

PERUBAHAN LINGKUNGAN PENGENDAPAN BERDASARKAN KELIMPAHAN FORAMINIFERA BENTONIK BESAR PADA BATUGAMPING KLASTIK FORMASI RAJAMANDALA

Riandi Wicaksono^{1*}, Lili Fauzielly¹, Lia Jurnaliah¹

¹Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran, Sumedang

*Korespondensi: riandiwicaksono@gmail.com

ABSTRAK

Perubahan iklim yang menandakan transisi kala Oligosen-Miosen mempengaruhi kondisi ekologi yang secara langsung berpengaruh terhadap kelimpahan spesies foraminifera bentonik besar. Formasi Rajamandala diendapkan selama Oligosen-Miosen sehingga kelimpahan foraminifera bentonik besar pada formasi ini memiliki peran signifikan dalam penentuan lingkungan pengendapan serta perubahannya selama kala waktu tersebut. Sampel berupa inti batuan diambil melalui proses pemboran oleh PT. Indoprima Putra Jaya yang kemudian dijadikan 14 conto sayatan mewakili setiap karakteristik litologi. Terdapat 17 spesies foraminifera bentonik besar yang teridentifikasi yaitu *Amphistegina* sp., *Austrotrillina howchini*, *Borelis pygmaeus*, *Cyclocypeus pillaria*, *Discogypsina discus*, *Lepidocyclina* sp. (*Eulepidina*), *Lepidocyclina dilatata*, *Lepidocyclina sumatrensis*, *Miogypsina* sp., *Miogypsinoidea* sp., *Neorotalia mecatepecensis*, *Palaeonummulites* sp., *Planorbulinella batangensis*, *Planorbulinella larvata*, *Planorbulinella solida*, *Spiroclypeus vermicularis*, dan *Tansinhokella yabei*. Analisis lingkungan pengendapan dilakukan berdasarkan kelimpahan spesies foraminifera bentonik besar menggunakan Diagram Hallock. Didapatkan bahwa pola umum perubahan lingkungan pengendapan berada pada lingkungan *forereef*, namun terjadi anomali ketika lapisan batuan yang diwakili sampel D39-40 diendapkan, yaitu ada pergeseran ke arah *backreef*.

Kata kunci : Foraminifera bentonik besar, kelimpahan, Diagram Hallock, lingkungan pengendapan.

ABSTRACT

Climate changes that mark the transition between Oligocene-Miocene affected the ecological condition which influenced the larger benthic foraminifera assemblages. Rajamandala Formation was deposited during Oligocene-Miocene period, so the larger benthic foraminifera assemblages significantly affecting the depositional environment determination. 14 thin section samples representing the lithology was created from the core sample which was taken by PT. Indoprima Putra Jaya. There are 17 identified larger benthic foraminifera species. They are *Amphistegina* sp., *Austrotrillina howchini*, *Borelis pygmaeus*, *Cyclocypeus pillaria*, *Discogypsina discus*, *Lepidocyclina* sp. (*Eulepidina*), *Lepidocyclina dilatata*, *Lepidocyclina sumatrensis*, *Miogypsina* sp., *Miogypsinoidea* sp., *Neorotalia mecatepecensis*, *Palaeonummulites* sp., *Planorbulinella batangensis*, *Planorbulinella larvata*, *Planorbulinella solida*, *Spiroclypeus vermicularis*, and *Tansinhokella yabei*. Depositional environment analysis was conducted using Hallock's Diagram. The analysis prove that the major pattern of the depositional environment changes was happened in *forereef* area, but there was an anomaly when the rock unit represented by the D39-40 sample was deposited where the depositional environment was moved to *backreef* area.

Keywords : Larger benthic foraminifera, assemblages, Hallock's Diagram, depositional environment.

1. PENDAHULUAN

Batuan sedimen karbonat adalah batuan sedimen yang memiliki kandungan mineral karbonat lebih dari 50%. Mineral karbonat tersebut dapat terbentuk dari proses biokimia sebagai hasil dari aktivitas makhluk hidup. Material karbonat tersebut dapat berupa karbonat klastik yang tersemenkan ataupun karbonat kristalin hasil dari proses presipitasi. Keduanya sangat berkaitan dengan peran organisme sebagai pembentuk komposisi utama batuan karbonat itu sendiri.

Peran krusial dari organisme terhadap pembentukan batuan karbonat tersebut dapat diamati dari analisis mikropaleontologi pada batuan karbonat. Organisme yang mempengaruhi pembentukan batuan karbonat akan terlihat kehadirannya sebagai fosil yang mencerminkan kaitan erat proses keterbentukan batuan sedimen karbonat dari proses biokimia. Salah satu jenis fosil yang umum ditemui pada sayatan tipis batuan sedimen karbonat adalah foraminifera.

Foraminifera adalah organisme bersel satu yang dalam pola hidupnya mampu membangun cangkang yang bersifat gampingan dengan arsitektur cangkang yang unik dan rumit. Karakteristik foraminifera berguna untuk mendeterminasi *paleoenvironment* (Van Gorsel, 1988; Lee, 1990 dalam Adhyar, 2008). Ukurannya yang kecil membuat foraminifera dapat dianalisis melalui disiplin ilmu mikropaleontologi. Berkaitan dengan lingkungan terumbu, salah satu jenis foraminifera yang memiliki peran paling signifikan keterdapatannya pada batugamping adalah foraminifera bentonik besar.

Foraminifera bentonik besar merupakan jenis foraminifera yang memiliki ukuran 600 mikron – 20 cm, diameter cangkang 5 – 20 mm, hidup bersama alga dan diatom, memiliki struktur dalam yang kompleks dan membutuhkan preparasi khusus untuk mengidentifikasinya (Pringgoprawiro, 2000).

Formasi Rajamandala merupakan formasi yang sebagian besar tersusun atas litologi batugamping. Litologi batugamping tersebut mengindikasikan keterbentukan pada lingkungan yang memadai bagi biota untuk hidup, khususnya foraminifera. Hal ini dapat menjadi faktor yang memungkinkan adanya keberagaman biota yang hidup pada masa lampau di lingkungan pengendapan formasi ini. Umurnya yang berada pada rentang Oligosen Akhir sampai Miosen Awal menjadi keunikan tersendiri karena pada kala tersebut terjadi perubahan iklim ke arah yang lebih dingin yang menyebabkan penyempitan iklim tropis ke arah ekuatorial (Spezzaferi, 1995). Hal ini mempengaruhi evolusi foraminifera, khususnya foraminifera bentonik besar yang menyebabkan varietas yang beragam foraminifera pada kala tersebut (BouDagher-Fadel, 2006). Fenomena ini dirasa menjadi penting untuk diketahui pengaruhnya terhadap kelimpahan biota, khususnya foraminifera bentonik besar, pada batugamping klastik pada Formasi Rajamandala.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Foraminifera bentonik besar merupakan organisme yang masih dalam klasifikasi yang sama dengan foraminifera pada umumnya khususnya foraminifera bentonik. Perbedaan yang mendasar di antara keduanya adalah foraminifera bentonik besar memiliki ukuran yang lebih besar. Ukuran yang besar ini memungkinkan foraminifera besar diidentifikasi melalui kenampakan struktur dalamnya yang kompleks. Pengamatan struktur dalam dari foraminifera besar ini dilakukan dibawah sampel berupa sayatan tipis. Selain itu, perbedaan dari foraminifera bentonik besar dengan foraminifera bentonik kecil adalah cara hidupnya dimana foraminifera bentonik besar hidup berasosiasi dengan alga dan koral.

Secara umum, foraminifera bentonik besar memiliki ciri-ciri:

- Memiliki struktur dalam yang kompleks
- Hidup bersama dengan alga dan diatom pada lingkungan laut dangkal beriklim tropis sampai subtropis
- Memiliki ukuran 600 mikron – 20cm
- Diameter 5 – 20 mm
- Memiliki cangkang gampingan
- Bentuk cangkang lentikular, discoidal, atau fusiform

Foraminifera bentonik besar masih berada pada urutan pemerian yang sama dengan foraminifera bentonik kecil. Foraminifera bentonik besar termasuk ke dalam Filum Protista yang menunjukkan bahwa foraminifera merupakan organisme uniseluler.

Dalam menentukan lingkungan pengendapan terumbu, foraminifera memiliki peran penting dalam mengidentifikasinya, khususnya foraminifera bentonik besar. Hal ini dikarenakan kehadiran foraminifera sebagai biota penciri lingkungan pengendapan sangat dipengaruhi faktor paleoekologi (Hallock, 1986). Peran foraminifera bentonik besar yang signifikan ini dipengaruhi oleh kecenderungannya untuk berevolusi sangat cepat, berlimpah, persebarannya yang luas, dan beberapa jenis diantaranya mengalami kepunahan yang cepat pula (Hallock, 1986). Pada lingkungan pengendapan terumbu, kehadiran cangkang foraminifera dalam komposisi batuan karbonat mencapai 15% (Maxwell, 1968 dalam Hallock, 1986) dengan perannya membentuk material karbonat dapat dibandingkan dengan koral dan alga. Faktor-faktor tersebut sangat menunjukkan peran penting foraminifera bentonik besar sebagai indikator paleoekologi khususnya bagi lingkungan pengendapan terumbu.

Model fasies Wilson (1975) dianggap sebagai model ideal dalam penentuan fasies batugamping. Hal ini dikarenakan pendekatan model fasies ini didasari oleh beberapa faktor antara lain

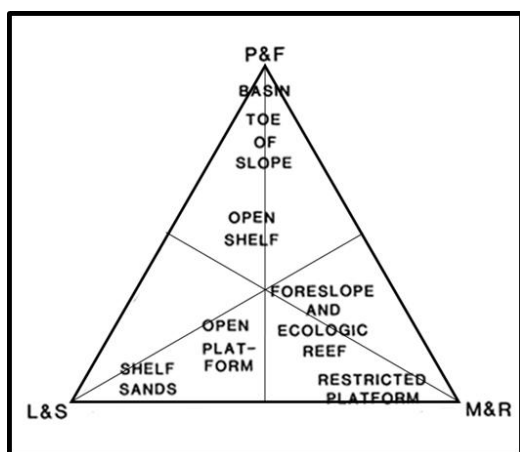
litologi dan fosil. Penelitian lebih lanjut dilakukan oleh Hallock (1986) menyederhanakan pembagian model fasies Wilson (1975) berdasarkan peninjauan kandungan fosil foraminifera. Adaptasi foraminifera terhadap lingkungannya akan membentuk karakteristik unik pada komposisi dan morfologi cangkangnya, sehingga kelompok foraminifera tertentu mampu merefleksikan kondisi paleoekologi tempat hidupnya dan memberi gambaran lingkungan pengendapan.

Hallock (1986) membagi lingkungan pengendapan terumbu ke dalam 8 segmen dengan karakteristik biota khususnya foraminifera masing-masing. Beavington-Peeney (2004) membuat penjabaran mengenai model lingkungan pengendapan yang dibuat oleh Hallock (1986) tersebut. Lingkungan pengendapan tersebut terbagi menjadi:

1. *Basin* – didominasi oleh foraminifera planktonik, sedangkan foraminifera bentonik hadir dengan total 25% atau kurang total populasi.
2. *Open Shelf* – termasuk ke dalam lingkungan subeufotik pada kedalaman 120 – 200m. Pada lingkungan ini foraminifera planktonik masih mendominasi, namun dalam rasio yang lebih rendah. Foraminifera bentonik besar yang hadir umumnya berukuran lebih besar, berbentuk pipih dan diskoidal.
3. *Toe of Slope* – diversitas foraminifera yang ada hampir sama dengan yang ada pada lingkungan *Open Shelf*.
4. *Reef Foreslope* – spesies foraminifera baik planktonik maupun bentonik lebih bervariasi, didominasi oleh foraminifera bentonik besar berukuran sedang. Kelompok alveolinidae muncul dan kadang ditemukan kelompok miliolid kecil.
5. *Ecologic Reef* – foraminifera yang hadir bervariasi, umumnya memiliki cangkang yang tebal

karena pengaruh gelombang yang cukup kuat. Foraminifera yang muncul biasanya memiliki cangkang berbentuk seperti bujur telur (ovoid) seperti kelompok Miogypsinidae dan Peneroplidae.

6. *Shelf Sands* – lingkungan yang termasuk ke dalam *Shelf Sands* adalah lingkungan yang terpengaruh pasang surut seperti bibir pantai. Umumnya foraminifera yang hidup pada lingkungan ini memiliki cangkang tebal berkomposisi agglutinin. Kelompok Peneroplidae dan Soritidae muncul pada lingkungan ini.
7. *Open Platform* – memiliki kedalaman <20m. kelompok foraminifera yang hadir umumnya berukuran kecil dari kelompok rotaliina dan miliolina. Rotaliina berukuran besar berlimpah. Foraminifera yang hadir lainnya memiliki bentuk ovoid (bujur telur) atau subspheroid.
8. *Restricted Platform* – Didominasi oleh kelompok miliolid, termasuk Peneroplidae dan Soritidae berukuran besar yang bersimbiosis dengan alga. Kelompok Alveolinidae dan Rotaliina berukuran kecil juga hadir pada lingkungan ini.



Gambar.1 Diagram Penentuan Lingkungan Pengendapan Terumbu berdasarkan Kelimpahan Fosil Foraminifera menurut Hallock (1986)

Diagram ini dapat digunakan dalam penentuan fasies batugamping menggunakan fosil foraminifera sebagai parameter. Penggunaan fosil foraminifera sebagai parameter didasari oleh sifat dan kecenderungan foraminifera sebagai biota untuk beradaptasi pada kondisi lingkungan tertentu, sehingga kumpulan fosil pada setiap sampel dianggap penting dan mampu memberikan gambaran lingkungan pengendapan (Hallock, 1986). Hal ini dipengaruhi oleh faktor lingkungan terumbu yang ideal untuk hidup biota air laut, sehingga mendukung adanya variasi biota khususnya foraminifera bentonik besar yang dalam cara hidupnya membentuk simbiosis baik dengan koral dan alga.

Jenis foraminifera yang digunakan dalam penentuan lingkungan pengendapan dengan model Hallock (1986) (Gambar 2.6) yaitu:

1. P & L : Planktonik dan Rotaliina Pipih Besar, contoh: *Lepidocyclinids*, *Cycloclypeus*, *Operculina*, *Heterostegina*. Kecenderungan biota jenis ini hidup pada lingkungan berarus tenang dengan intensitas cahaya yang relatif rendah, sehingga kemunculannya dapat mengindikasikan lingkungan pengendapan ke arah laut terbuka.
2. L & S : Lentikular dan Subspheroid Rotaliina, contoh: *Amphistegina*, *Ovid Nummulitids*, *Miogypsinids* (*Ovate Test*). Biota jenis ini dapat hidup pada lingkungan dengan arus turbulen dan intensitas cahaya yang cukup seperti di sekitar paparan terumbu.
3. M & R : Miliolids dan Rotaliina Kecil, contoh: *Soritids*, *Peneroplids*, *Alveolinids* (*Borelis*, *Austrotrillina*). Kehadiran biota jenis ini dapat mengindikasikan lingkungan pengendapan *back-reef*.

3. METODE

Objek penelitian ini berupa batugamping yang diambil dari sampel inti batuan (*core*) yang didapat dari PT. Indoprima Putra Jaya (Sibelco Group). Titik pengambilan sampel berada di Desa Citatah, Kecamatan Cipatat, Kabupaten Bandung Barat, Provinsi Jawa Barat. Sampel inti batuan tersebut kemudian dibagi berdasarkan perubahan karakteristik litologi yang kemudian dibagi menjadi 14 sampel. Sampel kemudian dibuat dalam sayatan tipis dimana masing-masing sampel dibuat dalam 1 sayatan tipis yang mewakili setiap conto batuan.

Identifikasi fosil foraminifera bentonik besar yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan mengenali karakteristik khusus tiap genus yang kemudian dibandingkan dengan contoh fosil pada gambar (Lunt & Allan, 2004). Referensi determinasi fosil mengacu kepada Lunt & Allan (2004) dan BouDagher-Fadel (2006).

Adapun analisis yang dilakukan meliputi:

1. Analisis mikropaleontologi dilakukan pada 14 perconto batuan dengan menggunakan mikroskop polarisasi merk Olympus Zeiss Primo Star di Laboratorium Paleontologi, Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran. Analisis mikropaleontologi dilakukan untuk mengetahui jumlah foraminifera bentonik besar beserta pemerian pemerianannya pada tiap conto batuan serta asosiasinya dengan jenis fosil lain. Pengamatan ini dijadikan dasar analisis biofasies pada batugamping Formasi Rajamandala di daerah penelitian secara kuantitatif.
2. Pendekatan hasil analisis mikropaleontologi yang digunakan pada penelitian ini adalah metode analisis kluster. Metode tersebut dapat membantu untuk mengetahui gambaran suatu kelompok atau keragaman objek-objek berdasarkan karakteristik yang

dimiliki, dalam hal ini fosil foraminifera bentonik besar. Fosil foraminifera bentonik besar tersebut harus diseleksi berdasarkan jarak (*distance*) atau kemiripan (*similarity*). Analisis kluster berdasarkan jarak dilakukan dengan metode dan indeks koefisien berdasarkan Euclidean (Mello *et al.*, 1968).

3. Analisis lingkungan pengendapan dilakukan dengan menggunakan dua metode, yaitu diagram Hallock (1986) berdasarkan persentase fosil foraminifera pada setiap biofasies.

Penentuan lingkungan pengendapan dilakukan melalui analisis biostratigrafi. Analisis biostratigrafi mengacu pada kelimpahan fosil foraminifera bentonik besar. Penentuan zonasi biostratigrafi dilakukan berdasarkan Sandi Stratigrafi Indonesia (1996).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sampel yang dibuat dalam sayatan tipis dianalisis untuk mengetahui keterdapatannya dan kelimpahan spesies foraminifera bentonik besar. Dari analisis tersebut, didapatkan 17 spesies foraminifera bentonik besar yang tersebar dalam 14 conto batuan. Spesies-spesies tersebut adalah *Amphistegina sp.*, *Austrotrillina howchini*, *Borelis pygmaeus*, *Cyclocypeus pillaria*, *Discogypsina discus*, *Lepidocyclina sp. (Eulepidina)*, *Lepidocyclina dilatata*, *Lepidocyclina sumatrensis*, *Miogypsina sp.*, *Miogypsinoidea sp.*, *Neorotalia mecatepecensis*, *Palaeonummulites sp.*, *Planorbulinella batangensis*, *Planorbulinella larvata*, *Planorbulinella solida*, *Spirocypeus vermicularis*, dan *Tansinhokella yabei* (gambar 2). Total jumlah individu pada keseluruhan sampel adalah 313 individu. Sebagai catatan, sampel yang tidak memiliki kandungan fosil tidak diperhitungkan dalam penentuan lingkungan pengendapan.

4.1 Sampel D12-13

Sampel D12-13 terdiri dari 23 individu. 23 individu tersebut terdiri dari enam spesies yaitu *Lepidocyclina dilatata*, *Lepidocyclina sumatrensis*, *Neorotalia metacepecensis*, *Planorbulinella solida*, *Spiroclypeus vermicularis*, dan *Tansinhokella yabei*. Spesies tersebut kemudian dikelompokkan untuk dianalisis menggunakan diagram Hallock (1986), didapatkan bahwa kelompok P&F sebanyak 22 individu atau 95,65% dan

kelompok L&S sebanyak 1 individu atau 4,35%. Berdasarkan jumlah tersebut didapatkan bahwa lapisan batuan yang diwakili sampel ini diendapkan pada lingkungan Basal.

4.2 Sampel 14-15

Sampel D14-15 terdiri dari 12 individu. 12 individu tersebut terdiri dari empat spesies yaitu *Discogypsina discus*, *Neorotalia metacepecensis*, *Planorbulinella*

Sample	<i>Amphistegina</i> sp.	<i>Austrotrillina howchini</i>	<i>Borelis pygmaeus</i>	<i>Cyclocypeus pillaria</i>	<i>Discogypsina discus</i>	<i>Lepidocyclina</i> sp. (Eulepidina)	<i>Lepidocyclina dilatata</i> (Eulepidina)	<i>Lepidocyclina sumatrensis</i> (Nephrolepidina)	<i>Miogyopsina</i> sp.	<i>Miogyopsinoides</i> sp.	<i>Neorotalia metacepecensis</i>	<i>Palaeonummulites</i> sp.	<i>Planorbulinella batangensis</i>	<i>Planorbulinella larvata</i>	<i>Planorbulinella solida</i>	<i>Spiroclypeus vermicularis</i>	<i>Tansinhokella yabei</i>	TOTAL
D12-13	0	0	0	0	0	0	4	11	0	0	1	0	0	0	1	2	4	23
D14-15	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	3	3	12
D15-16	0	2	1	1	1	2	4	18	0	0	1	0	0	0	0	8	5	43
D18-19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D30-31	0	0	3	0	0	1	1	0	0	0	3	0	1	0	2	2	0	13
D31-32	0	0	0	0	1	1	1	1	0	2	7	0	1	2	0	6	1	23
D32-33	3	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	8
D34-35	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	2	0	2	9
D35-36	4	0	3	0	0	0	0	0	1	0	6	0	0	0	3	4	0	21
D39-40	3	15	66	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	1	1	91
D40-41	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
D47-48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D54-55	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	1	5
D57-58	0	0	0	0	0	0	2	11	4	1	8	0	0	3	0	33	1	63
TOTAL	13	19	73	1	4	4	13	41	5	3	39	2	2	7	10	59	18	

Gambar.2 Tabel kelimpahan foraminifera pada sampel

solida, *Spiroclypeus vermicularis*, dan *Tansinhokella yabei*. Spesies tersebut kemudian dikelompokkan untuk

dianalisis menggunakan diagram Hallock (1986), didapatkan bahwa kelompok P&F sebanyak 11 individu atau 91,67%

dan kelompok L&S sebanyak 1 individu atau 8,33%. Berdasarkan jumlah tersebut didapatkan bahwa lapisan batuan yang diwakili sampel ini diendapkan pada lingkungan *Basin*.

4.3 Sampel D15-16

Sampel D15-16 terdiri dari 43 individu. 43 individu tersebut terdiri dari 10 spesies yaitu *Austrotrillina howchini*, *Borelis pygmaeus*, *Cycloclypeus pillaria*, *Discogypsina discus*, *Eulepidina sp.*, *Lepidocyclina dilatata*, *Lepidocyclina sumatrensis*, *Neorotalia mecatepecensis*, *Spiroclypeus vermicularis*, dan *Tansinhokella yabei*. Spesies tersebut kemudian dikelompokkan untuk dianalisis menggunakan diagram Hallock (1986), didapatkan bahwa kelompok P&F sebanyak 39 individu atau 90,69%, kelompok L&S sebanyak 1 individu atau 2,32%, dan kelompok M&R sebanyak 3 individu atau 6,96%. Berdasarkan jumlah tersebut didapatkan bahwa lapisan batuan yang diwakili sampel ini diendapkan pada lingkungan *Toe of Slope*.

4.4 Sampel 30-31

Sampel D30-31 terdiri dari 13 individu. 13 individu tersebut terdiri dari tujuh spesies yaitu *Borelis pygmaeus*, *Eulepidina sp.*, *Lepidocyclina dilatata*, *Neorotalia mecatepecensis*, *Planorbulinella batangensis*, *Planorbulinella solida*, dan *Spiroclypeus vermicularis*. Spesies tersebut kemudian dikelompokkan untuk dianalisis menggunakan diagram Hallock (1986), didapatkan bahwa kelompok P&F sebanyak 7 individu atau 53,84%, kelompok L&S sebanyak 3 individu atau 23,07%, dan kelompok M&R sebanyak 3 individu atau 23,07%. Berdasarkan jumlah tersebut didapatkan bahwa lapisan batuan yang diwakili sampel ini diendapkan pada lingkungan *Open Shelf*.

4.5 Sampel D31-32

Sampel D31-32 terdiri dari 23 individu. 23 individu tersebut terdiri dari

10 spesies yaitu *Borelis pygmaeus*, *Eulepidina sp.*, *Lepidocyclina dilatata*, *Lepidocyclina sumatrensis*, *Neorotalia mecatepecensis*, *Miogyssinoides sp.*, *Planorbulinella batangensis*, *Planorbulinella larvata*, *Spiroclypeus vermicularis*, dan *Tansinhokella yabei*. Spesies tersebut kemudian dikelompokkan untuk dianalisis menggunakan diagram Hallock (1986), didapatkan bahwa kelompok P&F sebanyak 17 individu atau 73,91% dan kelompok L&S sebanyak 6 individu atau 26,09%. Berdasarkan jumlah tersebut didapatkan bahwa lapisan batuan yang diwakili sampel ini diendapkan pada lingkungan *Open Shelf*.

4.6 Sampel D32-33

Sampel D32-33 terdiri dari 8 individu. 8 individu tersebut terdiri dari lima spesies yaitu *Amphistegina sp.*, *Discogypsina discus*, *Lepidocyclina dilatata*, *Lepidocyclina sumatrensis*, *Neorotalia mecatepecensis*, *Miogyssinoides sp.*, *Planorbulinella batangensis*, *Planorbulinella larvata*, *Spiroclypeus vermicularis*, dan *Tansinhokella yabei*. Spesies tersebut kemudian dikelompokkan untuk dianalisis menggunakan diagram Hallock (1986), didapatkan bahwa kelompok P&F sebanyak 3 individu atau 37,5% dan kelompok L&S sebanyak 5 individu atau 62,5%. Berdasarkan jumlah tersebut didapatkan bahwa lapisan batuan yang diwakili sampel ini diendapkan pada lingkungan *Open Shelf*.

4.7 Sampel D34-35

Sampel D34-35 terdiri dari 9 individu. 9 individu tersebut terdiri dari empat spesies yaitu *Amphistegina sp.*, *Neorotalia mecatepecensis*, *Planorbulinella solida*, dan *Tansinhokella yabei*. Spesies tersebut kemudian dikelompokkan untuk dianalisis menggunakan diagram Hallock (1986), didapatkan bahwa kelompok P&F sebanyak 5 individu atau 55,55% dan kelompok L&S sebanyak 4 individu

atau 44,45%. Berdasarkan jumlah tersebut didapatkan bahwa lapisan batuan yang diwakili sampel ini diendapkan pada lingkungan *Open Shelf*.

4.8 Sampel D35-36

Sampel D35-36 terdiri dari 21 individu. 21 individu tersebut terdiri dari enam spesies yaitu *Amphistegina* sp., *Borelis pygmaeus*, *Miogypsina* sp., *Neorotalia mecatepecensis*, *Planorbulinella solida*, dan *Spiroclypeus vermicularis*. Spesies tersebut kemudian dikelompokkan untuk dianalisis menggunakan diagram Hallock (1986), didapatkan bahwa kelompok P&F sebanyak 10 individu atau 47,62%, kelompok L&S sebanyak 8 individu atau 38,09%, dan kelompok M&R sebanyak 3 individu atau 14,28%. Berdasarkan jumlah tersebut didapatkan bahwa lapisan batuan yang diwakili sampel ini diendapkan pada lingkungan *Open Shelf*.

4.9 Sampel D39-40

Sampel D39-40 terdiri dari 91 individu. 91 individu tersebut terdiri dari tujuh spesies yaitu *Amphistegina* sp., *Austrotrillina howchini*, *Borelis pygmaeus*, *Neorotalia mecatepecensis*, *Palaeonummulites* sp., *Spiroclypeus vermicularis*, dan *Tansinhokella yabei*. Spesies tersebut kemudian dikelompokkan untuk dianalisis menggunakan diagram Hallock (1986), didapatkan bahwa kelompok P&F sebanyak 5 individu atau 5,49%, kelompok L&S sebanyak 5 individu atau 5,49%, dan kelompok M&R 81 individu atau 89,01%. Berdasarkan jumlah tersebut didapatkan bahwa lapisan batuan yang diwakili sampel ini diendapkan pada lingkungan *Restricted Platform*.

4.10 Sampel D54-55

Sampel D54-55 terdiri dari lima individu. lima individu tersebut terdiri dari empat spesies yaitu *Amphistegina* sp., *Planorbulinella solida*, *Planorbulinella larvata*, dan

Tansinhokella yabei. Spesies tersebut kemudian dikelompokkan untuk dianalisis menggunakan diagram Hallock (1986), didapatkan bahwa kelompok P&F sebanyak 1 individu atau 20% dan kelompok L&S sebanyak 4 individu atau 80%. Berdasarkan jumlah tersebut didapatkan bahwa lapisan batuan yang diwakili sampel ini diendapkan pada lingkungan *Open Shelf*.

4.11 Sampel D57-58

Sampel D57-58 terdiri dari 63 individu. 63 individu tersebut terdiri dari 8 spesies yaitu *Lepidocyclina dilatata*, *Lepidocyclina sumatrensis*, *Miogypsina* sp., *Neorotalia mecatepecensis*, *Miogypsinoidea* sp., *Planorbulinella larvata*, *Spiroclypeus vermicularis*, dan *Tansinhokella yabei*. Spesies tersebut kemudian dikelompokkan untuk dianalisis menggunakan diagram Hallock (1986), didapatkan bahwa kelompok P&F sebanyak 55 individu atau 87,30% dan kelompok L&S sebanyak 8 individu atau 12,70%. Berdasarkan jumlah tersebut didapatkan bahwa lapisan batuan yang diwakili sampel ini diendapkan pada lingkungan *Toe of Slope*.

4.12 Perubahan Lingkungan Pengendapan

Berdasarkan hasil analisis biofasies, didapatkan perubahan lingkungan pengendapan yang umumnya berada pada lingkungan *Forereef*, namun terdapat anomali yaitu perubahan secara signifikan ke arah *Backreef*.

Mulanya, daerah penelitian diendapkan pada lingkungan *Forereef* yang berdasarkan Hallock (1986) termasuk ke dalam lingkungan *Toe of Slope*. Selanjutnya, terlihat pergeseran lingkungan pengendapan ke arah lingkungan *Open Shelf*. Pengendapan terus berlangsung pada lingkungan *Restricted Platform* yang ditandai dengan kelimpahan kelompok miliolid. Lingkungan pengendapan bergeser secara signifikan ke arah *Forereef*

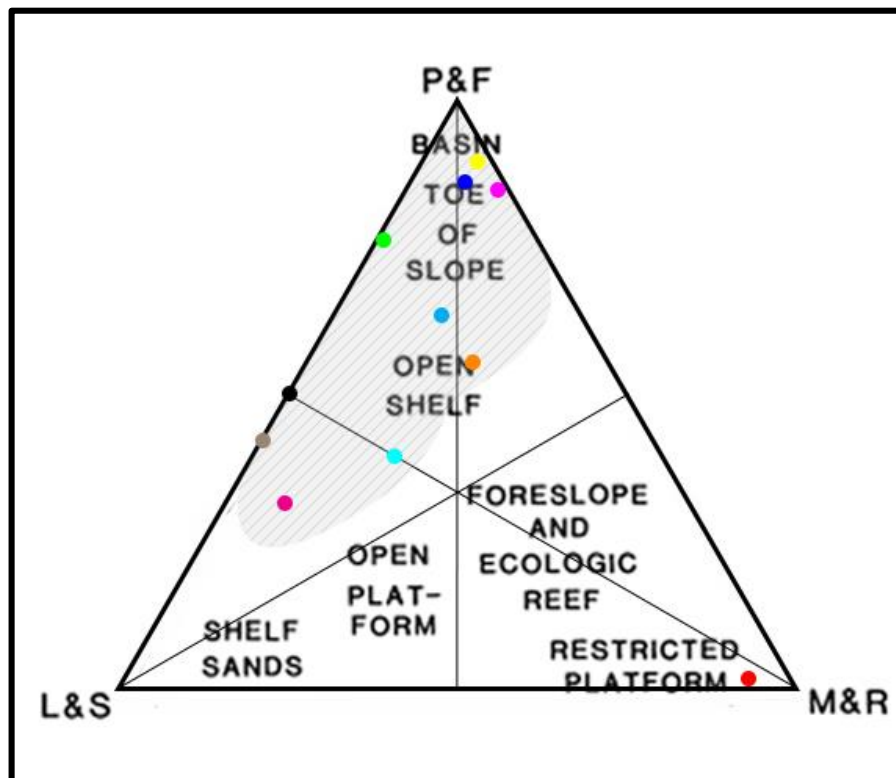
tepatnya pada *Open Shelf*. Lingkungan pengendapan kemudian berubah namun masih di dalam lingkungan *Forereef*, tepatnya antara *Open Shelf* – *Basin*. Perubahan lingkungan pengendapan secara umum dapat dipengaruhi oleh perubahan muka air laut, sedangkan perubahan lingkungan pengendapan secara signifikan dapat dipengaruhi oleh tektonik. Namun, untuk mengetahui penyebab perubahan lingkungan tersebut perlu dilakukan analisis lebih lanjut dalam penelitian lainnya.

5. KESIMPULAN

Variasi foraminifera bentonik besar pada daerah penelitian cukup beragam. Pada daerah penelitian didapatkan 17 spesies foraminifera bentonik besar. spesies-spesies tersebut adalah *Amphistegina* sp., *Austrotrillina* *howchini*, *Borelis* *pygmaeus*, *Cyclocypeus* *pillaria*, *Discogypsina*

discus, *Lepidocyclina* sp. (*Eulepidina*), *Lepidocyclina* *dilatata*, *Lepidocyclina* *sumatrensis*, *Miogypsina* sp., *Miogypsinoidea* sp., *Neorotalia* *mecatepecensis*, *Palaeonummulites* sp., *Planorbulinella* *batangensis*, *Planorbulinella* *larvata*, *Planorbulinella* *solida*, *Spiroclypeus* *vermicularis*, dan *Tansinhokella* *yabei*. Spesies tersebut tersebar dalam keseluruhan 14 conto batuan yang kemudian dijadikan sampel untuk analisis mikropaleontologi.

Lingkungan pengendapan dianalisis dari tabel kelimpahan foraminifera bentonik besar menggunakan Diagram Hallock (1986). Dari hasil analisis lingkungan pengendapan, didapatkan pola umum dari perubahan lingkungan pengendapan berada pada daerah *forereef*, namun terjadi anomali ketika lapisan batuan yang diwakili sampel D39-40 diendapkan dimana lingkungan pengendapan



Gambar Error! No text of specified style in document..3 Diagram Hallock (1986) lingkungan pengendapan tiap sampel. Berdasarkan gambar didapatkan bahwa pola umum perubahan lingkungan pengendapan pada daerah *forereef* (abu-abu), namun ada anomali pada lingkungan pengendapan sampel D39-40 (merah) yaitu diendapkan pada lingkungan *backreef*

secara signifikan bergeser ke arah *backreef*. Hal ini dapat diakibatkan oleh aktivitas tektonik, namun dibutuhkan analisis lebih lanjut dengan pendekatan disiplin ilmu lain untuk membuktikannya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Laboratorium Paleontologi, Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran atas kesempatan melakukan analisis data penelitian ini. Terima kasih kepada jajaran Sibelco Asia, khususnya kepada bapak Regi Deriyandi atas kesempatan pengambilan data untuk penelitian ini, serta berbagai pihak yang baik langsung maupun tidak langsung terlibat dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhyar, L., 2008. *Geologi dan Fasies Karbonat Formasi Wonosari pada Interval Tf 1-2 Selatan Jawa Tengah*. Universitas Padjadjaran.
- Adisaputra, M.K. 1992. *Penentuan Umur berdasarkan Biometri dan Lingkungan Pengendapan Foraminifera Besar Tersier-Kuarter*. Pusat Pengembangan Geologi Kelautan, Bandung.
- Beavington-Penney, S.J. and Racey, A., 2004. *Ecology of extant nummulitids and other larger benthic foraminifera: applications in palaeoenvironmental analysis*. Earth-Science Reviews, 67(3-4), pp.219-265.
- BouDagher-Fadel, M.K., 2008. *Evolution and geological significance of larger benthic foraminifera* (Vol. 21). Elsevier.
- Febyani, S., 2012. *Penentuan Lingkungan Pengendapan berdasarkan Kandungan Mikrofosil Besar pada Batugamping Klastik Formasi Kalibeng*. Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran, Sumedang.
- Hallock, P. and Glenn, E.C., 1986. *Larger Foraminifera: A Tool for Paleoenvironmental Analysis of Cenozoic Carbonate Depositional Facies*. Palaios, pp.55-64.
- Horowitz, A.S. and Potter, P.E., 2012. *Introductory Petrography of Fossils*. Springer Science & Business Media.
- Lunt, P., and T. Allan, 2004. *Larger Foraminifera in Indonesian Biostratigraphy Calibrated to Isotopic Dating*. GRDC Museum Workshop on Micropaleontology, June 2004. 109 pp.
- Jambak, M.A., 2014. *Analisis Fasies Dan Sejarah Diagenesa Batuan Karbonat Formasi Rajamandala, Padalarang, Jawa Barat*. Teknik Geologi FTKE Universitas Trisakti, Jakarta.
- Koesoemadinata, R.P. and Siregar, S., 1984. *Reef Facies Model of The Rajamandala Formation, West Java*. Proceedings Indonesian Petroleum Association.
- Martodjojo, S., 2003. *Evolusi Cekungan Bogor Jawa Barat*. Penerbit ITB Bandung.
- Murray, J.W., 2006. *Ecology and applications of benthic foraminifera*. Cambridge University Press.
- Patriani, E.Y., Rijani, S. and Sundari, D., 2017. *Perubahan Biofasies Foraminifera pada Batugamping di Pantai Baron dan Serpeng, Provinsi DI Yogyakarta*. Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral, 17(2), pp.61-71.

Pringgoprawiro, H. and Kapid, R., 2000.
*Foraminifera: pengenalan
mikrofosil dan aplikasi
biostratigrafi*. ITB. Bandung.
183hlm.

Spezzaferri, S., 1995. *Planktonic
foraminiferal paleoclimatic*

*implications across the Oligocene-
Miocene transition in the oceanic
record (Atlantic, Indian and South
Pacific)*. *Palaeogeography,
Palaeoclimatology, Palaeoecology*,
114(1), pp.43-74.