

REKONSTRUKSI BATIMETRI DAN IKLIM PURBA BERDASARKAN FORAMINIFERA DAERAH RALLA BARRU, SULAWESI SELATAN INDONESIA

RECONSTRUCTIONS OF BATHYMETRY AND PALEOCLIMATE BASED ON FORAMINIFERA FROM RALLA BARRU, SOUTH SULAWESI INDONESIA

Meutia Farida¹, Tati Fitriana¹, Jimmi Nugraha^{1,2}

¹Teknik Geologi Universitas Hasanuddin, Jl. Perintis Kemerdekaan Km.10, Makassar, 90245

² Puslitbang BMKG, Jl. Angkasa 1 No.2 Kemayoran, Jakarta, 10720

*E-mail: jimmi.nugraha@gmail.com

Naskah masuk: 23 Maret 2017; Naskah diperbaiki: 18 Oktober 2016; Naskah diterima: 20 Desember 2016

ABSTRAK

Daerah Ralla terletak di Kabupaten Barru Provinsi Sulawesi Selatan, tersusun atas batuan karbonat dan vulkanik. Salah satu komponen utama penyusun batuan ini adalah kandungan fosil foraminifera baik planktonik maupun bentonik yang jumlahnya melimpah. Penentuan umur dan lingkungan pengendapan purba (*paleobathymetry*), menggunakan foraminifera sebagai proksi iklim purba (*paleoclimate*) yang baik. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode Penampang Stratigrafi Terukur (*Measuring Section*) pada singkapan napal dan batugamping dengan ketebalan mencapai 748,16 sentimeter yang terdiri dari 23 lapisan batuan. Hasil identifikasi dan determinasi fosil foraminifera menunjukkan bahwa pada sampel terdapat 46 spesies bentonik dan 28 spesies planktonik, dengan kisaran umur batuan adalah Eosen Bawah bagian atas (P9) – Eosen Tengah bagian tengah (P11), perubahan batimetri dengan siklus pengendapan *inner neritic – upper bathyal - outer neritic*. Jumlah spesies yang beragam dan sangat melimpah serta ukuran fosil yang besar menunjukkan nutrisi pada saat itu sangat berlimpah, dengan temperatur 0°– 27°C sebagai kondisi iklim hangat (*warm water*).

Kata kunci: Foraminifera, Iklim hangat, Iklim purba, *Paleobathymetry*, Ralla.

ABSTRACT

Ralla area is located in Barru District, South Sulawesi Province which consisted of carbonate and volcanic rocks. One of the main components of these rocks is foraminifera fossils, include planktonic and bentonic which founded to be abundance. In determining the age and depositional environment (*paleobathymetry*), foraminifera fossils could be used as a good *paleoclimate* proxy. The research was conducted by Stratigraphy Measured (*Measuring Section*) method in marl and limestone outcrop with a thickness of up to 748.16 centimeters which consists of 23 rock layers. Identification and determination of foraminifera fossils suggests that there are 46 bentonic and 28 planktonic species on samples, which are estimated the age of the rocks range from the end of lower Eocene (P9) till the middle of Middle Eocene (P11), bathymetry changes with cycle from *inner neritic – upper bathyal – outer neritic*. The abundant and diverse species and large-size fossils suggest that the nutrient was abundant with temperature 0° – 27°C as a warm climate condition (*warm water*).

Keywords: Foraminifera, Warm Climate, *Paleoclimate*, *Paleobathymetry*, Ralla.

1. Pendahuluan

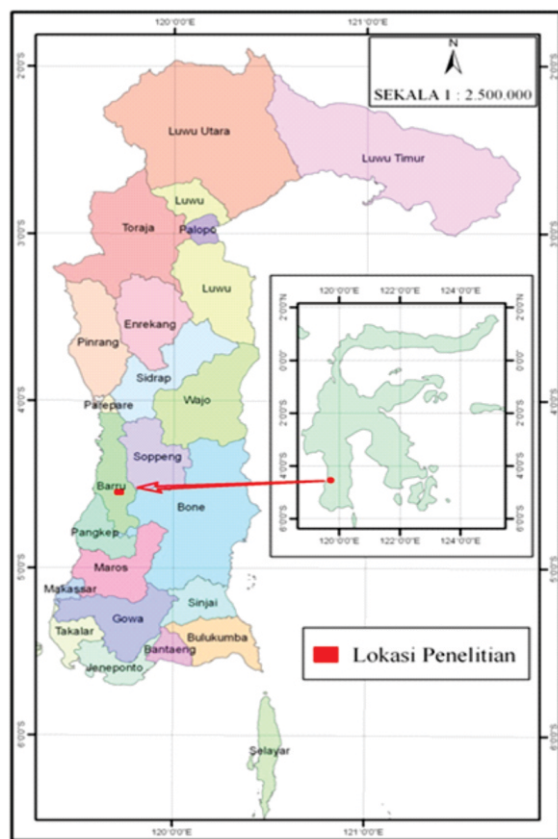
Daerah Ralla termasuk dalam wilayah Kabupaten Barru, Provinsi Sulawesi Selatan (Gambar 1). Hasil penelitian dari beberapa peneliti terdahulu diketahui bahwa daerah penelitian tersusun oleh Formasi Tonasa dan Formasi Camba. Pada Formasi Tonasa dijumpai kandungan fosil foraminifera yang melimpah. Fosil foraminifera besar maupun kecil pada batugamping

sedangkan foraminifera kecil hanya dijumpai pada napal [1]. Geologi regional daerah Ralla termasuk dalam Geologi regional Lembar Pangkajene dan Watampone bagian Barat. Stratigrafi regional daerah Ralla tersusun oleh batuan tertua Formasi Tonasa (Temt) berumur Eosen Awal – Miosen Tengah, dan di atasnya secara tidak selaras terendapkan Formasi Camba. Struktur geologi pada daerah ini adalah sesar geser [2].

Daerah Ralla memiliki kondisi geologi yang menarik, sebagaimana dijelaskan oleh peneliti terdahulu [2,3], (Gambar 2), perselingan batulempung karbonatan dan batugamping yang tebal dengan kandungan fosil melimpah, kemudian di atas batuan ini terendapkan batugamping yang tebal, hal tersebut menunjukkan adanya perubahan batimetri dan iklim di daerah penelitian.

Fosil foraminifera merupakan salah satu komponen penting dalam batuan sedimen, khususnya sedimen laut (*marine*). Keberadaan fosil tersebut menjadi indikator yang baik untuk menentukan umur relatif batuan dan lingkungan purba (*paleoenvironment*), dimana sifat fisik dan kimia air laut mengontrol perkembangan organisme atau biota yang hidup di lingkungan tersebut, sehingga dapat dijadikan sebagai alat untuk membuat rekonstruksi lingkungan purba khususnya lautan (*paleoceanography*) [4].

Foraminifera merupakan urutan penting dalam protozoa bersel satu, yang hidup baik di dasar laut (bentonik) maupun yang melayang di kolom laut (planktonik) [5]. Foraminifera adalah protozoa yang mempunyai cangkang, hidup di lingkungan akuatik termasuk laut, air payau, atau air tawar dan tersebar pada seluruh wilayah terutama di daerah tropis [4].

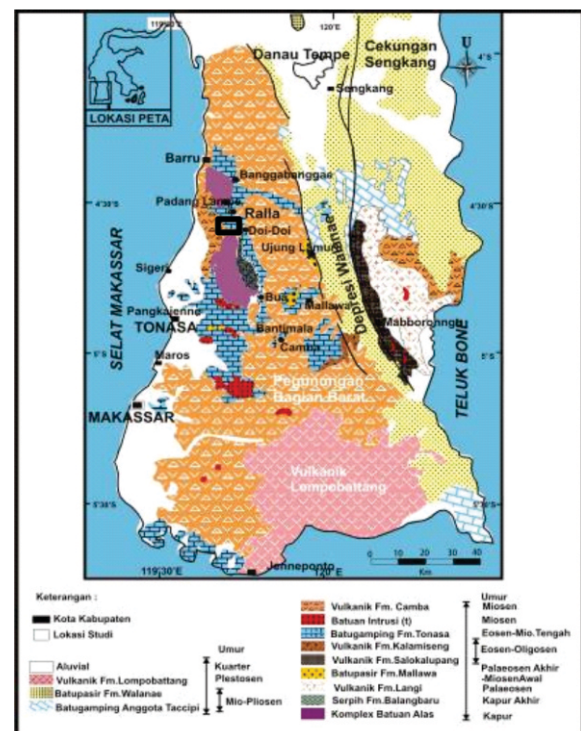


Gambar 1. Lokasi Penelitian

Selain itu, fosil ini dapat digunakan dalam rekonstruksi paleoekologi [6], iklim purba [7,8], dan paleoseanografi [9].

Foraminifera terdapat di lingkungan laut memanjang dari lingkungan tidal (pasang surut) pada wilayah rawa (*marsh*) hingga abisal. Tiap lingkungan memiliki karakteristik spesies tertentu termasuk keanekaragaman dan kelimpahannya [6,10]. Beberapa parameter lingkungan menjadi kontrol utama dalam pola penyebaran foraminifera, yaitu kedalaman, suhu, salinitas, ketersediaan makanan dan ketersediaan oksigen [7]. Foraminifera secara khusus penting dalam studi sejarah iklim dari Kenozoik – Kuarter sebab isotop pada cangkang CaCO_3 merekam perubahan temperature dan kimia air laut. Setiap spesies pada bentonik beradaptasi pada kisaran suhu tertentu, pada suhu tersebut bentonik bisa bereproduksi dengan baik [5].

Selain foraminifera bentonik, planktonik juga sangat baik untuk menentukan temperatur dan sirkulasi air laut. Planktonik hidup dalam kolom air tertentu sehingga memberikan gambaran stratifikasi air laut dan arus vertikal (*upwelling*), yang terjadi akibat perubahan suhu bawah permukaan. Arus ini membawa nutrisi ke permukaan air laut [5,10]. Foraminifera dalam aplikasinya semakin berkembang, tidak hanya dimanfaatkan untuk penentuan umur dan lingkungan pengendapan, namun juga dimanfaatkan dalam mempelajari bagaimana kondisi arus-arus global, iklim, ekologi dan sebagainya.



Gambar 2. Peta Geologi Regional Lengan Selatan Sulawesi [3]

Salah satu aplikasi foraminifera baik planktonik maupun bentonik digunakan dalam eksplorasi minyak dan gas bumi [5]. Beberapa penelitian tentang fosil foraminifera dibandingkan dengan yang masih hidup (modern) dapat membantu memahami bagaimana kondisi lingkungan purbanya [4].

Penelitian ini bertujuan untuk membuat rekonstruksi iklim purba berdasarkan kelimpahan fosil foraminifera kecil, baik bentonik maupun planktonik.

2. Metode Penelitian

Untuk mencapai tujuan penelitian, maka dilakukan metode penelitian yang meliputi pengumpulan data, pengolahan data, analisis dan interpretasi.

Pengumpulan data lapangan dilakukan dengan pengambilan sampel permukaan menggunakan metode “*measuring section*”. Metode ini dilakukan apabila kondisi singkapan memiliki ketebalan yang signifikan dan jenis perlapisan batuan yang bervariasi. Kemudian dilakukan sketsa atau foto singkapan baik keseluruhan maupun detail, pengukuran ketebalan dan strike/dip, kemiringan lereng (*slope*), deskripsi batuan, struktur sedimen serta pengambilan sampel pada setiap litologi yang berbeda.

Data lapangan selanjutnya diolah di Laboratorium Paleontologi Universitas Hasanuddin dengan tahapan: pemilahan sampel (*sorting*) dan preparasi dari sampel terpilih, kemudian disiapkan sampel kering sekitar 100 gram, kemudian sampel tersebut dihancurkan/dihaluskan dengan menggunakan palu geologi/porselen. Setelah itu sampel dimasukkan ke dalam larutan H_2O_2 (10-15% mol) untuk memisahkan mikrofosil dengan sedimen/matriks. Setelah direndam kurang lebih 2 - 5 jam, residu tersebut dibilas dengan air bersih dan dikeringkan. Selanjutnya sampel yang telah kering dikemas dalam plastik dan diberi nomor/label. Dan sampel pun siap untuk dideterminasi. Proses preparasi hingga determinasi dilakukan selama 1 (satu) bulan.

Data lapangan hasil *measuring section* kemudian dibuat dalam bentuk kolom penampang stratigrafi (lihat lampiran). Sampel yang siap dideterminasi kemudian dikuartering, selanjutnya dianalisis dibawah mikroskop binokuler. Determinasi fosil untuk penentuan nama genus dan spesies menggunakan atlas fosil untuk deskripsi bentonik [11] dan untuk planktonik [12]. Merujuk hasil determinasi tersebut, fosil bentonik digunakan untuk menentukan lingkungan pengendapan dan iklim [5,13]. Serta klasifikasi umur batuan [14] dan interpretasi iklim purba [15].

3. Hasil dan Pembahasan

Pengukuran stratigrafi pada perselingan napal dan batugamping di daerah Ralla dengan lintasan berjarak ± 70 meter, sebanyak 23 perlapisan batuan dengan kedudukan arah dan kemiringan perlapisan N 23°E/10° (Gambar 3). Dari hasil determinasi fosil foraminifera pada setiap lapisan (dari tua ke muda) diperoleh sebagai berikut:

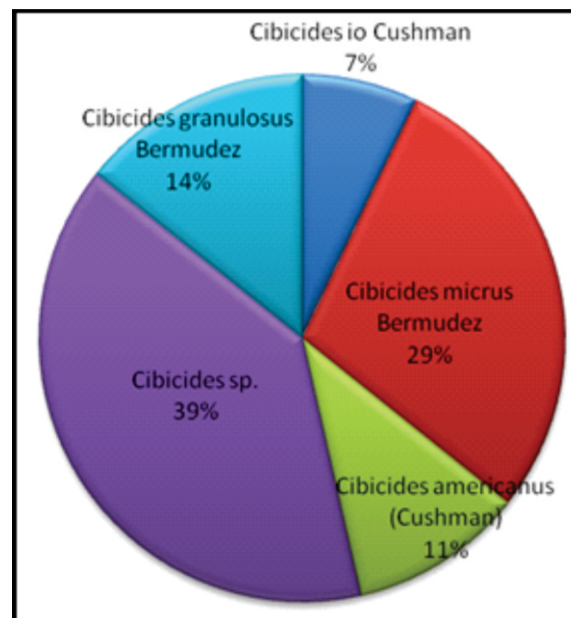
Lapisan bawah:

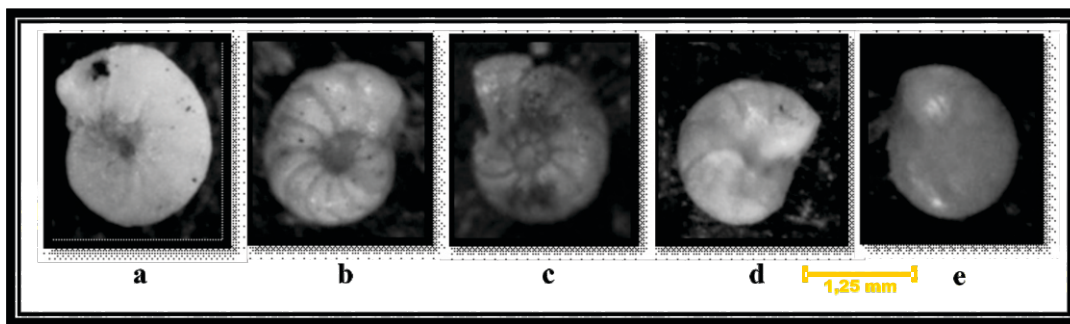
Terdiri dari Lapisan 1 dan 2, kandungan fosil foraminifera bentonik pada lapisan ini adalah : *Cibicides io* Cushman, *Cibicides micrus* Bermudez, *Cibicides americanus* (Cushman), *Cibicides* sp., dan *Cibicides granulosus* Bermudez (Tabel 1; Gambar 4).



Gambar 3. Lokasi Pengukuran “*Measuring Section*”

Tabel 1. Kandungan Foraminifera Bentonik Lapisan 1





Gambar 4. Kandungan Foraminifera Bentonik a. *Cibicides io* Cushman, b. *Cibicides micrus* Bermudez, c. *Cibicides americanus* (Cushman), d. *Cibicides* sp., e. *Cibicides granulatus* Bermudez

Tabel 2. Lingkungan Pengendapan Foraminifera Bentonik [13]

Transisi		Neritik		Bathyal		Kandungan Fossil Bentonik
Sungai	Rawa	Lagun	Fluvial-Marine	Pantai Terbuka		
					Inner (0-30,48)m	<i>Cibicides io</i> Cushman <i>Cibicides micrus</i> Bermudez <i>Cibicides americanus</i> (Cushman) <i>Cibicides</i> sp. <i>Cibicides granulatus</i> Bermudez
					Middle (30,48-91,44)m	
					Outer (91,44--182,88)m	
					Upper (128,88-457,2)m	
					Middle (457,2-914,4)m	
					Outer (914,4-1828,8)m	
					Abyssal (1828,8-4876,8)m	
					Hadal (>4876,8)m	

Berdasarkan kandungan fosil diatas, maka lingkungan pengendapan batuan ini adalah *inner neritic – middle neritic* atau Neritik Dalam – Neritik Tengah, pada kedalaman 0-30,48 meter [13], (Tabel 2).

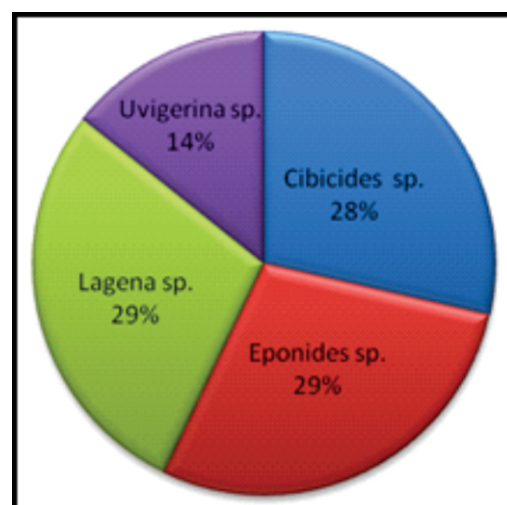
Kandungan foraminifera planktonik pada lapisan ini, adalah: *Globigerina soldadoensis* BRONNIMAN, *Globigerina senni* (BECKMANN), *Globorotalia bolivariana* (PETTERS), *Globorotalia aragonensis* NUTTAL, *Globorotalia wilcoxensis* CUSHMAN and PONTON, *Globigerapsis cerroazulensis* (COLE), *Globigerina collactea* (FINLAY), *Globigerina ouachitaensis* HOWE and WALLACE, *Globigerapsis index* (FINLAY), *Globigerina gravelli* BRONNIMANN, *Globigerina yeguaensis* WEINZIERL and APPLIN, dan *Hastigerina micra* (COLE)

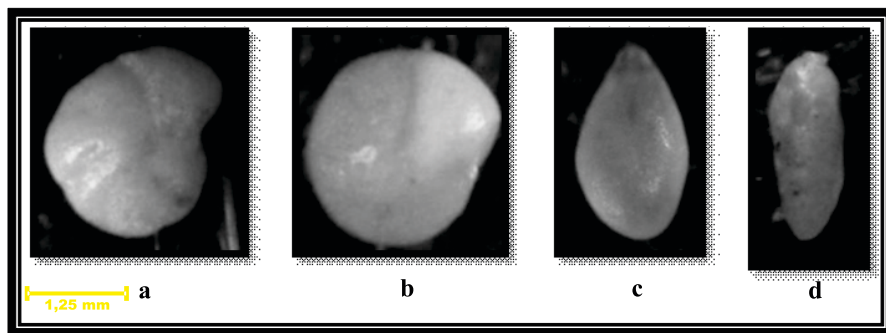
Determinasi umur batuan berdasarkan kandungan foraminifera tersebut adalah ditandai dengan pemunculan fosil *Globorotalia aragonensis* NUTTALL dan pemunculan akhir fosil *Globigerina soldadoensis* BRONNIMANN, sehingga diperoleh umur (P.9) pada kisaran hidup fosil *Globorotalia formosa* yang berumur Eosen Bawah bagian atas [14].

Lapisan 3 – 7:

Pada lapisan 3-7 terjadi perubahan kandungan fosil diantaranya ditunjukkan pada lapisan 4 (Tabel 3; Gambar 5) *Cibicides* sp., *Eponides* sp., *Lagena* sp., dan *Uvigerina* sp. Berdasarkan kandungan fosil bentonik di atas maka lingkungan pengendapan lapisan ini adalah *Middle Neritic – Outer Neritic* atau Neritik Tengah – Neritik Luar (kedalaman 30-182 meter) [13], (Tabel 4).

Tabel 3. Kandungan Foraminifera Bentonik Lapisan 4





Gambar 5. Kandungan Foraminifera Bentonik a. *Cibicides* sp., b. *Eponides* sp., c. *Lagena* sp., d. *Uvigerina* sp.

Tabel 4. Lingkungan Pengendapan Foraminifera Bentonik [13]

Transisi		Neritik		Bathyal		Kandungan Fosil Bentonik
Sungai Rawa	Lagun Fluvial-Marine	Pantai Terbuka	Inner (0-30,48)m	Middle (30,48-91,44)m	Outer (91,44-182,88)m	
				Upper (128,88-457,2)m	Middle (457,2-914,4)m	
				Outer (914,4-1828,8)m	Abyssal (1828,8-4876,8)m	
					Hadal (>4876,8)m	
						<i>Cibicides</i> sp. <i>Eponides</i> sp. <i>Lagena</i> sp. <i>Uvigerina</i> sp.

Fosil foraminifera kecil planktonik yang dijumpai pada lapisan ini yaitu: *Globigerapsis index* (FINLAY), *Globigerina ampliapertura* BOLLI, *Globigerina boweri* BOLLI, *Globigerina collactea* (FINLAY), *Globigerina ouachitaensis* HOWE and WALLACE, *Globigerina senni* (BECKMANN), *Globigerina soldadoensis* BRONNIMAN, *Globigerina yeguaensis* WEINZIERL and APPLIN, *Globorotalia bolivariana* (PETTERS), *Globorotalia centralis* CUSHMAN and BERMUDEZ, *Globorotalia increbescens* (BANDY), *Globorotalia wilcoxensis* CUSHMAN and PONTON, *Globorotalia gracillis* BOLLI, dan *Hastigerina micra* (COLE).

Penentuan umur lapisan 3-7 dengan memperhatikan perkembangan maksimum atau zona puncak dari spesies *Globigerina boweri* BOLLI (P.10 – P.11) yakni pada kisaran hidup fosil *Globorotalia bullbrookii* dan *Globigerapsis kugleri* yang menunjukkan umur Eosen Tengah bagian bawah [14].

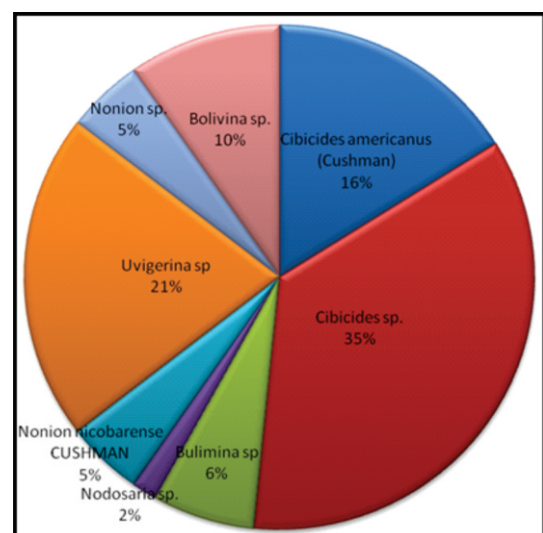
Lapisan 8–13:

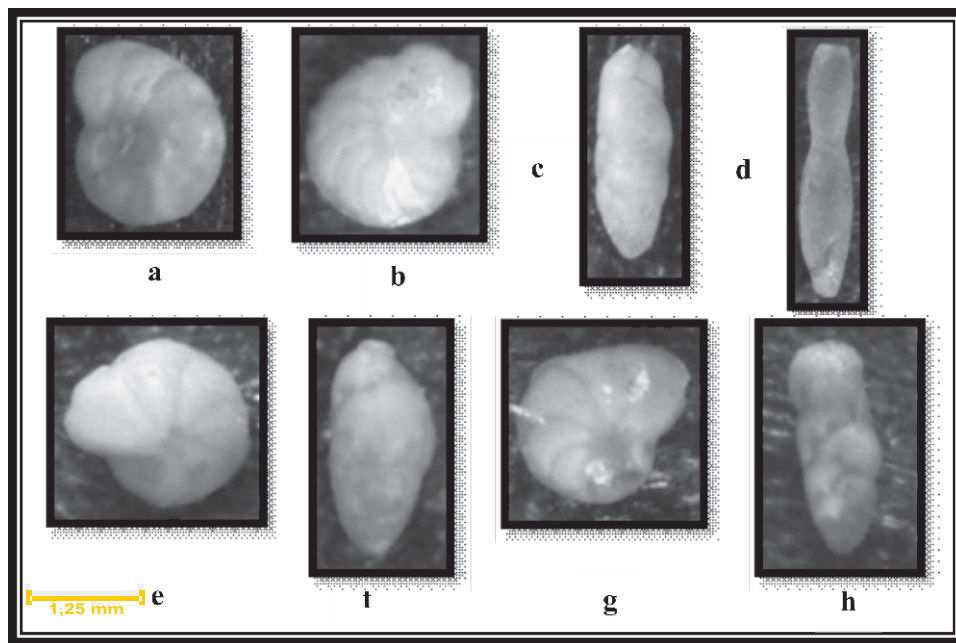
Fosil foraminifera bentonik yang dijumpai pada lapisan ini menunjukkan perubahan beberapa jenis spesies (Tabel 5; Gambar 6), antara lain pada lapisan 9-12 adalah *Cibicides americanus* (Cushman),

Cibicides sp., *Bulimina* sp., *Nodosaria* sp., *Nonion nicobarense* CUSHMAN., *Uvigerina* sp., *Nonion* sp., dan *Bolivina* sp.

Berdasarkan keterdapatannya fosil bentonik tersebut, maka lingkungan pengendapan batuan ini adalah Neritik luar – Bathyal atas [13], (Tabel 6).

Tabel 5. Kandungan Foraminifera Bentonik





Gambar 6. Kandungian Foraminifera Bentonik a. *Cibicides americanus* (Cushman), b. *Cibicides* sp., c. *Bulimina* sp., d. *Nodosaria* sp., e. *Nonion nicobarense* CUSHMAN., f. *Uvigerina* sp., g. *Nonion* sp., h. *Bolivina* sp.

Tabel 6. Lingkungan Pengendapan Foraminifera Bentonik [13]

Transisi		Neritik		Bathyal		Kandungian Fossil Bentonik
Sungai Rawa	Lagun Fluvial-Marine Pantai Terbuka	Inner (0-30,48)m	Middle (30,48-91,44)m	Outer (91,44-182,88)m	Upper (128,88-457,2)m	
				Middle (457,2-914,4)m	Outer (914,4-1828,8)m	
					Abyssal (1828,8-4876,8)m	
						Hadal (>4876,8)m
						<i>Cibicides americanus</i> (Cushman)
						<i>Cibicides</i> sp.
						<i>Bulimina</i> sp
						<i>Nodosaria</i> sp.
						<i>Nonion nicobarense</i> CUSHMAN,
						<i>Uvigerina</i> sp
						<i>Nonion</i> sp.
						<i>Bolivina</i> sp.

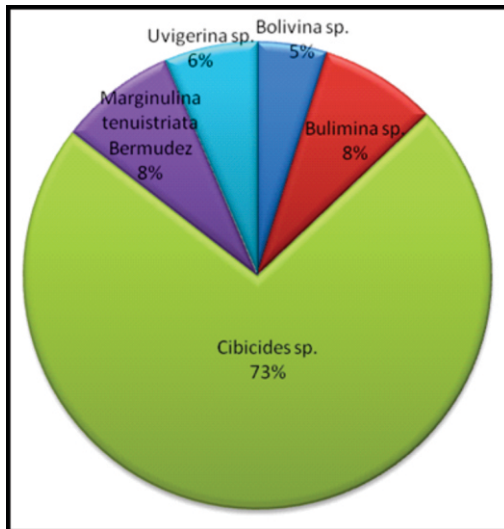
Umur lapisan didasarkan pada kandungan planktonik berikut : *Globigerina ampliapertura* BOLLI, *Globigerina boweri* BOLLI, *Globigerina collactea* (FINLAY), *Globigerina ouachitaensis* HOWE and WALLACE, *Globigerina senni* (BECKMANN), *Globigerina yeguaensis* WEINZIERL and APPLIN, *Globorotalia bolivariana* (PETTERS), *Globorotalia bullbrooki* BOLLI, *Globorotalia centralis* CUSHMAN and BERMUDEZ, *Globorotalia increbescens* (BANDY), *Globorotalia wilcoxensis* CUSHMAN and PONTON, dan *Hastigerina micra* (COLE). Pemunculan awal fosil *Globorotalia bolivariana* (PETTERS) dan pemunculan akhir fosil *Globigerina*

boweri BOLLI (P.10 – P.11) yakni pada kisaran hidup fosil *Globorotalia bullbrooki* dan *Globigerapsis kugleri* yang menunjukkan umur Eosen Tengah bagian bawah [14].

Lapisan Tengah (14 – 17)

Lapisan 14 pada batugamping dengan kandungan fosil bentonik baik foram besar maupun foram kecil. Kumpulan foraminifera kecil pada lapisan 14-16 adalah: *Bolivina* sp., *Bulimina* sp., *Cibicides* sp., *Marginulina tenuistriata* Bermudez, *Uvigerina* sp. (Tabel 7, Gambar 7).

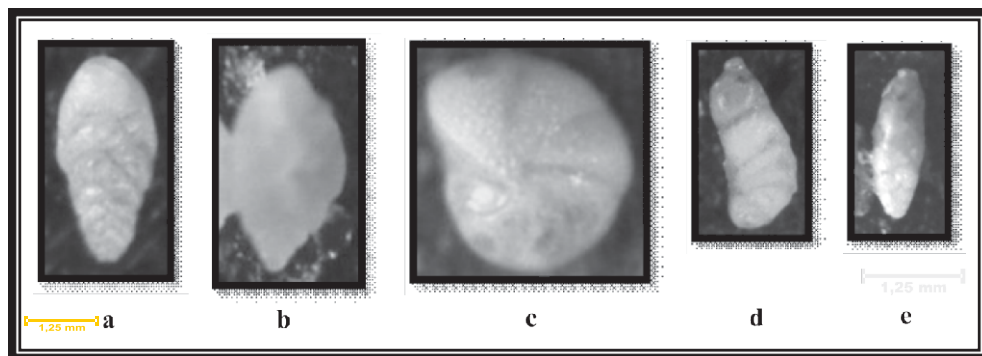
Tabel 7. Kandungan Foraminifera Bentonik



Dari hasil analisis foraminifera bentonik pada lapisan ini, diperoleh lingkungan pengendapan Neritik luar – Bathyal atas, dengan demikian terjadi penurunan muka laut selama terendapkannya batuan tersebut (Tabel 8).

Penentuan umur lapisan ini didasarkan pada foraminifera planktonik : *Globigerapsis index* (FINLAY), *Globigerina ampliapertura* BOLLI, *Globigerina boweri* BOLLI, *Globigerina collactea* (FINLAY), *Globigerina ouachitaensis* HOWE and WALLACE, *Globigerina senni* (BECKMANN), *Globigerina yeguaensis* WEINZIERL and APPLIN, *Globorotalia bolivariana* (PETTERS), *Globorotalia centralis* CUSHMAN and BERMUDEZ, *Globorotalia increbescens* (BANDY).

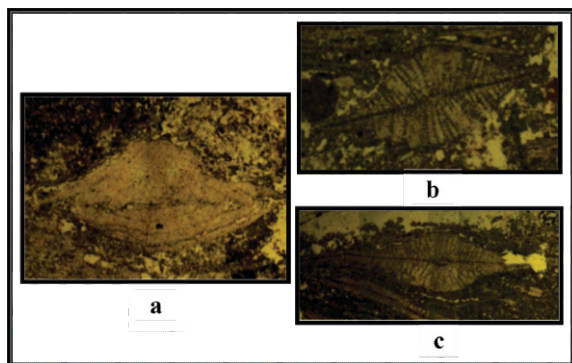
Penentuan umur zona *Globorotalia bolivariana* - *Globigerina boweri* didasarkan pada zona selang yakni selang stratigrafi antara pemunculan awal fosil *Globorotalia bolivariana* (PETTERS) dan pemunculan akhir fosil *Globigerina boweri* BOLLI (P.10 – P.11) yakni pada kisaran hidup fosil *Globorotalia bullbrooki* dan *Globigerapsis kugleri*, yang menunjukkan umur Eosen Tengah bagian bawah [14].



Gambar 7. Kandungan Foraminifera Bentonik a. *Bolivina* sp., b. *Bulimina* sp., c. *Cibicides* sp., d. *Marginulina tenuistriata* Bermudez, e. *Uvigerina* sp.

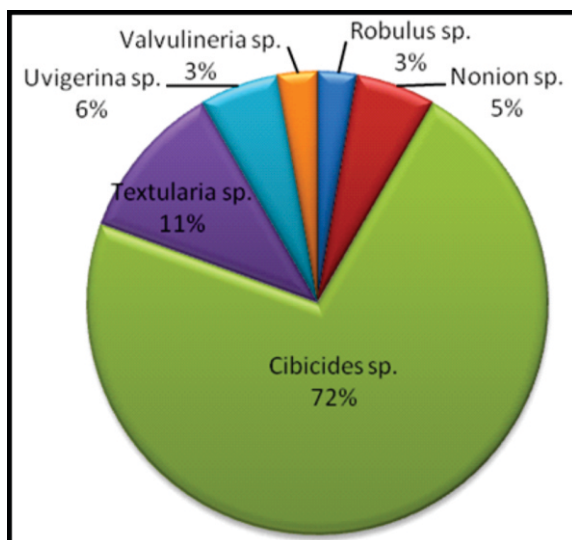
Tabel 8. Lingkungan Pengendapan Foraminifera Bentonik [13]

Transisi		Neritik		Bathyal		Kandungan Fosil Bentonik
Sungai Rawa Lagun	Fluvial-Marine	Pantai Terbuka	Inner (0-30,48)m Middle (30,48-91,44)m Outer (91,44-182,88)m	Upper (128,88-457,2)m Middle (457,2-914,4)m Outer (914,4-1828,8)m	Abyssal (1828,8-4876,8)m Hadal (>4876,8)m	
						<i>Bolivina</i> sp. <i>Bulimina</i> sp. <i>Cibicides</i> sp. <i>Marginulina tenuistriata</i> Bermudez <i>Uvigerina</i> sp.



Gambar 8. Kandungan Foraminifera Bentonik besar a. *Nummulites* sp., b. *Lepidocyclina* sp., c. *Asterocyclina* sp.

Tabel 9. Kandungan Foraminifera Bentonik (kecil)

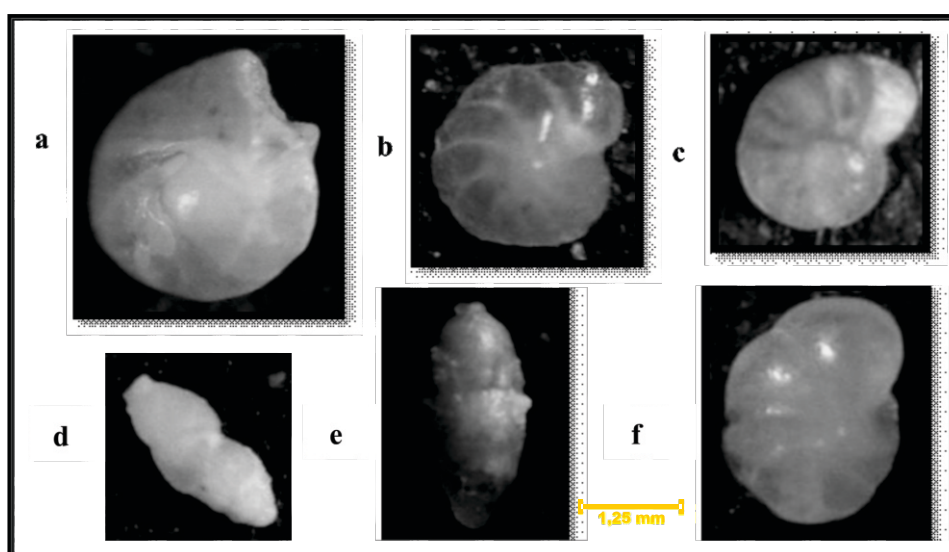


Lapisan Atas (18–23)

Lapisan ini disusun oleh batugamping dengan kandungan foram besar: *Nummulites* sp., *Lepidocyclina* sp., *Asterocyclina* sp. (Gambar 8) dan foraminifera kecil berikut : *Robulus* sp., *Nonion* sp., *Cibicides* sp., *Textularia* sp., *Uvigerina* sp., *Valvulineria* sp. (Tabel 9, Gambar 9). Berdasarkan kandungan foraminifera bentonik dan foram besar, maka lingkungan pengendapan lapisan ini adalah Bathyal atas–Neritik luar [13], (Tabel 10).

Fosil foraminifera kecil planktonik yang dijumpai pada zona ini yaitu: *Globigerapsis index* (FINLAY), *Globigerapsis kugleri* BOLLI, LOEBLICH, and TAPPAN, *Globigerapsis cerroazulensis* (COLE), *Globigerina ampliapertura* BOLLI, *Globigerina boweri* BOLLI, *Globigerina collectea* (FINLAY), *Globigerina ouachitaensis* HOWE and WALLACE, *Globigerina senni* (BECKMANN), *Globigerina soldadoensis* BRONNIMANN, *Globigerina yeguaensis* WEINZIERL and APPLIN, *Globorotalia bolivariana* (PETTERS), *Globorotalia broedermanni* CUSHMAN and BEMUDEZ, *Globorotalia bullbrookii* BOLLI, *Globorotalia centralis* CUSHMAN and BERMUDEZ, *Globorotalia increbescens* (BANDY), *Globorotalia wilcoxensis* CUSHMAN and PONTON, dan *Hastigerina micra* (COLE).

Penentuan umur zona *Globigerina yeguaensis* - *Globigerina boweri* didasarkan pada zona selang yakni selang stratigrafi antara pemunculan awal fosil *Globigerina yeguaensis* WEINZIERL and APPLIN dan pemunculan akhir fosil *Globigerina boweri* BOLLI (P.11), yakni pada kisaran hidup fosil *Globigerapsis kugleri* yang menunjukkan umur Eosen Tengah bagian tengah [14].



Gambar 9. Kandungan Foraminifera Bentonik kecil a. *Robulus* sp., b. *Nonion* sp., c. *Cibicides* sp., d. *Textularia* sp., e. *Uvigerina* sp., f. *Valvulineria* sp.

Iklm Purba Daerah Ralla

Berdasarkan hasil analisis kandungan fosil foraminifera baik bentonik maupun planktonik, maka iklim di daerah penelitian khususnya kondisi air laut ketika batuan tersebut diatas terendapkan pada cekungan dibagi menjadi beberapa periode berikut:

Eosen Bawah bagian atas (lapisan 1-2)

Pada umur ini lingkungan pengendapan berada pada Neritik dalam – Neritik tengah (0 – 91,44 m), ditandai dengan dominasi kehadiran *Cibicides* sp. Meskipun kedalaman hingga Neritik tengah, material yang terendapkan pada lingkungan ini berukuran halus yang menunjukkan arus cenderung tenang.

Eosen Tengah bagian bawah (lapisan 3-7; 8-13)

Lingkungan pengendapan (cekungan) pada Neritik tengah – Neritik luar dengan kedalaman 30,48-182,88 m), kemudian pada lapisan 8-13 terendapkan hingga Bathyal atas (457,2 meter). Dengan demikian terjadi kenaikan muka air laut atau cekungan semakin dalam yang disebabkan antara lain oleh aktivitas tektonik. Meskipun material yang terendapkan berukuran halus, pada batuan ini dijumpai fragmen-fragmen batuan yang berasal dari batugamping dan batupasir.

Eosen Tengah bagian bawah (lapisan 14-17)

Kondisi lingkungan pengendapan adalah Neritik luar – Bathyal atas, sebagaimana pada periode kedua, namun demikian air laut pada saat itu sangat kaya akan

kandungan CaCO_3 sehingga yang terbentuk adalah lapisan batugamping setebal 35 cm. Kemudian diatasnya terendapkan lapisan napal hingga kedalam berkisar 457 meter.

Eosen Tengah bagian tengah (lapisan 18-23)

Memasuki umur Eosen Tengah bagian tengah lingkungan pengendapan adalah “*open marine*” dengan agitasi arus dan gelombang cukup kuat. sehingga memungkinkan pembentukan batuan karbonat yang cukup tebal. Lapisan batuan ini sangat kaya akan organisme laut terutama foram besar dan mikrofosil lainnya. Berdasarkan hasil analisis setiap lapisan batugamping maka ditemukan kecenderungan penurunan muka air laut, yaitu dari lingkungan pengendapan dari Bathyal atas ke Neritik luar, hal ini berhubungan dengan perubahan muka air laut global.

Pada kondisi kedalaman tersebut analog dengan lingkungan pengendapan foraminifera zona I hingga III dengan suhu $0^\circ - 27^\circ\text{C}$ [15], kemudian cenderung lebih dingin pada daerah yang lebih dalam $9^\circ - 13^\circ\text{C}$, dan kembali hangat. Berdasarkan kisaran suhu tersebut maka daerah ini termasuk dalam “*warm water condition*”, pada daerah Tropis [5]. Pada Eosen Tengah di daerah Palakka (sebelah utara lokasi penelitian) lingkungan pengendapan purba adalah Neritik dalam – Neritik tengah dengan kondisi iklim hangat [16].

Tabel 10. Lingkungan Pengendapan Foraminifera Bentonik (besar dan kecil) [13]

Transisi		Neritik		Bathyal		Kandungan Fosil Bentonik
Sungai Rawa	Lagun Fluvial-Marine Pantai Terbuka	Inner (0-30,48)m	Middle (30,48-91,44)m	Outer (91,44-182,88)m	Upper (182,88-457,2)m	
				Middle (457,2-914,4)m	Outer (914,4-1828,8)m	
					Abyssal (1828,8-4876,8)m	
						Hadal (>4876,8)m
						<i>Robulus</i> sp.
						<i>Nonion</i> sp.
						<i>Cibicides</i> sp.
						<i>Textularia</i> sp.
						<i>Uvigerina</i> sp.
						<i>Valvulineria</i> sp.

4. Kesimpulan

Daerah Ralla pada umur Eosen Bawah bagian atas hingga Eosen Tengah bagian tengah terjadi perubahan batimetri dari Neritik dalam – Batial atas – Neritik luar (*Outer Neritic*) pada kisaran suhu $0^\circ - 27^\circ\text{C}$. Kedalaman dan suhu tersebut menunjukkan bahwa pada umur Eosen Bawah bagian atas hingga Eosen Tengah bagian tengah, daerah ini berada pada zona photik bersuhu hangat (*warm water*). Kandungan fosil foraminifera yang melimpah menunjukkan bahwa

kondisi paleoekologi mendukung nutrisi yang baik untuk perkembangan dan penyebaran biota di daerah ini.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada pemerintah daerah setempat yang telah memberikan izin melakukan penelitian di daerah Ralla Kabupaten Barru.

Daftar Pustaka

- [1] M. Farida, F. Arifin, R. Husain, I. Alimuddin, "Paleoseanografi Formasi Tonasa Berdasarkan Kandungan Foraminifera, Barru Sulawesi Selatan", Seminar Kebumian ke 6, Universitas Gajah Mada, 2013.
- [2] R. Sukanto, "Geologi Lembar Pangkajene dan Watampone Bagian Barat, Sulawesi", Departemen Pertambangan dan Energi, Direktorat Jenderal Pertambangan Umum, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, 1982.
- [3] M. J. E. Wilson, D. W. J. Bosence, "The Tertiary evolution of South Sulawesi: a record in redeposited carbonates of the Tonasa Limestone Formation", dalam *Geological Society Special Publication*, R. Hall & D.J. Blundel, No. 106, h. 365–389, 1996.
- [4] M. Sadough, F. Ghane, H. Manouchehri, B. Maghaddasi, H. Beikae, "Identification and Abundance of Benthic Foraminifera in The Sediments From Fereidoonkenar to Babolsar of Southern Caspian Sea", Islamic Azad University, 2013.
- [5] H. A. Armstrong, M. D. Brasier, "Foraminifera Microfossils", Second Edition, pp. 142-187, 2005.
- [6] B. U. Haq, A. Boersma, (ed.). "Introduction to Marine Micropaleontology", Elsevier, 1998.
- [7] J. W. Murray, "Ecology and Applications of Benthic Foraminifera", Cambridge University Press, New York. 2006.
- [8] W. Majewski, J. B. Banderson, "Holocene Foraminiferal Assemblages From Firth of Tay, Antarctic Peninsula : Paleoclimate Implications", *Marine Micropaleontology*, Elsevier, pp. 135- 147, 2009.
- [9] M. Kucera, M. Weinelt, T. Kiefer, U. Pflaumann, et.al. "Reconstruction of Sea-Surface Temperatures From Assemblages Planktonic Foraminifera: Multi Technique Approach based on Geographically Constrained Calibration Data Sets and Its Application to Glacial Atlantic and Pacific Oceans", *Quaternary Science Reviews* 24, Esvier, pp. 951–998, 2005.
- [10] A. Antonarakou, H. Drinia, N. Tsaparas, M. D. Dermitzakis, "Micropaleontological Parameters as Proxies of Late Miocene Surface Water properties and Paleoclimate in Gavdos Island, Eastern Mediterranean", *Geodiversitas* 29, pp. 379–399, 2007.
- [11] J. A. Chusman, "An Illustrated Key to the Genera of The Foraminifera", Sharon. Massachusetts. U.S.A. 1983.
- [12] J. A. Postuma, "Manual of Planktonic Foraminifera", 1971.
- [13] O. L. Bandy, *Foraminifer Indices In Paleoecology*, Esso Production Research Company, Houston, Texas, 1967.
- [14] W. H. Blow, "Late Middle Eocene to Recent Planktonic Foraminiferal Biostratigraphy", In: *Proceedings of The First International Conference on Planktonic Microfossils*. EJ Brill Leiden, pp. 199 - 422, 1969.
- [15] M. L. Natland, "The Temperature and Depth-Distribution of Some Recent and Fossil Foraminifera in The Southern California Region", University of California Press, 1933.
- [16] M. Farida, Pratiwi, R. Husain, "Paleotemperature of Middle Eocene Tonasa Limestone Based on Foraminifera at Palakka Area South Sulawesi", *International Journal of Engineering and Science Applications (IJEScA)*, Vol. 1, 1, pp. 77–84, 2014.

REKONSTRUKSI BATIMETRI DAN IKLIM PURBA..... Meutia Farida, dkk

87

Eosen Bawah bagian Atas -