

## BIOSTRATIGRAFI BATUGAMPING BERDASARKAN KANDUNGAN FORAMINIFERA BESAR DI DAERAH DONGGALA, SULAWESI TENGAH

Nurhikmah Supardi\*, Savira Aulia Rahmawati

Program Studi Teknik Geologi, Universitas Tadulako, Palu, Indonesia

\*Corresponding author. Email: [nurhikmah.supardi90@gmail.com](mailto:nurhikmah.supardi90@gmail.com)

Manuscript received: 6 February 2022; Received in revised form: 28 March 2022; Accepted: 20 April 2022

### Abstrak

Formasi Molasa Sulawesi sebagian besar disusun oleh sedimen klastik dan karbonat yang penyebarannya sangat luas di Pulau Sulawesi. Penelitian mengenai Formasi Molasa Sulawesi telah dilakukan beberapa peneliti. Namun belum ada penelitian detail tentang biostratigrafi batugamping di daerah Donggala, maka dari itu sangat penting dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis umur dan lingkungan pengendapan batugamping Formasi Molasa Sulawesi berdasarkan kandungan foraminifera besar. Metode yang digunakan dalam pengambilan data adalah *measuring section*. Pengambilan data lapangan dilakukan dengan pengukuran stratigrafi meliputi kedudukan batuan, identifikasi litologi, ketebalan dan pengambilan sampel batuan. Pengamatan laboratorium dilakukan dengan menggunakan mikroskop polarisasi untuk mengamati sayatan tipis batuan guna mengetahui spesies foraminifera besar, komposisi mineral dan organik penyusun. Hasil pengamatan lapangan menjumpai empat jenis litologi yaitu *wackestone*, *packstone*, *grainstone* dan *floatstone*. Hasil pengamatan fosil foraminifera besar dalam sayatan tipis batugamping daerah penelitian, terdapat 24 spesies foraminifera besar yang teridentifikasi. Diantaranya terdapat empat fosil indeks yaitu *Miogypsinoides dehaarti* (van der Vlerk), *Paleomiogypsina bononensis* (Matsumaru), *Miogypsina* sp, (Vaughan), *Paleomiogypsina* sp, dan *Miogypsinella* sp, (Aquitanian). Berdasarkan penarikan umur dan deskripsi fosil foraminifera besar, diketahui bahwa batugamping daerah penelitian berumur Miosen Awal-Miosen Tengah dengan lingkungan pengendapan berada pada zona *lagoon* hingga *forereef shelf*.

**Kata Kunci:** batugamping; foraminifera besar; Formasi Molasa Sulawesi.

### Abstract

The Sulawesi Molasa Formation is mostly composed of clastic and carbonate sediments which are widely distributed on the island of Sulawesi. Research on the Sulawesi Molasa Formation has been carried out by several researchers. However, there has been no detailed research on limestone biostratigraphy in the Donggala area, so it is very important to do it. This study aims to analyze the age and depositional environment of the Sulawesi Molasa Formation limestone based on the content of large foraminifera. The method used in data collection is measuring section. Field data collection was carried out by stratigraphic measurements including lithology identification, thickness and rock sampling. Laboratory observations were carried out using a polarizing microscope to observe a thin section of rock to determine the species of large foraminifera, their mineral and organic compositions. From the results of field observations found four types of lithology, namely wackestone, packstone, grainstone and floatstone. Based on the observation of large foraminifera fossils in a thin section of limestone in the study area, there are 24 species of large foraminifera identified. Among them, there are four index fossils, namely *Miogypsinoides dehaarti* (van der Vlerk), *Paleomiogypsina bononensis* (Matsumaru), *Miogypsina* sp, (Vaughan), *Paleomiogypsina* sp, and *Miogypsinella* sp, (Aquitanian). Based on age

withdrawal and description of large foraminifera fossils, it is known that the limestones of the study area are Early Miocene-Middle Miocene age with the depositional environment in the lagoon zone to the forereef shelf.

**Keywords:** large foraminifera; limestone; Sulawesi Molasa Formation.

## Pendahuluan

Pulau Sulawesi mempunyai bentuk seperti huruf “K”. Kondisi geologi pulau Sulawesi bagian barat berbeda dengan bagian timurnya. Bagian barat didominasi oleh batuan hasil kegiatan gunung api dan batuan sedimen. Bagian timurnya didominasi oleh batuan klastik dan karbonat yang umumnya berumur Neogen, dinamai Formasi Molasa Sulawesi (Surono and Hartono, 2013).

Menurut Sukamto et al. (1973), Formasi Molasa Sulawesi mengandung rombakan yang berasal dari formasi-formasi lebih tua. Terdiri dari konglomerat, batupasir, batulempung, batugamping koral dan napal yang semuanya hanya mengeras lemah.

Penelitian mengenai Formasi Molasa Sulawesi yang membahas tentang penyebaran, litologi penyusun, diagenesis, dan hubungan stratigrafi telah dilakukan sebelumnya (Surono and Hartono, 2013). Namun belum ada penelitian detail tentang biostratigrafi, maka dari itu sangat penting dilakukan penelitian ini untuk mengetahui umur dan lingkungan pengendapan batugamping di daerah Donggala.

Salah satu cara untuk mengetahui umur dan lingkungan pengendapan suatu batuan sedimen karbonat adalah menganalisis kandungan foraminifera besar. Foraminifera besar dapat dijumpai pada batugamping yang merupakan anggota dari endapan Molasa Sulawesi pada daerah penelitian.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis umur dan lingkungan pengendapan batugamping Formasi Molasa

Sulawesi berdasarkan kandungan foraminifera besar.

## *Geologi Daerah Penelitian*

Secara regional daerah penelitian termasuk dalam Peta Geologi Lembar Palu (Sukamto et al., 1973). Berdasarkan ciri litologi yang dijumpai di lapangan, daerah penelitian masuk ke dalam Formasi Molasa Celebes Sarasin yang terdiri dari konglomerat, batupasir, batulempung, batugamping dan napal (Sukamto et al., 1973).

## *Batugamping*

Menurut Maulana (2019), klasifikasi batugamping secara umum didasarkan oleh beberapa hal, yaitu jenis butiran karbonat atau *allochem*, dan angka perbandingan antara butiran dan mikrit. Selain itu, kemas butiran atau fabrik juga digunakan untuk mengklasifikasikan batuan karbonat yang sering diistilahkan dengan *grain supported* dan *mud supported*. *Grain supported* digunakan apabila butiran pada batuan sedimen saling kontak satu sama lain, yang memperlihatkan rongga-rongga antar butiran tidak terisi oleh lumpur atau matriks. Sebaliknya, *mud-supported* menunjukkan butiran tidak saling bersentuhan satu sama lain dan tampak mengambang di atas lumpur karbonat. Salah satu klasifikasi batugamping yang umum digunakan adalah klasifikasi Embry dan Klovan (1971) yang merupakan pengembangan klasifikasi batugamping oleh Dunham (1962).

## *Foraminifera Besar*

Foraminifera adalah organisme bersel tunggal yang hidup secara akuatik, mempunyai satu atau lebih kamar yang terpisah satu sama lain oleh sekat (septa) yang ditembusi oleh banyak lubang halus

(Pringgoprawiro and Kapid, 2000). Foraminifera mempunyai peranan yang sangat penting dalam dunia geologi, salah satunya adalah menentukan lingkungan pengendapan.

Berdasarkan ukurannya foraminifera dibagi menjadi dua yaitu foraminifera besar dan foraminifera kecil. Foraminifera besar memiliki ukuran berkisar antara 600 mikron - 20 cm, hidup secara bentonik dan bersimbiosis dengan alga dan diatom. (BouDagher-Fadel, 2008).

Foraminifera besar merupakan organisme uniseluler yang termasuk dalam *Kingdom* Protista. Proses pengamatan dan klasifikasinya, hanya dapat diamati dengan bantuan mikroskop polarisasi. Pada pengamatannya, terdapat hal-hal penting yang perlu diperhatikan antara lain; bentuk cangkang, posisi dan susunan kamar embrionik, kamar lateral, kamar dan median (BouDagher-Fadel, 2008).

#### *Biozonasi Foraminifera Besar*

Menurut Wagner (1964), foraminifera besar terbagi menjadi dua kelompok umur yaitu kelompok umur Mesozoik & Kenozoik dan kelompok umur Paleozoik. Pada umur Mesozoik & Kenozoik, foraminifera besar terbagi menjadi 7 kelompok dari kelompok A sampai H. Sedangkan pada umur Paleozoik, terbagi menjadi 2 kelompok yaitu kelompok I dan kelompok J. Kelompok A, B dan D keberadaannya yang cukup melimpah pada batuan karbonat yang ada di Indonesia.

Klasifikasi umur Tersier foraminifera besar untuk daerah Indonesia pertama kali disusun oleh van der Vlerk dan Umbgrove (Lunt dan Allan, 2004). Klasifikasi huruf ini membagi Tersier dalam enam zona, yaitu Ta, Tb, Tc, Td, Te, dan Tf. Kemudian para ahli mempublikasikan klasifikasi huruf yang telah direvisi. Klasifikasi huruf paling sering digunakan saat ini di Indonesia yaitu dari Adam (1970).

Adam (1970) membagi klasifikasi van der Vlerk menjadi lebih detil. Klasifikasi huruf zona Ta1 setara dengan Eosen Awal, klasifikasi huruf zona Ta2 setara dengan Eosen Tengah, dan klasifikasi huruf zona Tb adalah Eosen akhir. Oligosen Awal ditandai oleh klasifikasi huruf zona Tc, sedangkan Oligosen Akhir ditandai oleh klasifikasi huruf zona *lower* Td. Klasifikasi huruf zona *upper* Te merupakan Miosen Awal. Miosen Tengah setara dengan klasifikasi huruf zona *lower* Tf, sedangkan *upper* Tf dan Tg merupakan Miosen Akhir. Klasifikasi huruf zona Tg berada pada batas Miosen-Pliosen, klasifikasi huruf zona Th merupakan urutan termuda yang setara dengan Pliosen.

#### *Lingkungan Pengendapan*

Adaptasi foraminifera terhadap lingkungannya akan membentuk karakteristik unik pada komposisi dan morfologi cangkangnya, sehingga kelompok foraminifera tertentu mampu memberi gambaran lingkungan pengendapan. Lingkungan pengendapan dibagi menjadi lima zona yaitu *lagoon*, *backreef shelf*, *reef*, *forereef shelf* dan *abyssal* (BouDagher-Fadel, 2008). Setiap zona dicirikan oleh karakteristik tertentu seperti jenis litologi, kehadiran koral, alga, biostrom dan foraminifera besar.

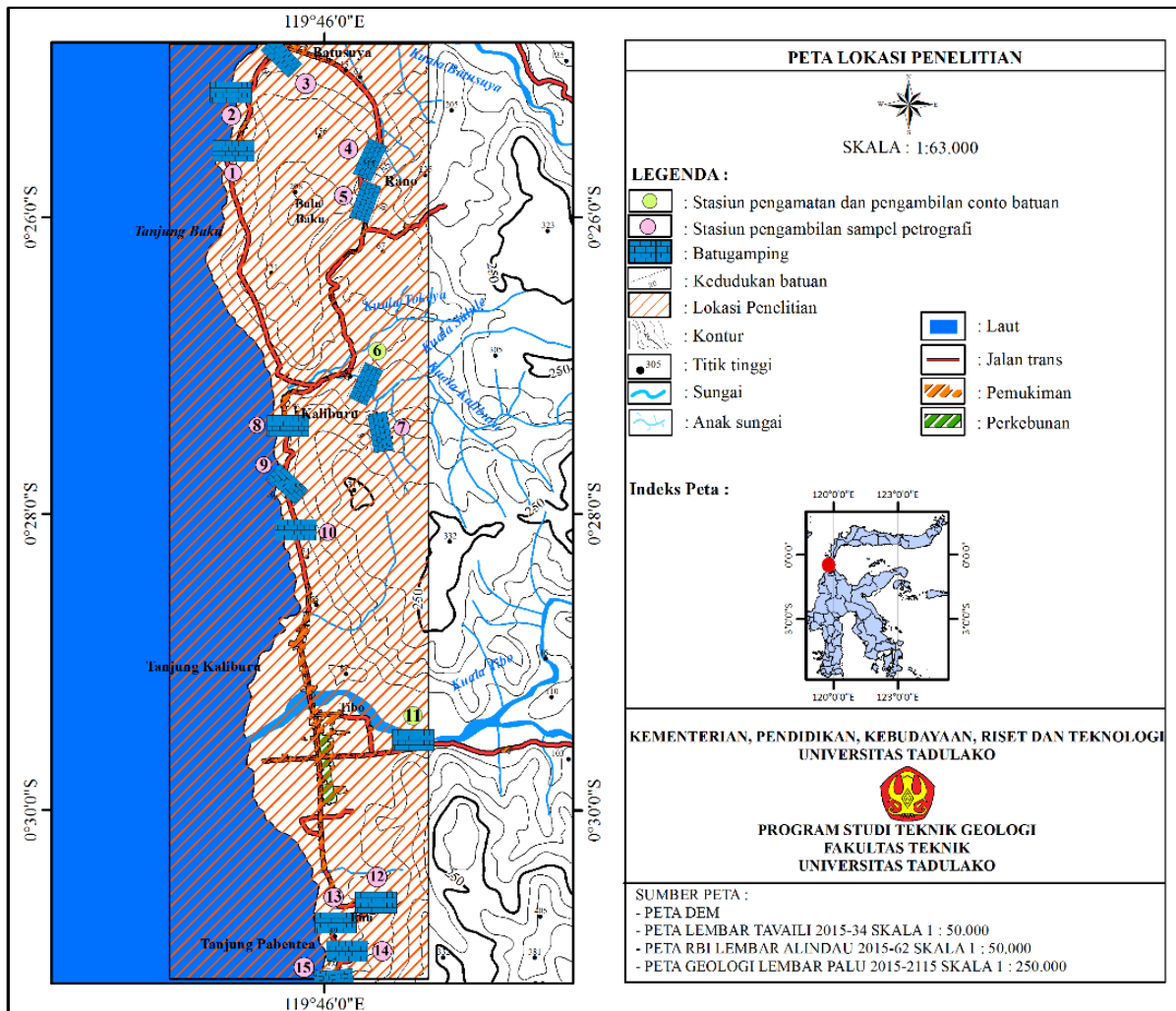
#### **Metode Penelitian**

Lokasi penelitian secara administratif terletak di Desa Enu hingga Batusuya yang mencakup sebagian Kecamatan Sindue dan sebagian Kecamatan Sindue Tobata Kabupaten Donggala Provinsi Sulawesi Tengah (Gambar 1). Secara astronomis terletak pada 119°45'00''-119°46'40.''BT dan 00°25'00''-00°25'31''LS. Akses menuju lokasi penelitian dapat dicapai dengan kendaraan roda dua maupun roda empat dengan jarak tempuh ±48 km dari Kota Palu ke arah utara.

Metode yang digunakan dalam pengambilan data adalah *measuring section*. Pengambilan data lapangan meliputi identifikasi litologi, ketebalan dan pengambilan sampel batuan di tiap perubahan litologi. Sampel batuan kemudian disayat untuk diamati di laboratorium. Pengamatan laboratorium dilakukan dengan menggunakan mikroskop polarisasi untuk mengamati sayatan tipis batuan. Pengamatan ini bertujuan mengetahui spesies foraminifera besar, komposisi mineral dan organik penyusun litologi sehingga memudahkan dalam penamaan batugamping dengan

menggunakan klasifikasi Embry and Klovan (1971).

Analisis data pada penelitian ini terbagi dua yaitu analisis umur dan lingkungan pengendapan. Menentukan umur foraminifera besar menggunakan zonasi klasifikasi huruf (van der Vlerk and Umbgrove, 1972). Penentuan lingkungan pengendapan menggunakan klasifikasi lingkungan pengendapan foraminifera besar menurut BouDagher-Fadel (2008).



Gambar 1. Peta lokasi penelitian.

## Hasil dan Pembahasan

### Identifikasi litologi batugamping

Singkapan batugamping di lokasi penelitian memiliki tebal 86,8 meter dengan 15 stasiun pengambilan sampel batuan dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Stasiun pengambilan sampel dan litologinya.

No	Stasiun	Litologi
1	1	Wackestone
2	2	Packstone
3	3	Grainstone
4	4A	Floatstone
5	4B	Packstone
6	5	Floatstone
7	6	Packstone
8	7	Packstone
9	8	Packstone
10	9	Packstone
11	10	Packstone
12	11	Packstone
13	12	Packstone
14	13	Wackestone
15	14	Grainstone
16	15A	Packstone
17	15B	Framestone

Adapun jenis litologi yang dijumpai berupa *wackestone*, *packstone*, *grainstone*, *floatstone* dan *framestone*. Berikut ini deskripsi tiap litologi:

### 1. *Wackestone*

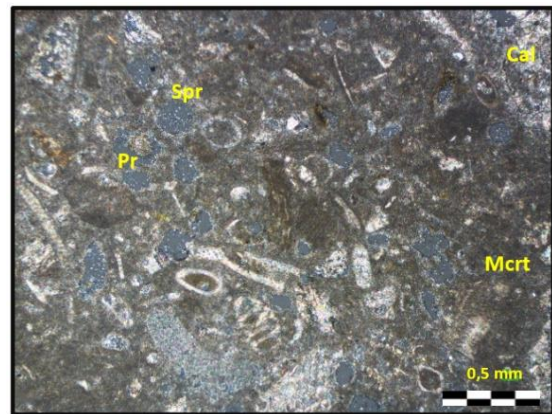


**Gambar 2.** Kenampakan petrografi *wackestone* pada stasiun 1 yang tersusun oleh *skeletal grain*, berupa fosil foraminifera (Fr), koral (Cr) dan alga (Alg). *Non-skeletal grain* berupa mineral kalsit (Cal) serta matriks berupa mikrit (Mcrt) dan semen berupa sparit (Spr), serta pori (Pr). Skala foto 0,5 mm (terdapat di kanan bawah gambar).

Kenampakan petrografi sayatan tipis *wackestone* di stasiun 1 dapat dilihat pada Gambar 2. Berwarna keabu-abuan pada nikol sejajar, dan abu-abu kecoklatan pada nikol silang. Bentuk material *subrounded - subangular*, ukuran material 0,01 mm – 1,2 mm, komposisi material *grain* terdiri dari *skeletal grain*, berupa fosil foraminifera (5%), koral (10%) dan alga (10%). *Non-*

*skeletal grain* berupa mineral kalsit (10%) serta matriks berupa mikrit (25%) dan semen berupa sparit (20%), serta pori (20%).

### 2. *Packstone*



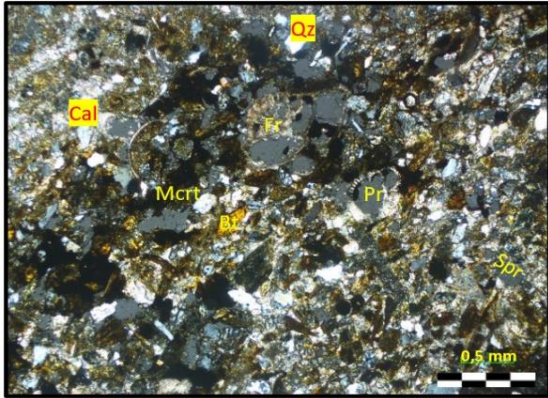
**Gambar 3.** Kenampakan petrografi *packstone* pada stasiun 2 yang tersusun oleh *skeletal grain*, berupa fosil foraminifera (Fr), koral (Cr) dan alga (Alg). *Non-skeletal grain* berupa mineral kuarsa (Qz) serta matriks berupa mikrit (Mcrt) dan semen berupa sparit (Spr), serta pori (Pr). Skala foto 0,5 mm.

Kenampakan petrografi sayatan tipis *packstone* di stasiun 2 dapat dilihat pada Gambar 3). Berwarna keabu-abuan pada nikol sejajar, dan berwarna abu-abu kecoklatan pada nikol silang, bentuk material *subrounded - subangular*, ukuran material 0,01 mm – 3 mm, komposisi material *grain* terdiri dari *skeletal grain*, berupa fosil foraminifera (15%), koral (2%) dan alga (3%). *Non-skeletal grain* berupa mineral kuarsa (15%) serta matriks berupa mikrit (30%) dan semen berupa sparit (15%), serta pori (20%).

### 3. *Grainstone*

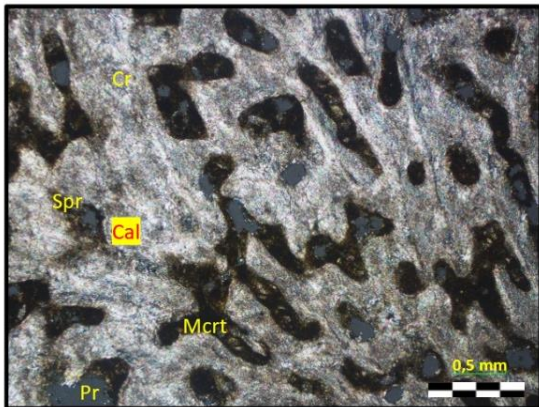
Kenampakan petrografi sayatan tipis stasiun 3 dapat dilihat pada Gambar 4. Berwarna keabu-abuan pada nikol sejajar, dan berwarna abu-abu kecoklatan pada nikol silang, bentuk material *subrounded - subangular*, ukuran material 0,01 mm – 2 mm, komposisi material *grain* terdiri dari *skeletal grain*, berupa fosil foraminifera (5%), koral (2%) dan alga (3%). *Non-skeletal grain* berupa mineral kuarsa (10%), kalsit (10%), biotit (5%)

serta matriks berupa mikrit (20%) dan semen berupa sparit (30%), serta pori (20%).



**Gambar 4.** Kenampakan petrografi *packstone* pada stasiun 3 yang tersusun oleh *skeletal grain*, berupa fosil foraminifera (Fr), koral (Cr) dan alga (Alg). *Non-skeletal grain* berupa mineral kuarsa (Qz), kalsit (Cal), biotit (Bt), serta matriks berupa mikrit (Mcrt) dan semen berupa sparit (Spr), serta pori (Pr). Skala foto 0,5 mm.

#### 4. *Floatstone*

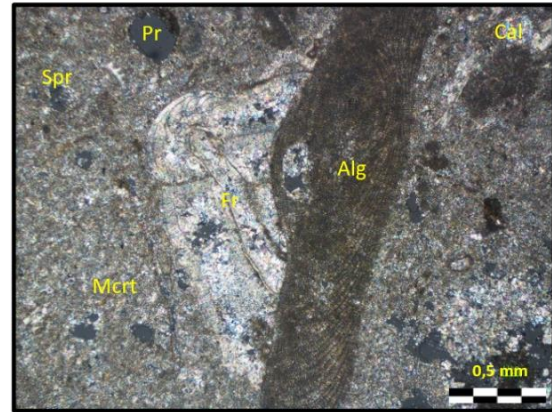


**Gambar 5.** Kenampakan petrografi *floatstone* pada stasiun 4A berupa fosil foraminifera (Fr) dan alga (Alg). *Non-skeletal grain* berupa mineral kalsit (Cal) serta matriks berupa mikrit (Mcrt) dan semen berupa sparit (Spr), serta pori (Pr). Skala foto 0,5 mm.

Kenampakan petrografi sayatan tipis *floatstone* di stasiun 4 dapat dilihat pada Gambar 5. Berwarna keabu-abuan pada nikol sejajar, dan berwarna abu-abu kecoklatan pada nikol silang, bentuk material *subrounded - subangular*, ukuran material 0,01 mm - 30 mm, komposisi material *grain* terdiri dari *skeletal grain*, berupa fosil foraminifera (10%) dan alga (15%). *Non-skeletal grain* berupa mineral

kalsit (20%) serta matriks berupa mikrit (20%) dan semen berupa sparit (25%), serta pori (10%).

#### 5. *Framestone*

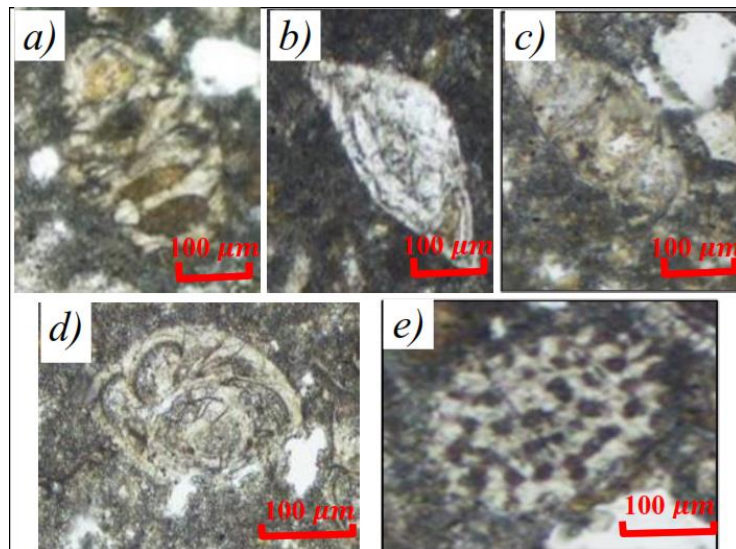


**Gambar 6.** Kenampakan petrografi *framestone* pada stasiun 15B yang tersusun oleh *skeletal grain*, berupa koral (Cr). *Non-skeletal grain* berupa mineral kuarsa (Qz) serta matriks berupa mikrit (Mcrt) dan semen berupa sparit (Spr), serta pori (Pr). Skala foto 0,5 mm.

Kenampakan petrografi sayatan tipis *framestone* di stasiun 15B dapat dilihat pada Gambar 6. Berwarna keabu-abuan pada nikol sejajar, dan berwarna abu-abu kecoklatan pada nikol silang, bentuk material *subrounded - subangular*, ukuran material 0,01 mm – 30 mm., komposisi material *grain* terdiri dari *skeletal grain*, berupa koral (30%). *Non-skeletal grain* berupa mineral kalsit (20%) serta matriks berupa mikrit (30%) dan semen berupa sparit (10%), serta pori (10%).

#### *Identifikasi Foraminifera Besar*

Hasil pengamatan fosil foraminifera besar dalam sayatan tipis batugamping daerah penelitian, terdapat 24 spesies foraminifera besar yang teridentifikasi. Diantaranya terdapat empat fosil indeks yaitu *Miogypsinoides dehaarti* (van der Vlerk), *Paleomiogypsina bononensis* (Matsumaru), *Miogypsina* sp., (Vaughan), *Paleomiogypsina* sp, dan *Miogypsinella* sp, (Aquitanian) dapat dilihat pada Gambar 7.



**Gambar 7.** Kenampakan foraminifera besar yang menjadi fosil indeks, a. *Miogypsinoides dehaarti* (van der Vlerk), b. *Paleomiogypsina bononensis* (Matsumaru), c. *Paleomiogypsina sp.*, d. *Miogypsinella sp.*, (Aquitanian) dan e. *Miogypsina sp.*, (Vaughan). Skala foto 100  $\mu\text{m}$ .

#### Analisis Umur Batugamping

Dasar penentuan umur batugamping daerah penelitian menggunakan zonasi van der Vlerk and Umbgrove (1972). Penarikan umur batugamping ini dilakukan dengan mendeskripsi setiap foraminifera besar yang terdapat pada sayatan tipis batugamping. Hal tersebut untuk mengetahui fosil indeks atau fosil yang berumur singkat sehingga dapat digunakan sebagai acuan untuk mengetahui umur batugamping daerah penelitian. Berdasarkan penarikan umur dan deskripsi fosil foraminifera besar, diketahui bahwa batugamping daerah penelitian berumur Miosen Awal-Miosen Tengah (Te- Tf) atau 22,5-15 juta tahun yang lalu (Tabel 2).

#### Analisis Lingkungan Pengendapan Batugamping

Penentuan lingkungan pengendapan batugamping daerah penelitian didasarkan pada kandungan fosil foraminifera besar, jenis litologi serta kandungan koral dan alga menurut klasifikasi BouDagher-Fadel (2008). Kandungan fosil foraminifera besar daerah penelitian terdiri dari genus

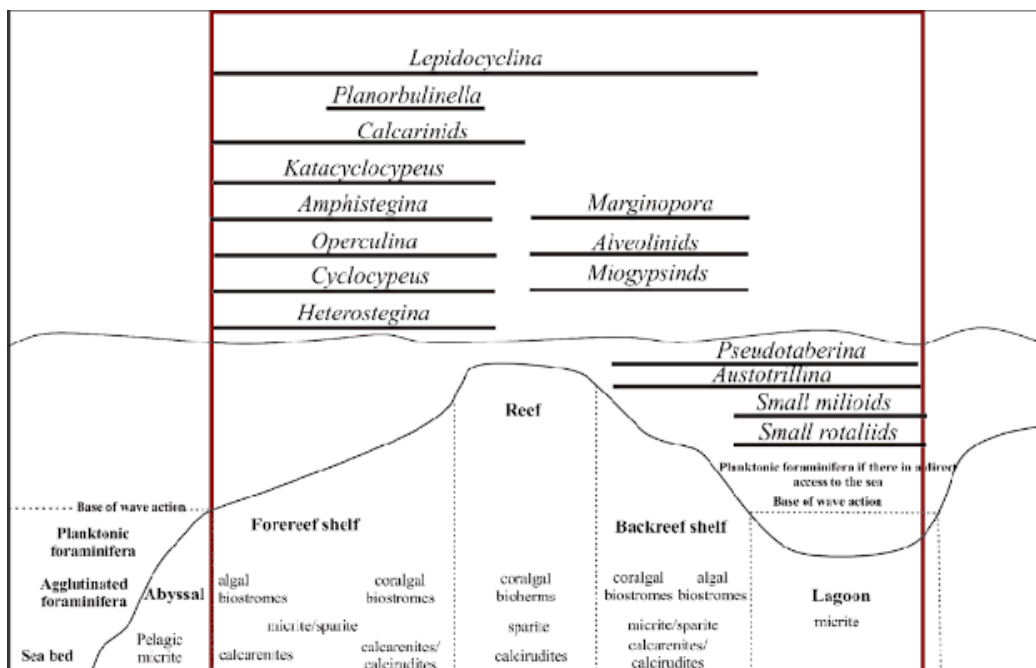
*Miogypsinoides*, *Austotrillina*, *Alveolinoi-*  
*des*, *Cycloclypeus*, *Heterostegina* dan  
*Lepidocyclina*. Litologi daerah penelitian  
didominasi oleh batuan *calcarenite* dan  
*calcirudite* serta mengandung mikrit, alga  
dan koral. Berdasarkan karakteristik  
tersebut, lingkungan pengendapan daerah  
penelitian berada pada zona *lagoon* hingga  
*forereef shelf* (Gambar 8). Perubahan  
lingkungan pengendapan ini secara umum  
diakibatkan oleh fluktuasi muka air laut  
yang terjadi di daerah penelitian.

#### Kesimpulan

Hasil analisis foraminifera besar pada batugamping dapat disimpulkan sebagai berikut: Berdasarkan kandungan fosil foraminifera besar, batugamping pada daerah penelitian berumur Miosen Awal-Miosen Tengah (22,5-15) juta tahun yang lalu. Lingkungan pengendapan batugamping berada pada zona *lagoon* hingga *forereef shelf* didasarkan pada kandungan fosil foraminifera besar dan karakteristik litologi pada daerah penelitian.

Tabel 2. Penarikan umur batugamping di lokasi penelitian.

Kandungan Fosil Foraminifera Besar	Ta1	Ta2	Tb	Tc	Td	Te	Tf	Tg	Th
<i>Miogypsinoides dehaarti</i> (van der Vlerk)						_____			
<i>Paleomiogypsina bononensis</i> (Matsumaru)						_____			
<i>Austrorillina asmariensis</i> (Adams)	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
<i>Alveolinella sp.</i> (Cushman)								_____	_____
<i>Miogypsina sp.</i> (Vaughan)						_____	_____		
<i>Paleomiogypsina sp.</i>						_____	_____		
<i>Miogypsinella sp.</i> (Aquitanian).						_____	_____		
<i>Cyclocypeus katacyclocypeus</i> (de Blainville, 1827)	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
<i>Brodinia</i> (Hanzawa, 1957)						_____	_____	_____	_____
<i>Rotalia trochidiformis</i> Lamarck						_____	_____	_____	_____
<i>Miogypsina tani</i> Drooger						_____	_____	_____	_____
<i>Austrorillina howchini</i> (Schlumberger)								_____	_____
<i>Austrorillina Brunni</i> (Marie)								_____	_____
<i>Victoriella sp.</i> (Sepkoski Jr. 2002)	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
<i>Spiroplectammina biformis</i> (Parker and Jones)						_____	_____	_____	_____
<i>Heterostegina boorneensis</i> (van der Vlerk)		_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
<i>Textulariella barrettii</i> (Jones and Parker)	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
<i>L. Nephrolepidina</i> (Rutten).					_____	_____	_____		
<i>Biarittizina sp.</i> (Vaughan)					_____	_____	_____		
<i>Lepidocyclina verbeeki</i> (Newton and Holland)		_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
<i>Nephrolepidina</i> BouDagher-Fadel and Lord	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
<i>Planorbulinella sp.</i> (Belford)	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
<i>Planorbulinella solida</i> (Belford)	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
<i>Miogypsina gunteri</i> (Cole)						_____	_____	_____	_____



Gambar 8. Lingkungan pengendapan daerah penelitian.



## Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih dipersembahkan kepada rekan-rekan dosen Teknik Geologi Universitas Tadulako yang telah membantu sekaligus memberikan masukan sehingga penelitian ini dapat terlaksana

## Daftar Pustaka

- Adam, C.G. 1970. *A Reconsideration of The East Indian Letter Classification of The Tertiary*. Bulletin of The British Museum (Natural History) Geology. 19(3), pp.1-137.
- BouDagher-Fadel, M.K. 2008). *Evolution and Geological Significance of Larger Benthic Foraminifera*. 1<sup>st</sup> ed. Amsterdam: Elsevier.
- Dunham, R.J. 1962. *Classification of Carbonate Rock According to Depositional Texture*, in Ham, W.E. (ed.), *Depositional Environment in Carbonate Rock*. AAPG Memoir 1, pp.108-121. <https://doi.org/10.1306/M1357>
- Embry, A.F. and Klovan, J.E. 1971. *A Late Devonian reef tract on Northeastern Banks Island, N.W.T1*. Bulletin of Canadian Petroleum Geology. 19(4), pp.730–781. <https://doi.org/10.35767/gscpgbul.1.19.4.730>
- Lunt, P. and Allan, T., 2004. *A History and Application of Larger Foraminifera in Indonesian Biostratigraphy, Calibrated to Isotopic Dating*. Geology Research Development Centre Museum, Bandung, Workshop on Micropaleontology, 109p.
- Maulana, A. 2019. *Petrologi*. Yogyakarta: Penerbit Ombak.
- Pringgoprawiro, H. and Kapid, R. 2000. *Foraminifera: Pengenalan Mikrofosil dan Aplikasi Biostratigrafi*. Bandung: Penerbit ITB.
- Sukamto, R., Sumardirdja, H., Suptandar, T., and Sudana, D. 1973. *Peta Geologi Regional Lembar Palu*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Direktorat Jenderal Pertambangan Umum dan Energi.
- Surono, and Hartono, U. 2013. *Geologi Sulawesi*. Jakarta: LIPI Press.
- van der Vlerk, I.M. and Umbgrove, J.H.L. 1927. *Tertiaire gidsforaminiferen uit Nederlandsch Oost-Indie*. Wetenschappelijke Mededeelingen, Dienst Mijnbouw Bandoeng. 6, pp.1–31.
- Wagner, C.W. 1964. *Manual of Larger Foraminifera: Generic Determination and Stratigraphic Value*. Bataafse Internationale Petroleum Maatschappij.