

## Rekonstruksi Paleobatimetri Formasi Simpangaur Berdasarkan Rasio Plangtonik/Bentonik Foraminifera Kecil di Sungai Padang Guci, Bengkulu

Sakilla Gia Mentari<sup>\*1</sup>, Muhammad Eval Juni Wijaya<sup>2</sup>, Ester Juni Yanti Nainggolan<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Geologi, Institut Teknologi Sumatera, Indonesia  
Email: <sup>1</sup>sakilla.mentari@gl.itera.ac.id

### Abstrak

Formasi Simpangaur merupakan salah satu formasi batuan penyusun Cekungan Bengkulu pada Lajur Bengkulu. Penelitian mengenai paleobatimetri di sekitar Sungai Padang Guci belum pernah dilakukan sebelumnya. Analisis paleobatimetri menggunakan kumpulan foraminifera kecil diharapkan dapat melengkapi kajian mengenai formasi ini melalui pendekatan yang berbeda dari penelitian lainnya dan dapat merekonstruksi paleobatimetrinya berdasarkan kandungan fosilnya. Sebanyak 14 sampel sedimen didapatkan berdasarkan metode pengukuran penampang stratigrafi pada sisi Sungai Padang Guci. Selanjutnya sampel dianalisis menggunakan metode hidrogen peroksida di laboratorium dan penentuan batimetri menggunakan perbandingan rasio P/B foraminifera kecil. Berdasarkan pengamatan megaskopis, ditemukan 3 litologi di daerah penelitian yaitu batupasir bermoluska, batupasir tufan, dan tuf. Batuan di lokasi penelitian berumur Pliosen Akhir (PL6/N21) atau berkisar 2,3jt-1,88jt berdasarkan kehadiran fosil indeks *Globigerinoides fistulosus* dan *Hastigerina aequilateralis*. Hasil rasio P/B berkisar 31,91%-69,23%, menunjukkan paleobatimetri Formasi Simpangaur berada pada zona neritik luar-neritik tengah. Berdasarkan perbedaan kelimpahan foraminifera dan litologinya, daerah penelitian dibagi menjadi 3 zona, yaitu Zona 1 dengan rata-rata kelimpahan 50.73% dan litologi batupasir bermoluska, Zona 2 dengan rata-rata kelimpahan 0% dan litologi batupasir tufan dan tuf, serta Zona 3 dengan rata-rata kelimpahan 47.32% dan litologi batupasir bermoluska. Perubahan paleobatimetri diindikasikan berhubungan dengan aktivitas tektonik regional di Cekungan Bengkulu berupa penurunan cekungan. Keterbatasan data pada Zona 2 diakibatkan berubah litologi menjadi litologi hasil kegiatan vulkanik dimana foraminifera tidak dapat hidup pada kondisi ini. Temuan ini memberikan kontribusi baru pada interpretasi lingkungan purba Formasi Simpangaur.

**Kata Kunci:** *Foraminifera Kecil, Formasi Simpangaur, Paleobatimetri*

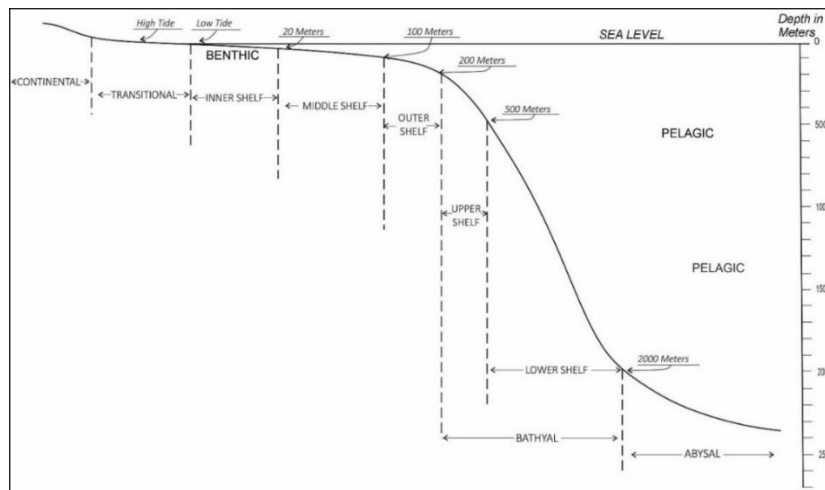
### Abstract

The Simpangaur Formation is one of the rock formations that make up the Bengkulu Basin in the Bengkulu Belt. Research on paleobathymetry around the Padang Guci River has never been conducted before. Paleobathymetric analysis using small foraminifera assemblages is expected to complement the study of this formation through a different approach from other studies and can reconstruct its paleobathymetry based on its fossil content. A total of 14 sediment samples were obtained using the stratigraphic cross-section measurement method on the Padang Guci River bank. Furthermore, the samples were analyzed using the hydrogen peroxide method in the laboratory and bathymetry was determined using the P/B ratio of small foraminifera. Based on macroscopic observations, three lithologies were found in the study area: mollusk sandstone, tuffaceous sandstone, and tuff. The rocks at the study site are Late Pliocene (PL6/N21) or approximately 2.3-1.88 Mya based on the presence of index fossils *Globigerinoides fistulosus* and *Hastigerina aequilateralis*. The P/B ratio results ranged from 31.91% to 69.23%, indicating that the paleobathymetry of the Simpangaur Formation is in the outer neritic-middle neritic zone. Based on differences in foraminiferal abundance and lithology, the study area was divided into three zones: Zone 1 with an average abundance of 50.73% and mollusk sandstone lithology. Zone 2 with an average abundance of 0% and tuffaceous and tuff sandstone lithology, and Zone 3 with an average abundance of 47.32% and mollusk sandstone lithology. Paleobathymetric changes are indicated to be related to regional tectonic activity in the Bengkulu Basin in the form of basin subsidence. The existing lithological changes are influenced by changes in sediment supply due to volcanic activity that occurred in the study area during deposition. The limited data in Zone 2 is due to a change in lithology to a volcanic lithology, where foraminifera cannot survive. This finding provides a new contribution to the interpretation of the paleoenvironment of the Simpangaur Formation..

**Keywords:** *Paleobathymetry, Small Foraminifera, Simpangaur Formation*

## 1. PENDAHULUAN

Foraminifera merupakan salah satu organisme bercangkang yang dapat ditemukan diberbagai lingkungan perairan, mulai dari lingkungan air payau hingga laut dalam dan dapat hidup secara melayang maupun didasar perairan. Terdapat dua jenis foraminifera, yaitu bentonik dan planktonik. Foraminifera hidup pada lingkungan laut dangkal hingga laut dalam. Batimetri atau kedalam suatu lingkungan laut berhubungan dengan kelimpahan foraminifera bentonik dan indeks diversitasnya (Mendes et.al., 2004). Perubahan tinggi permukaan laut dan iklim akan berkorelasi dengan variasi paleobatimetri (Lagoe, 1987; Wiguna & Ardhyastuti, 2021). Dalam penentuan lingkungan pengendapan purba dan paleobetimetri, dapat menggunakan foraminifera bentonik sebagai indikatornya (Pringgoprawiro dan Kapid, 2000). Perubahan jumlah spesies foraminifera terjadi seiring dengan bertambahnya kedalaman air dan jarak dari pantai (Lipps, 1979; Fauzielly et.al., 2018). Tipsword et.al. (1966) membagi lingkungan laut menjadi beberapa bagian, yaitu bagian darat, transisi, neritik dalam (0-20 meter), neritik Tengah (20-100 meter), neritik luar (100-200 meter), batial atas (200-500 meter), batial bawah (500-2000 meter) dan abisal (>2000 meter) (Gambar 1).

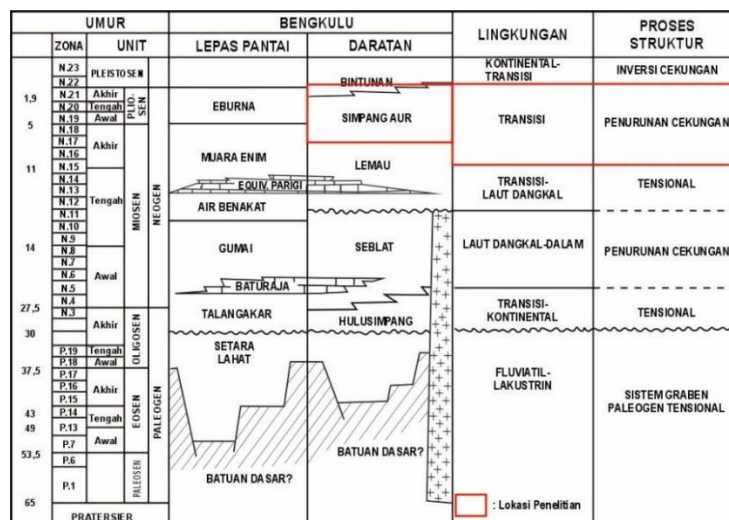


Gambar 1. Pembagian lingkungan laut menurut Tipsword et.al., (1966).

Cekungan Bengkulu merupakan cekungan depan busur yang terpisah dengan Cekungan Sumatera Selatan akibat pengangkatan Pegunungan Bukit Barisan sejak Paleogen (Barber et.al., 2005). Pembentukan Cekungan Bengkulu menjadi *fore arc basin* erat kaitannya dengan proses pengangkatan Bukit Barisan pada Miosen Tengah (Hastuti et.al., 2001; Husein et.al., 2018). Salah satu batuan penyusun cekungan ini adalah Formasi Simpangaur. Tersusun atas litologi batupasir tufan, tuf, batulempung tufan, batupasir bermoluska dan konglomerat aneka bahan serta berumur Miosen Akhir-Pliosen (Amin et.al., 1993). Pada bagian *onshore* Cekungan Bengkulu, formasi ini diendapkan pada lingkungan transisi pada saat penurunan cekungan dan menjemari dengan Formasi Bintunan dibagian atas dan berumur Miosen Akhir-Pliosen Akhir (Yulihanto et.al., 1995) (Gambar 2). Berdasarkan penelitian di daerah Muara Sahung, Kaur, formasi ini diendapkan pada lingkungan transisi-neritik tepi (Maulia & Idarwati, 2023), sedangkan di daerah Batu Ampar, Bengkulu Selatan, formasi ini diendapkan pada lingkungan neritik tepi-neritik tengah (Putra & Rochmana, 2024). Formasi ini diendapkan pada kondisi iklim yang hangat dan sejuk berdasarkan penelitian di daerah Sungai Pagar, Ulu Talo (Ananda & Harnani, 2024). Batuan sumber Formasi Simpangaur berdasarkan penelitian di Way Krui, Lampung menunjukkan batuan berada pada lingkungan tektonik busur magnetik (*transitional arc* hingga *undissected arc*) (Alviyanda & Sipayung, 2023). Pada saat pengendapan formasi ini, diidentifikasi terjadi peristiwa bencana berdasarkan penelitian di Kotadjawa, Lampung (Harbowo & Sitinjak, 2024).

Persebaran Formasi Simpangaur di Bengkulu pada Peta Geologi Manna dan Enggano, Sumatera (Amin et.al., 1993) sangat luas dan disepanjang peta serta berada dekat dengan laut. Di Kaur, Bengkulu, formasi ini tersingkap dengan baik karena berada di lalui jalan lintas dan sungai besar. Salah satu lokasi tersingkapnya formasi ini dengan baik yaitu di Sungai Padang Guci, Kaur. Penelitian mengenai

paleobatimetri untuk merekonstruksi batimetri/kedalaman air dari Formasi Simpangaur di Sungai Padang Guci belum pernah dilakukan sebelumnya. Sehingga hasil analisis paleobatimetri menggunakan kumpulan foraminifera kecil ini diharapkan dapat melengkapi kajian mengenai formasi ini melalui pendekatan yang berbeda dari penelitian lainnya. Selain itu, kelimpahan fosil yang ada dapat digunakan untuk merekonstruksi paleobatimetri Formasi Simpangaur, serta mengidentifikasi hubungan perubahan litologi dengan proses tektonik dan vulkanik di Cekungan Bengkulu.



Gambar 2. Stratigrafi Cekungan Bengkulu (Yulianto et.al., 1995).

## 2. METODE PENELITIAN

Pengambilan sampel sedimen dilakukan menggunakan metode pengukuran penampang stratigrafi pada sisi Sungai Padang Guci dibawah jembatan Padang Guci, di Kaur, Bengkulu dengan rentang sampel 0,5-1.5 m dan juga pada perubahan litologi yang ada. Lokasi ini dipilih untuk mewakili stratigrafi Cekungan Bengkulu bagian atas. Dari pengukuran, didapatkan 14 sampel batuan yang selanjutnya dianalisis di laboratorium menggunakan metode hidrogen peroksida.

Sampel yang didapat selanjutnya ditumbuk menjadi halus. Selanjutnya sampel direndam menggunakan cairan  $H_2O_2$  10% selama 1 hari untuk memisahkan fosil dengan material sedimennya. Setelah perendaman, sampel kemudian dicuci dan diayak. Material sedimen yang tertinggal pada *mesh* 60-100 kemudian diambil. *Mesh* ini dipilih dikarenakan material yang tertinggal pada ukuran ini masih mudah untuk diamati. Selanjutnya sampel dikeringkan menggunakan oven hingga kering. Identifikasi foraminifera kecil berdasarkan komposisi dan morfologi dari cangkangnya, yang meliputi susunan kamar, jumlah kamar, ornamentasi dan apertur (Loeblich & Tappa, 1994; Fauzielly et.al., 2018) menggunakan mikroskop binokuler.

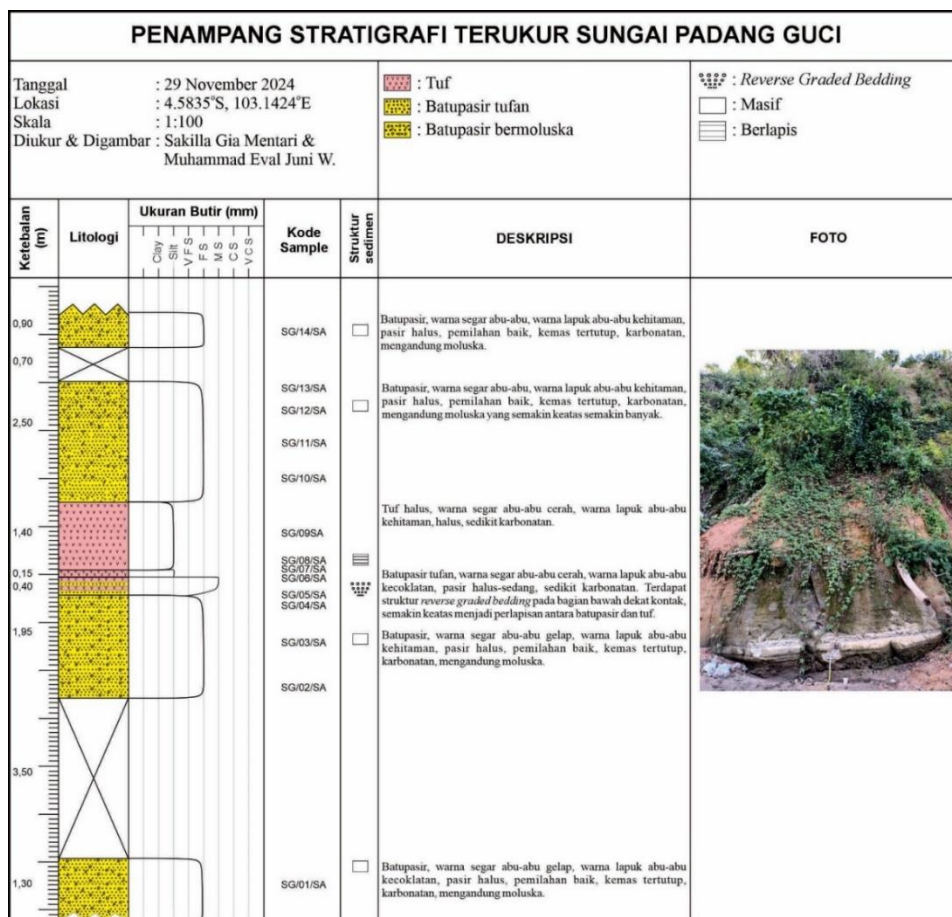
Banyaknya sampel sedimen yang digunakan untuk analisis yaitu dalam 1 (satu) gram sampel sedimen kering (Murray & Rohling, 2012; Fauzielly et.al., 2018). Penentuan lingkungan pengendapan menggunakan metode perbandingan jumlah individu dari foraminifera planktonik dan bentonik dengan mengacu pada klasifikasi rasio P/B menurut Murray (1976) dan Boersma (1983) dalam Velchev (2003) (Tabel 1). Metode ini dipilih karena lebih mudah dalam penggunaannya, yaitu hanya menggunakan perbandingan kehadiran foraminifera planktonik dan bentonik dalam setiap sampelnya tanpa harus mengetahui spesiesnya. Pada lingkungan laut dangkal, foraminifera bentonik akan mendominasi, tetapi pada lingkungan laut dalam, foraminifera planktonik yang akan mendominasi. Untuk penentuan umur dari litologi, perlu dilakukan identifikasi foraminifera planktonik serta dicari fosil markernya penanda umur tersebut. Penarikan umur fosil, mengacu pada Zonasi Blow (1969), Bolli et.al., (1989), dan Wade et.al., (2011).

Tabel 1. Klasifikasi rasio P/B (Murray, 1976 dan Boersma, 1983; Velchev, 2003)

| Rasio P/B | Lingkungan     |
|-----------|----------------|
| <20%      | Neritik Dalam  |
| 10-60%    | Neritik Tengah |
| 40-70%    | Neritik Luar   |
| >70%      | Batial Atas    |
| >90%      | Batial Bawah   |

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengukuran, didapatkan tebal singkapan sebanyak 8,6 meter. Pada bagian awal pengukuran, ditemukan batupasir berukuran pasir halus, berwarna abu-abu kehitaman, cangkang mengandung moluska dan bersifat karbonatan. Selain batupasir karbonatan yang mengandung moluska, ditemukan juga batupasir tufan berwarna abu-abu cerah, berukuran pasir halus-sedang, sedikit berkarbonatan dan dijumpai struktur sedimen berupa *reverse graded bedding*. Hadir juga tuf dengan warna abu-abu cerah, berukuran halus (*ash*) dan sedikit berkarbonatan (Gambar 3). Terdapat *blank* data diakibatkan karena dalamnya sungai dan vegetasi sehingga tidak dapat melakukan pengukuran.



Gambar 3. Penampang stratigrafi terukur daerah penelitian.

#### 3.1. Kelimpahan Foraminifera Kecil

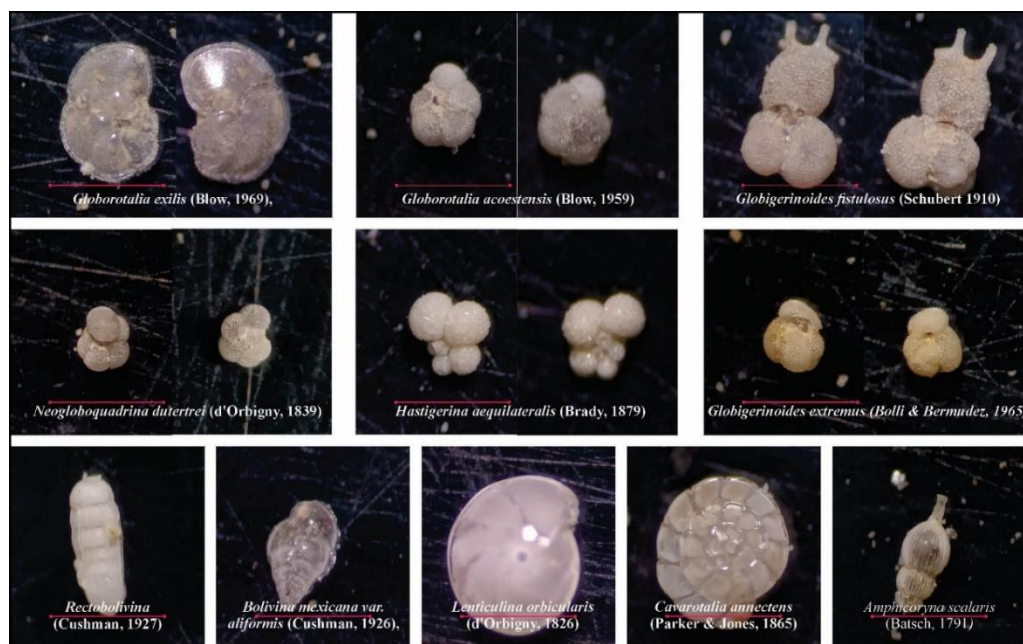
Dari 14 sampel yang dianalisis, 10 sampel mengandung foraminifera dan 4 sampel tidak ditemukan kandungan foraminiferanya. Foraminifera kecil yang hadir sebanyak 3.287 individu, yang terdiri dari 1.765 individu foraminifera bentonik dan 1.522 individu foraminifera plangtonik (Tabel 2 dan Gambar 4). Ditemukan juga adanya moluska serta ostrakoda (Gambar 5). Ostrakoda merupakan salah satu kelompok krustasea tertua yang menghuni ekosistem laut, air tawar, dan semi-terrestrial (Horne 2003;

Karanovic 2012; Mori et.al., 2025). Sampel dengan kandungan foraminifera terbanyak pada sampel SG/01/SA sebanyak yaitu sebanyak 1.534 individu.

Kelimpahan foraminifera terjadi secara tidak merata pada sampel yang didapat. Hasil perhitungan rasio P/B pada Tabel 2 menunjukkan adanya perubahan rasio kehadiran P/B pada saat pengendapan terjadi yang menunjukkan perubahan batimetri dalam pengendapan. Berdasarkan rasio yang ada, lingkungan pengendapan berada pada neritik tengah hingga neritik luar. Rasio tertinggi pada sampel SG/10/SA dan SG/14/SA pada litologi batupasir bermoluska. Sampel yang sama sekali tidak ditemukan kandungan foraminiferanya yaitu pada litologi batupasir tufan dan tuf. Beberapa jenis foraminifera yang hadir dan dapat diidentifikasi antara lain *Globorotalia exilis*, *Globorotalia acoestaensis*, *Globigerinoides fistulosus*, *Neogloboquadrina dutertrei*, *Hastigerina aequilateralis*, *Globigerinoides extremus*, *Rectobolivina*, *Bolivina*, *Lenticulina*, *Cavarotalia* dan *Amphicoryna*.

Tabel 2. Kelimpahan foraminifera planktonik dan bentonik di daerah penelitian.

| No           | No. Sampel | Foraminifera Planktonik | Foraminifera Bentonik | Total        | Rasio P/B % | Lingkungan          |
|--------------|------------|-------------------------|-----------------------|--------------|-------------|---------------------|
| 1            | SG/01/SA   | 581                     | 953                   | 1.534        | 37,87       | Neritik Tengah      |
| 2            | SG/02/SA   | 14                      | 7                     | 21           | 66,67       | Neritik Luar        |
| 3            | SG/03/SA   | 113                     | 57                    | 170          | 66,47       | Neritik Luar        |
| 4            | SG/04/SA   | 82                      | 175                   | 257          | 31,91       | Neritik Tengah      |
| 5            | SG/05/SA   | 0                       | 1                     | 0            | 0           | ?                   |
| 6            | SG/06/SA   | 0                       | 0                     | 0            | 0           | ?                   |
| 7            | SG/07/SA   | 0                       | 0                     | 0            | 0           | ?                   |
| 8            | SG/08/SA   | 0                       | 0                     | 0            | 0           | ?                   |
| 9            | SG/09/SA   | 0                       | 0                     | 0            | 0           | ?                   |
| 10           | SG/10/SA   | 36                      | 16                    | 52           | 69,23       | Neritik Luar        |
| 11           | SG/11/SA   | 0                       | 2                     | 2            | 0           | ?                   |
| 12           | SG/12/SA   | 262                     | 290                   | 552          | 47,46       | Neritik Tengah-Luar |
| 13           | SG/13/SA   | 130                     | 119                   | 249          | 52,21       | Neritik Tengah-Luar |
| 14           | SG/14/SA   | 304                     | 145                   | 449          | 67,70       | Neritik Luar        |
| <b>Total</b> |            | <b>1.522</b>            | <b>1.765</b>          | <b>3.287</b> |             |                     |
| Rata-Rata    |            | 108.71                  | 126.07                | 234.78       | 31.39       | Neritik Tengah      |



Gambar 4. Fossil dilokasi penelitian (kiri: ventral view, kanan: dorsal view).



Gambar 5. a-e: fosil moluska di daerah penelitian, f: fosil ostrakoda.

3.2. Umur Relatif Batuan

Umur batuan di lokasi penelitian ditandai dengan kehadiran fosil penanda *Globigerinoides fistulosus* dan *Hastigerina aequilateralis*. Umur relatif batuan dibatasi oleh umur kemunculan awal fosil *Hastigerina aequilateralis* serta kemunculan akhir fosil *Globigerinoides fistulosus* yaitu pada N21 (Gambar 6). Umur N21 dapat dibandingkan dengan Zona *Globorotalia pseudomiocenica*–*Globigerinoides fistulosus* (PL6) dan berumur 2,3jtl-1,88jtl atau Pliosen Akhir (Wade dkk., 2011). Batuan berumur Pliosen-Pleistosen dapat ditandai dari kemunculan akhir *Globigerinoides triobus fistulosus* (*Globigerinoides fistulosus*) (Widhiyatmoko et.al., 2023).

| NAMA FOSIL                        | MIOCENE |      |      |      |       |      |       |       |       |       |       |       | PLIOCENE | QUARTER |       |       |       |       |       |       |
|-----------------------------------|---------|------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                   | LOWER   |      |      |      | MIDLE |      |       |       |       |       | UPPER |       |          |         |       |       |       |       |       |       |
|                                   | N. 4    | N. 5 | N. 6 | N. 7 | N. 8  | N. 9 | N. 10 | N. 11 | N. 12 | N. 13 | N. 14 | N. 15 | N. 16    | N. 17   | N. 18 | N. 19 | N. 20 | N. 21 | N. 22 | N. 23 |
| <i>Globorotalia acoestensis</i>   |         |      |      |      |       |      |       |       |       |       |       |       |          |         |       |       |       |       |       |       |
| <i>Globigerinoides fistulosus</i> |         |      |      |      |       |      |       |       |       |       |       |       |          |         |       |       |       |       |       |       |
| <i>Globigerinoides extremus</i>   |         |      |      |      |       |      |       |       |       |       |       |       |          |         |       |       |       |       |       |       |
| <i>Globorotalia exilis</i>        |         |      |      |      |       |      |       |       |       |       |       |       |          |         |       |       |       |       |       |       |
| <i>Neogloboquadrina dutertrei</i> |         |      |      |      |       |      |       |       |       |       |       |       |          |         |       |       |       |       |       |       |
| <i>Hastigerina aequilateralis</i> |         |      |      |      |       |      |       |       |       |       |       |       |          |         |       |       |       |       |       |       |

Gambar 6. Penarikan umur berdasarkan foraminifera plangtonik di daerah penelitian.

3.3. Paleobatimetri Formasi Simpangaur

Fosil foraminifera hanya dijumpai pada litologi batupasir mengandung moluska saja. Sedangkan pada batupasir tufan dan tuf, fosil foraminifera tidak dijumpai kehadirannya. Berdasarkan hasil analisis rasio P/B dan perbedaan litologi yang ada, paleobatimetri di lokasi penelitian dibagi menjadi 3 zona (Gambar 7).

3.3.1. Zona 1.

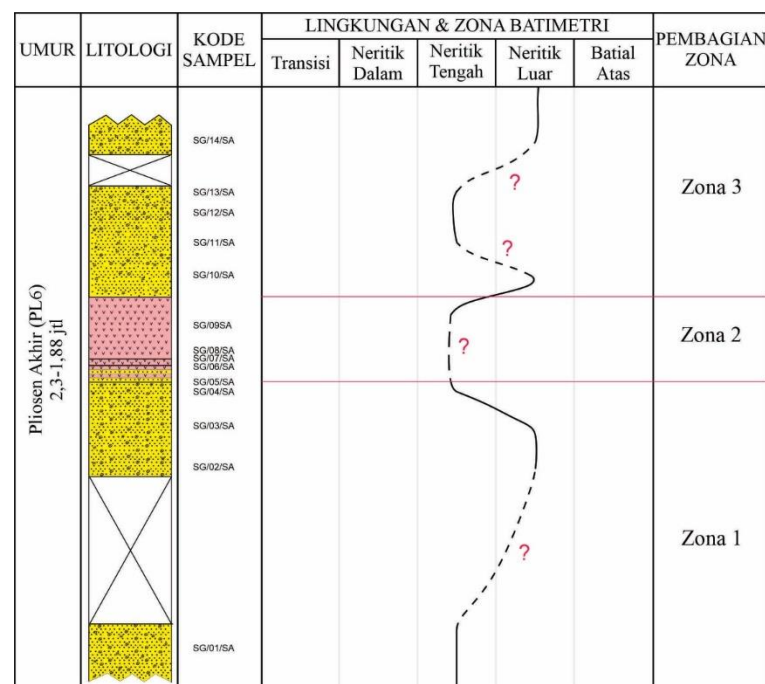
Zona ini menempati bagian bawah dari startigrafi daerah penelitian (sampel SG/01/SA-SG/04/SA). Litologi yang ditemukan berupa batupasir bermoluska dengan kandungan fosil yang cukup melimpah (terutama pada sampel SG/01/SA). Rata-rata dari rasio foraminifera p/b pada zona ini yaitu 50,73%. Berdasarkan rasio p/b, lingkungan pengendapan pada zona ini berupa lingkungan neritik tengah-luar.

### 3.3.2. Zona 2

Zona ini menempati bagian tengah dari stratigrafi daerah penelitian (sampel SG/05/SA-SG/09/SA). Litologi di zona ini berupa batupasir tufan dan tuf. Pada zona ini sedikit dijumpai fosil foraminifera, bahkan sampai tidak ditemukan fosil di 4 sampel pada zona ini. Perubahan litologi dari batupasir moluska menjadi batupasir tufan dan tuf, menandakan bahwa terjadi aktivitas vulkanik selama pengendapan zona ini. Rata-rata rasio foraminifera pada zona ini yaitu 0%. Adanya fosil ostrakoda pada sampel SG/08/SA dan SG/09/SA, serta litologi yang masih sedikit karbonatan, menandakan bahwa litologi pada zona ini masih diendapkan pada lingkungan laut dangkal (neritik).

### 3.3.3. Zona 3

Zona ini menempati bagian atas dari stratigrafi daerah penelitian (sampel SG/10/SA-SG/14/SA). Litologi yang dijumpai berubah kembali menjadi batupasir bermoluska dengan kelimpahan moluska yang semakin bertambah pada bagian atas sampel. Kehadiran fosil foraminifera serta berkurangnya material vulkanik di litologi yang ada, menandakan bahwa lingkungan pengendapan berupa laut dangkal dan terjadi penurunan aktivitas vulkanik di daerah penelitian. Rata-rata rasio foraminifera pada zona ini yaitu 47.32%. Berdasarkan rasio p/b, lingkungan pengendapan pada zona ini berupa lingkungan neritik tengah-neritik luar.



Gambar 7. Grafik perubahan paleobatimetri daerah penelitian berdasarkan rasio foraminifera planktonik dan bentonik.

## 4. DISKUSI

Perubahan zona batimetri pada suatu daerah dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya bisa dipengaruhi oleh perubahan muka air laut, tektonik yang terjadi serta perubahan iklim baik lokal maupun global. Yulianto et.al. (1995) menyatakan bahwa pada saat pengendapan Formasi Simpangaur, Cekungan Bengkulu mengalami penurunan cekungan.

Berdasarkan hal tersebut, perubahan zona batimetri daerah penelitian pada Pliosen Akhir diperkirakan erat kaitannya dengan proses tektonik penurunan cekungan pada Cekungan Bengkulu. Kandungan tuf yang ada juga menandakan bahwa selama pengendapan, aktivitas vulkanik secara intensif terjadi sehingga mengendapkan batupasir tufan dan tuf. Di Air Nipis, Bengkulu Selatan, pengendapan Formasi Simpangaur juga dipengaruhi oleh kegiatan vulkanisme (Giantaria & Rochmana,

2024). Suplai sedimen hasil aktivitas vulkanik menyebabkan foraminifera tidak dapat hadir dalam batuan selama pengendapan, walaupun batuan tersebut masih sedikit bersifat karbonatan. Material vulkanik biasanya memiliki suhu yang panas, sedangkan foraminifera merupakan organisme yang suhu tubuhnya bergantung pada suhu lingkungan. Murray (1973) menyatakan bahwa sedikit foraminifera yang memiliki toleransi terhadap perubahan suhu yang terjadi. Perbedaan kelimpahan foraminifera yang hadir juga dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Suhu, tipe sedimen serta makanan menjadi faktor penting dalam populasi foraminifera bentonik. Parameter lingkungan yang berpengaruh terhadap ekologi kumpulan foraminifera planktonik dan bentik, seperti energi air, laju sedimentasi kondisi redoks di dasar laut, dan produktivitas (Sjoerdsma and Van der Zwaan, 1992; Herkat & Ladjal, 2013). Peningkatan paleoproduktivitas foraminifera dikendalikan juga oleh peristiwa *upwelling* (fenomena ketika air dingin kaya nutrisi naik ke permukaan laut) (Budiarto et.al., 2023).

Pada lokasi penelitian juga ditemukan struktur sedimen *reverse graded bedding* pada bagian bawah sampel SG/05/SA, serta struktur perlapisan antara batupasir tufan berukuran sedang dengan tuf. Struktur *reverse graded bedding* (lebih kasar di bagian atas) biasanya berasal dari hasil pengendapan oleh aliran puing yang bergerak dengan cepat. Pada awal pengendapan terdapat arus yang lebih tenang yang kemudian berubah menjadi arus yang lebih kuat dengan material sedimen yang dibawa berubah ukuran.

Secara global, pada Pliosen Akhir terdapat *Pliocene Climatic Maximum*, dimana suhu mencapai puncak 2°C-3°C lebih tinggi dari suhu global yang ada saat ini (Dumitru et.al., 2019). Analisis putaran kamar pada fosil moluska memiliki arah yang sama dengan putaran jam (dekstral) yang mengindikasikan iklim hangat terjadi pada saat itu. Penelitian batuan Formasi Simpangaur yang dilakukan Maulia & Idarwati (2023) di Muara Sahung, Kaur dan Ananda & Harnani (2024) di Ulu Talo, Seluma juga menunjukkan hasil yang serupa untuk batuan Formasi Simpangaur. Hal ini juga didukung oleh penelitian batuan Formasi Sentolo di Yogyakarta yang berumur Pliosen yang menunjukkan suhu hangat selama pengendapan berdasarkan kandungan foraminiferanya dan juga berdasarkan fosil polen dan spora di Formasi Tapak, Brebes yang menunjukkan iklim hangat dan lembab (Istiana & Zulfiah, 2022).

## 5. KESIMPULAN

Hasil analisis 14 sampel Formasi Simpangaur di Sungai Padang Guci, Kaur didapatkan 3.287 individu foraminifera planktonik dan bentonik. Umur batuan dilokasi penelitian yaitu Pliosen Akhir (N21 atau PL6) berdasarkan kehadiran awal *Hastigerina aequilateralis* dan kehadiran akhir *Globigerinoides fistulosus*. Paleobatimetri Formasi Simpangaur di daerah penelitian terbagi menjadi 3 zona, dengan lingkungan berupa neritik luar hingga neritik tengah. Perubahan litologi di daerah penelitian akibat adanya aktivitas vulkanik selama pengendapan terjadi yang ditunjukkan dengan perubahan dari batupasir bermoluska menjadi batupasir tufan dan tuf. Studi ini memberikan tambahan data paleobatimetri baru pada Formasi Simpangaur di Kaur yang sebelumnya belum tersedia, serta memperkaya data stratigrafi dan penelitian batuan di Cekungan Bengkulu. Dikarenakan keterbatasan data yang ada yaitu hanya 1 lokasi dan 1 metode dalam menginterpretasi paleobatimetri, sehingga perlu dilakukannya penelitian lanjutan pada lokasi lainnya serta penambahan metode yang digunakan. Salah satu metode yang dapat digunakan yaitu metode geokimia guna memperkuat interpretasi lingkungan pengendapan purba di Formasi Simpangaur.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alviyanda & Sipayung, C.S. (2023). Studi Batuan Asal (*Provenance*) Batupasir Formasi Simpangaur Daerah Way Krui, Lampung. *Journal of Science and Applicative Technology*, 7(1), 26-34. <https://doi.org/10.35472/jsat.v7i1.1086>.
- Amin, T.C., Kusnama, Rustandi, E., & Gafoer, S. (1993). *Peta Geologi Lembar Manna Dan Enggano, Sumatera, Skala 1:25.000*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Ananda, R., & Harnani. (2024). Analisis mikropaleontologi fosil foraminifera planktonic Formasi Lemau dan Formasi Simpangaur dalam penentuan iklim purba pada lintasan Sungai Pagar Kecamatan Ulu Talo, Kabupaten Seluma, Bengkulu. *Jurnal Penelitian Sains*, 26(2):206-214.

<https://doi.org/10.56064/jps.v26i2.1006>.

- Barber A.J., Crow, M.J., & Milsom, J.S. (2005). *Sumatra: Geology, Resources and Tectonic Evolution*. London: Geological Society of London. <https://doi.org/10.1017/S0016756806212974>
- Blow, W.H. (1969) Late Middle Eocene to Recent Planktonic Foraminiferal Biostratigraphy. In: Bronnimann, P. and Renz, H.H., Eds., *Proceedings of the 1st International Conference on Planktonic Microfossils*, Geneva, Vol. 1, 199-422.
- Bolli, H.M., Saunders, J.B., & Perch-Nielsen, K. (1989). *Plankton Stratigraphy: Volume 1: Planctic foraminifera, calcareous nannofossils and calpionellida*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Budiarto, E.Y., Maryunani, K.A., & Gustiantini, L. (2023). Pengaruh Fenomen Indian Ocean Dipole Terhadap Paleoeкологи Dan Paleoproduktivitas Foraminifera Di Perairan Selat Sunda Pada Waktu Pleistosen-Holosen. *Bulletin of Geologi*, 7(2):1184-1201. <https://doi.org/10.5614/bull.geol.2023.7.2.5>.
- Dumitru, O.A., Austermann, J., Polyak, V.J., Formos, J.J., Asmerom, Y., Gines, J., Gines, A., & Onac, B.P. (2019). Contrasting on Global Sea Level During Pliocene Warmth. *Nature*, 574(7777): 233-236. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1543-2>.
- Giantaria, A., & Rochmana, Y.Z. (2024). Analisis Stratigrafi dan Implikasi Terhadap Sejarah Geologi Daerah Sukamaju, Kecamatan Air Nipis, Kabupaten Bengkulu Selatan, Bengkulu. *Jurnal Teknik Sains*, 9(2).
- Hastuti, S., & Sukandarrumidi, S. P. (2001). Kendali Tektonik Terhadap Perkembangan Cekungan Ekonomi Tersier Ombilin, Sumatra Barat (Tectonic Control On The Development Of The Ombilin Tertiary Economic Basin, West Sumatra). *Teknosains*, 14(2001).
- Harbowo, D.G. & Sitinjak, E. (2024). The Foraminifera Fossil Record of the Sedimentary Rock at Kotadjava, Lampung, Indonesia: The Significance of Marine Paleontological Insight. *Jurnal Riset Biologi dan Aplikasinya*, 6(2): 116-123. doi: 10.26740/jrba. v6n2.p116-123.
- Husein, S., Barianto, D.H., Novian, M.I., Putra, A.F., Saputra, R., Rusdiyantara, M.A., & Nugroho, W. (2018). Persepektif Baru Dalam Evolusi Cekungan Ombilin Sumatera Barat. *Proceeding, Seminar Nasional Kebumihan Ke 11 Universitas Gadjah Mada*, Yogyakarta.
- Istiana & Zulfiah. (2022). Perubahan Iklim Pada Pliosen Akhir Berdasarkan Studi Palinologi Formasi Tapak, Daerah Bentarsari, Kabupaten Brebes, Jawa Tengah. *Jurnal Ilmiah Pangea*, 9(1sp): 45-42. <https://doi.org/10.31315/jigp.v9i1sp.9409>.
- Fauzielly, L., Jurnaliah, L., & Fitriani, R. (2018). Palobatimetri Formasi Jatiluhur Berdasarkan Kumpulan Foraminifera Kecil Pada Lintasan Sungai Cileungsi, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. *Riset Geologi Tambang*, 28(2):157-166. doi: 10.14203/risetgeotam2018.v28.660.
- Lipps, J.H. (1979). *Foraminifera Ecology and Paleocology*. Houston: SEPM Short Course No. 6.
- Loeblich, A.R. and Tappan, H. (1994). *Foraminifera of the Sahul Shelf and Timor Sea. Special Publication No.31*. Cushman Foundation for Foraminiferal Research Inc.
- Murray, J.W. (1973). *Distribution and ecology of living foraminifera*. New York: Ciane Russell Co. Inc.
- Murray, J. W. (1976). A method of determining proximity of marginal seas to an ocean. *Marine Geology*, 22(2):103-119. [https://doi.org/10.1016/0025-3227\(76\)90033-5](https://doi.org/10.1016/0025-3227(76)90033-5).
- Maulia, D., & Idarwati. (2023). Macrofossil Characteristics and Bathymetric Environment of Sumber Makmur Village, Muara Sahung, Kaur, Bengkulu. *Journal of Earth and Marine Technology*, 5(1): 18-28. <https://doi.org/10.31284/j.jemt.2023.v4i1.4651>.
- Mendes, I., Gonzales, R., Dias, J.M.A., Lobo, F., & Martins, V. (2004). Factors Influencing Recent Benthic Foraminifera Distribution on The Guardiania Shelf (Southwestern Iberia). *Marine Micropaleontology*, 51:171-192. <https://doi.org/10.1016/j.marmicro.2003.11.001>.
- Mori, N., Vehovar, Z., Brad, T.....Zagmajster, M. (2025). A Comprehensive Occurrence Dataset for European Ostracoda Inhabiting Groundwater and Groundwater-Dependent Ecosystems. *Global Ecology and Biogeography*, 34: 1-11. <https://doi.org/10.1111/geb.70065>

- Novita, D., Wirawan, D.R., Rijani, S., Hermawan, U. (2022). Pola Perubahan Iklim Purba Pada Umur Pliosen dengan Proksi Foraminifera: Studi Kasus Formasi Sentolo, Yogyakarta. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, 23(3): 133-140. <https://doi.org/10.33332/jgsm.geologi.v23i3.703>.
- Pringgoprawiro, H., & Kapid, R. (2000). *Foraminifera: Pengenalan Mikrofosil dan Aplikasi Biostratigrafi*. ITB Bandung.
- Tipsword, H.L., Setzer, F., & Smith, F.L. (1966). Interpretation of Depositional Environment in Gulf Coast Petroleum Exploration from Paleoecology and Related Stratigraphy. *AAPG Bulletin*, 16. doi:10.1306/5D25B733-16C1-11D7-8645000102C1865D
- Valchev, B. (2003). On The Potential of Small Benthic Foraminiferal as Paleoecology indicators: Recent Advances. 50 Years University of Mining and geology "St. Ivan Rilski". Annual. *Geology and geophysics, Sofia*, 46(1), 189-194.
- Wade, B.S., Nearson, P.N., Berggren, W.A., & Pälike, H. (2011). Review and revision of Cenozoic tropical planktonic foraminiferal biostratigraphy and calibration to the geomagnetic polarity and astronomical time scale. *Earth-Science Reviews*, 104(1-3):111-142. doi: 10.1016/j.earscirev.2010.09.003
- Widhiyatmoko, M., Isnaniawardhani, V., Zajuli, M.H.H. (2023). Distribusi Nannofosil dan Foraminifera Pada Batas Pliosen-Plistosen Formasi Batilembuti di Pulau Yamdena, Provinsi Maluku dan Relevansinya dengan Tektonik Regional. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, 24(1): 39-50. <https://doi.org/10.33332/jgsm.geologi.v24i1.737>.
- Wiguna, T., & Ardhyastuti, S. (2021). Paleobathymetry Reconstruction And Depositional Boundary Based On Foraminifera Abundance; A Case Study On SO189/2-04KL Di Cekungan Bengkulu. *Oseanika; Jurnal Riset dan Rekayasa Kelautan*, 2(1): 31-37. <https://doi.org/10.29122/oseanika.v2i1.4866>
- Yulihanto, B., Situmorang, B., Nurdjadjadi, A., & Sain, B. (1995). Structural Analysis of the Onshore Bengkulu Forearc Basin and Its Implication for Future Hydrocarbon Exploration Activity. 24<sup>th</sup> Annual Convention Proceedings Indonesian Petroleum Association (pp. 85-96). Indonesian Petroleum Association.