract).
- Heine, C., 2002. The tectonic evolution of the northerst shelf of Australia and southessterh southeast Asia. Diploma Thesis, The University of Sydney (unpublish).
- James, N.P., 1991. Diagenesis of carbonate sediments, notes to accompany a short course. *Geol. Soc. Austr.*, 101 p.
- Kaneko, Y., Maruyama, S., Kadarusman, A., Ota, T., Ishikawa, M., Tsujimori, T., Ishikawa, A., and Okamoto, K., 2007. *On-going orogeny in the outer-arc of the Timor–Tanimbar region, eastern Indonesia*. *Gondwana Research* 11: 218–233.
- Lapointe, P., 2004. Deep water carbonates, the next frontier play? *Am. Assoc. Petrol. Geol. Int. Conv.* October 24-27, 2004 (abstract).

-
- Lelono, E.B., 2016. Palynology of the Permian freshwater deposit in West Timor. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, 17(4): 231-239.
- Longman, M.W., 1980. Carbonate diagenetic textures from nearsurface diagenetic environments. *AAPG Bull.* 64: 461-487.
- Martini, R., Zaninetti, L., Villeneuve, L., Corne, J.J., Krystyn, L., Cirilli, S., Wever, P., Dumitrica, P., and Harsolumakso, A., 2000. Triassic pelagic deposits of Timor: palaeogeographic and sea-level implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 160: 123–151.
- Maryanto, S. dan Permana, A.K., 2013. Mikrofasis dan diagenesis batugamping Formasi Nakfunu di daerah Timor Tengah Selatan. *Jurnal Sumber Daya Geologi*, 23(3): 143-157.
- Moore, C.H., 1997. *Carbonate diagenesis and porosity. Developments in sedimentology* 46. Elsevier Science B.V., 338 p.
- Mory, A.J., 1991. *Geology of the offshore Bonaparte Basin Northwestern Australia*. Geological Survey of Western Australia Report 29.
- Permana, A.K. dan Prastian, A.H., 2013. Fasies kipas bawah laut (sub marine fan) pada batuan berumur Perem-Trias daerah Kekneno, Cekungan Timor (barat). *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, 23(4): 195-210.
- Permana, A.K., 2012. Penelitian stratigrafi cekungan Timor. Laporan teknis internal kelompok kerja survei dinamika cekungan tahun Anggaran 2012, Pusat Survei Geologi Bandung (tidak terbit).
- Phillips, J., Watts, N., and McIlreath, I., 2008. *Carbonate slope and basin deposits: a review of models, worldwide examples and their relevance to the western Canadian sedimentary basin*. CSPG CSEG CWLS Convention 2008 (summary).
- Pratt, B.R., 1998. The origin, biota and evolution of deep-water mud-mounds. In Monty, C.L.V., Bosence, D.J.W., Bridges, P.H., and Pratt, B.R. (Eds.). *Carbonate mud-mounds: their origin and evolution. International Association of Sedimentologists Special Publication*, 23: 49-123.
- Richardson, A. N. and Blundell, D.J., 1996. Continental collision in the back arc. In: Hall, R. and Blundell, D.J. (Eds). *Tectonic evolution of southeast Asia. Geol. Soc. Am. Spec. Publ.* 106: 47-6
- Roberts, G., Ramsden, C., Christoffersen, T., Wagimin, N., and Muzaffar, Y., 2011. East Indonesia: plays and prospectivity of the west Aru, Kai Besar and Tanimbar area - Identified from new long offset seismic data. *AAPG An. Conv. and Exh., Houston, Texas*, April 10-13, 2011.
- Sani, K., Jacobson, M.L., and Sigit, R., 1995. The thin-skinned thrust structures of Timor. *Proc. Indon. Petrol. Assoc.* 24: 277-193.
- Sashida, K., Kamata, Y., Adachi, S., and Munasri, 1999. Middle Triassic radiolarians from west Timor, Indonesia. *J. Paleontology* 73: 765-786.
- Sawyer, R.K., Sani, K., Brown, S., 1993. Stratigraphy and sedimentology of west Timor, Indonesia. *Indon. Petrol. Assoc. Conv. Exhib. Proc.* 22: 1-20.
- Suwitodirjo, K. dan Tjokrosoetro, S., 1996. *Peta Geologi Lembar Kupang-Atambua, Timor*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Tucker, M.E. and Wright, V.P., 1990. *Carbonate sedimentology*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, London, Edinburg, Cambridge, 482 p.
- Wahyudiono, J., Safri, I., Sudradjat, A., dan Panggabean, H., 2016. Geokimia batuan gunungapi di Pulau Timor bagian barat dan implikasi tektoniknya. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, 17(4): 241-252.
- Wilson, J.L. 1975. *Carbonate facies in geologic history*. Springer-Verlag, New York, Heidelberg, Berlin, 471 p.
-

