

Perubahan Biofasies Foraminifera pada Batugamping di Pantai Baron dan Serpeng, Provinsi D.I. Yogyakarta

Foraminifera Biofasies Changing of Limestone at Baron Beach and Serpeng, Yogyakarta Province

Emma Yan Patriani, Sonia Rijani, dan Dessy Sundari

Pusat Survei Geologi, Jalan Diponegoro 57 Bandung 40122

E-mail: emmayp@yahoo.com

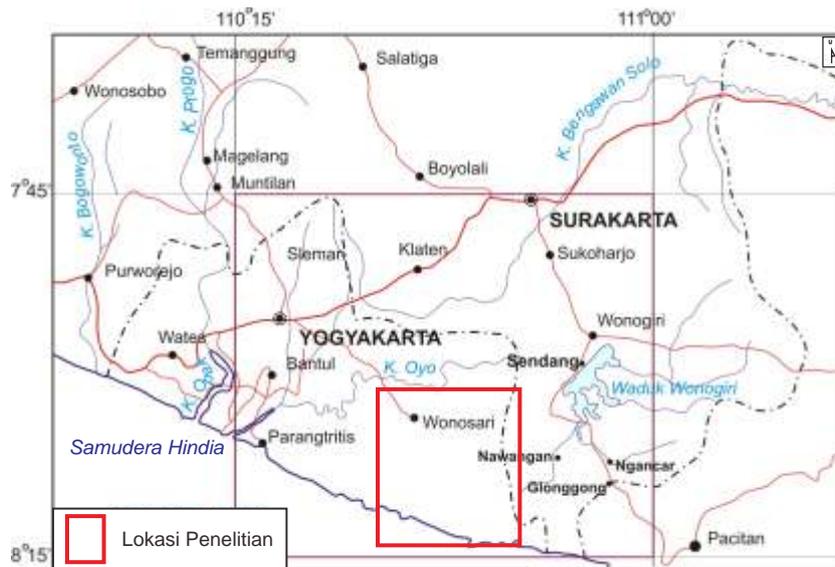
Naskah diterima : 2 Februari 2015, Revisi terakhir : 26 April 2016, Disetujui : 4 Mei 2016

Abstrak - Batugamping di Lokasi Pantai Baron dan Serpeng merupakan bagian dari Batugamping Formasi Wonosari di Pegunungan Selatan, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta yang terbentuk pada umur Miosen Awal – Miosen Tengah. Batugamping ini mengandung organisme khas yang menunjukkan keragaman biofasies yang terdiri dari kandungan foraminifera planktonik, foraminifera bentonik kecil, foraminifera besar, ganggang, koral dan moluska yang memerlukan beberapa persyaratan ekologi tertentu untuk dapat tumbuh dan berkembang. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perubahan biofasies foraminifera pada batugamping di Formasi Wonosari pada lokasi Pantai Baron dan Serpeng. Enambelas perconton batuan telah di analisis petrografi dan mikropaleontologi. Hasil analisis petrografi menunjukkan adanya dua kelompok fasies karbonat yang berhubungan dengan standar *facies belt*. Data analisis mikropaleontologi (tabel distribusi foraminifera) diolah menggunakan metoda analisis kluster. Hasil penelitian menunjukkan adanya dua biofasies. Pertama *basin facies* dengan taksa pencirinya adalah foraminifera planktonik dan subordo *Textulariina*. Kedua *foreslope facies* dengan taksa pencirinya adalah *Cycloclypeus* dan *Amphistegina*. Fosil lainnya yang hadir yang bukan taksa penciri adalah *Lepidocyclina*, *Miogypsina*, dan *Heterostegina*. Perubahan biofasies foraminifera di lingkungan *basin* dan *foreslope* menunjukkan bahwa distribusi foraminifera sangat dipengaruhi oleh faktor paleoekologi, yaitu kedalaman, cahaya dan energi air. Paleoekologi dapat digunakan juga untuk membantu menentukan lingkungan pengendapan purba yang berguna untuk waduk hidrokarbon di batuan karbonat.

Kata kunci - analisis kluster, biofasies foraminifera, batugamping, nilai indikator.

Abstract - Limestones at Baron Beach and Serpeng area are as a part of the Wonosari Formation in the Southern Mountains, Yogyakarta Province which deposited on the Early to Middle Miocene age. This limestone contains distinctive organisms that could show biofacies diversity such as planktonic foraminifera, small benthic foraminifera, large foraminifera, algae, coral and mollusc. They need some specific ecological requirements to be able to grow and expand. This study was conducted to determine biofacies foraminifera changing at limestones in Wonosari Formation. Sixteen rock samples were analyzed by using petrographic and micropaleontological methods. Based on petrographic analysis, indicated that they are two groups of facies carbonate facies which related to a standard belt. Micropaleontological analysis data (table of distribution of foraminifera) was used of set a cluster analysis. As a result, there are two facies, firstly basin facies characterized by planktonic foraminifera and *Textulariina*, secondly foreslope facies characterized by *Cycloclypeus* and *Amphistegina*. Other fossils are also present but not as the identifier taxa *Lepidocyclina*, *Miogypsina* and *Heterostegina*. Foraminifera biofacies changes in basin and foreslope environment, controlled by some palaeoecological factors such as depth, light and water energy. Palaeoecology also can be used to help in determining old paleodepositional environment. It will be useful for hydrocarbon reservoir in carbonate rocks.

Keywords - cluster analysis, foraminifera biofacies, limestone, indicator value.



Gambar 1. Peta lokasi daerah penelitian

PENDAHULUAN

Batugamping Formasi Wonosari merupakan bagian dari runtunan batuan di daerah Pegunungan Selatan, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Sebagian dari batugamping ini tersingkap baik di lokasi Pantai Baron dan Serpeng. Menurut Lokier (2000), batugamping ini terbentuk pada Miosen Tengah di suatu *system volcanic island-arc*. *Coralline algae* dan foraminifera bentonik besar, *packstone*, dan *grainstone* merupakan komponen yang dominan pada bentukan karbonat ini.

System volcanic island-arc di Jawa bagian Selatan telah dilaporkan oleh Smyth, *dr.* (2011) dimana telah terjadi erupsi besar pada Miosen Awal. Erupsi besar semilir tersebut dapat memicu pengaruh iklim, tetapi belum dapat di hubungkan dengan kepastian even klimatik di Miosen Awal seperti glasiasi.

Tucker, 1990, (*dalam* Irwansyah *dr.*, 2011), mendefinisikan fasies adalah karakter tubuh batuan berdasarkan kombinasi litologi, struktur fisik, atau biologi yang mempengaruhi aspek pembedaan tubuh batuan satu dengan lainnya. Dalam batuan karbonat dapat hadir berbagai macam fasies dan diperlukan identifikasi yang cermat dalam pengamatannya. Analisis fasies batuan karbonat dapat dipelajari dari kandungan aspek biologis yang dikenal sebagai biofasies. Aspek biologis dapat berupa kumpulan binatang atau tanaman yang terbentuk secara bersamaan pada kondisi yang berbeda. Keragaman biofasies foraminifera planktonik, foraminifera bentonik kecil, foraminifera besar, ganggang, koral dan moluska memerlukan beberapa persyaratan ekologi

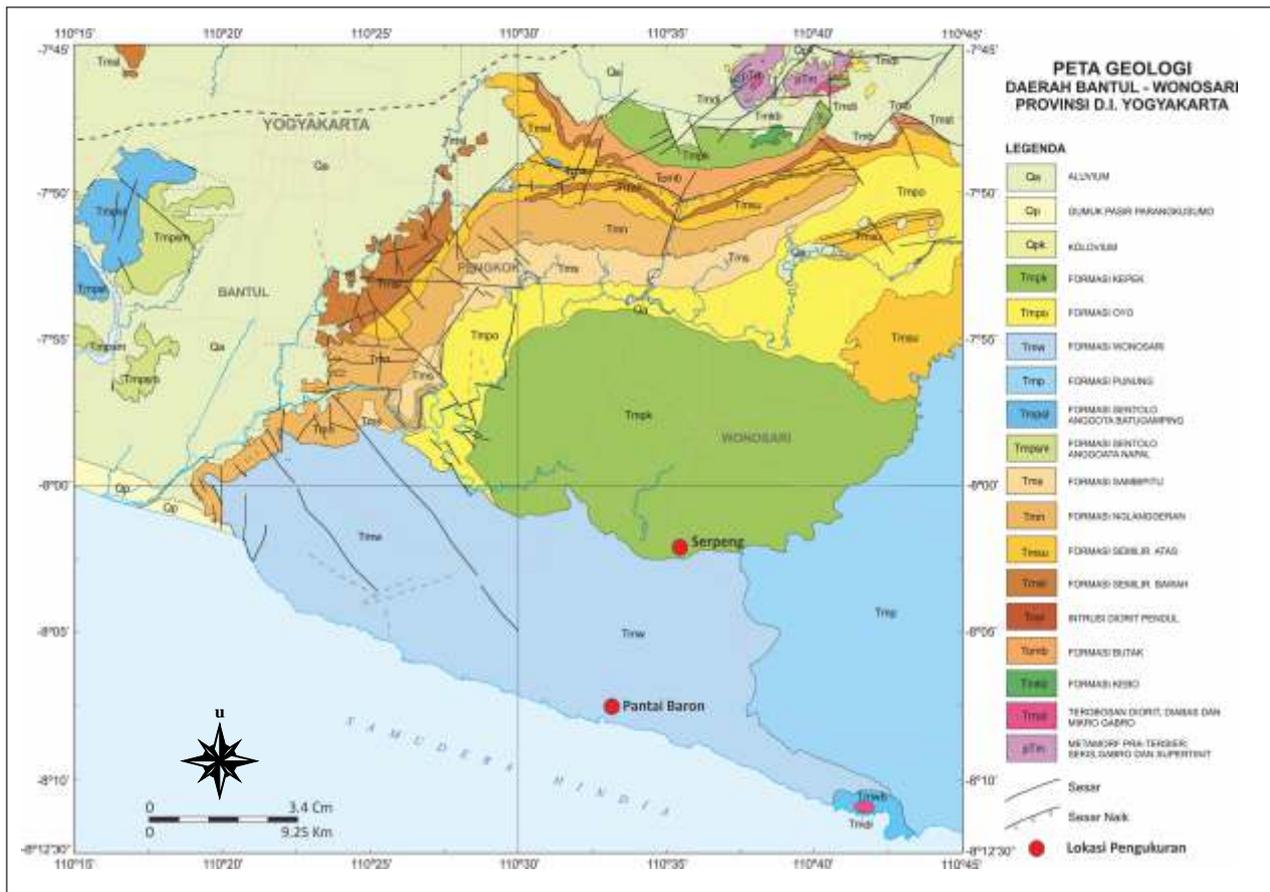
tertentu untuk dapat tumbuh dan berkembang (Lokier, 2000).

Foraminifera merupakan salah satu biota yang dapat membantu penentuan fasies. Tren utamanya adalah meningkatnya jumlah dan keragaman dari mulai lingkungan *brackish* (payau) hingga lingkungan laut dalam (*outer sublitoral/upper bathyal*) dan meningkatnya prosentase foraminifera planktonik pada setiap kedalamannya (van Gorsel, 1988).

Penelitian yang telah dilakukan di daerah Pegunungan Selatan pada umumnya hanya membahas susunan lapisan batuan/litostratigrafi (van Bemmelen, 1949., dan Surono, 2009). Penelitian biozonasi foraminifera planktonik dilakukan pada Formasi Kebo yang berumur Eosen Tengah – Oligosen, (Novita, *dr.*, 2014). Hehuwat *dr.*, (2004) membagi batuan karbonat yang tersebar di Pegunungan Selatan menjadi 5 (lima) fasies. Penelitian yang ada belum membahas secara detil mengenai perubahan biofasies foraminifera.

Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui perubahan biofasies foraminifera pada batugamping di Formasi Wonosari di sekitar lokasi Pantai Baron dan daerah Serpeng.

Lokasi penelitian secara administratif berada di daerah Kecamatan Wonosari, Tepus dan Paliyan, Kabupaten Gunung Kidul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Secara geografis lokasi penelitian terletak pada koordinat 110°30' – 110°45' BT dan 08°00' – 08°15' LS (Gambar 1). Waktu penelitian dilakukan pada bulan Juli sampai dengan bulan Agustus tahun 2009.



Sumber : Rahandjo, dr., (1995) dan Surono, dr., (1992)

Gambar 2. Peta titik pengamatan dalam kompilasi dari peta geologi skala 1 : 100.000 Lembar Yogyakarta dan Surakarta-Giritontro.

METODE PENELITIAN

Pengumpulan Data

Penelitian ini diawali dengan penentuan titik lokasi pengamatan dilapangan dan dilanjutkan dengan pengamatan pada singkapan batugamping yang relatif menerus (Gambar 2). Hasil pengamatan lapangan disusun dalam suatu penampang stratigrafi terukur. Pengambilan perconto batuan dilakukan pada singkapan yang segar, pada setiap perubahan litologi. Pada penelitian ini telah dikoleksi sebanyak 16 perconto batuan dari lapisan batugamping yang dianggap mewakili di Pantai Baron dan Serpeng.

Ke-enambelas perconto batuan dipreparasi di laboratorium dalam bentuk sayatan tipis (*thin section*) batugamping.

Pengujian petrografi dilakukan pada empat perconto batuan yang dianggap mewakili fasiesnya. Karakteristik batuan diamati dengan menggunakan

mikroskop polarisasi merk Leitz, tipe Orho Lux 11 Pol BK, di Laboratorium Pusat Survei Geologi. Pengamatan tersebut dilakukan untuk mengetahui nama litologi yang didasarkan pada klasifikasi Dunham (1962).

Hasil analisis petrografi memperoleh gambaran fasies batuan karbonat yang mengacu pada standard facies belt dari Wilson (1975). Flügel (1982) mengembangkan fasies menjadi tipe mikrofasis untuk membantu mengidentifikasi jenis batugamping dengan karakter khusus.

Pengujian mikropaleontologi dilakukan pada keenambelas perconto batuan dengan menggunakan mikroskop polarisasi merk Olympus tipe SZX 12, di Laboratorium Pusat Survei Geologi. Analisis mikropaleontologi dilakukan untuk menentukan nama-nama fosil foraminifera yang hadir pada setiap perconto batuan. Penamaan tersebut meliputi penentuan nama genus atau spesies foraminifera, kelimpahan serta asosiasinya dengan fosil lainnya. Analisis ini dilakukan secara kuantitatif.

Proses determinasi foraminifera besar dilakukan dengan melakukan pengamatan dari bentuk struktur dalam (*Internal morphology*). Penentuan umur berdasarkan kandungan fosil foraminifera besar mengikuti klasifikasi Adams (1984).

Salah satu cara pendekatan 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. Metode tersebut dapat digunakan dalam menganalisis data paleontologi, karena semua objek harus diseleksi berdasarkan jarak (*distance*) atau kemiripan (*similarity*). Karakteristik tersebut bisa diinterpretasikan sebagai kemiripan biogeografi, lingkungan (ekologi) dan evolusi (Davis, 1986).

Hasil analisis kuantitatif dari pengamatan fosil foraminifera dilaboratorium berupa tabel distribusi foraminifera dari setiap perconto batuan. Data tersebut akan diolah dengan menggunakan metode analisis kluster dengan bantuan program PAST (*Paleontological Statistic*) versi 1.97. Untuk menentukan spesies indikator/penciri pada suatu kluster/kelompok digunakan perhitungan nilai indikator (IV) (Dufrene & Legendre., 1997). Persamaan matematika untuk menentukan Nilai Indikator (IV) adalah :

$$IndVal_{ij} = A_{ij} * B_{ij} * 100$$

$$A_{ij} = N_{ij} / N_i$$

$$B_{ij} = M_{ij} / M_j$$

A_{ij} = Rata-rata kelimpahan spesies/genus i pada perconto yang dimaksud dibanding semua cluster

N_{ij} = Rata-rata jumlah individu spesies/genus i pada keseluruhan perconto pada cluster j

N_i = Total dari rata-rata jumlah individu spesies/genus i pada keseluruhan cluster

B_{ij} = Frekuensi relatif kehadiran spesies/genus i pada cluster j

M_{ij} = Jumlah perconto pada cluster j yang mengandung spesies/genus i

M_j = Total perconto pada cluster j

HASIL LAPANGAN

Penelitian batugamping di Pantai Baron dan Serpeng tersingkap urutan batugamping Formasi Wonosari. Hasil pengamatan di lapangan didapatkan sebagai berikut :

Pantai Baron

Terletak pada koordinat 08° 07' 29,7" LS dan 110° 33' 07,5" BT. Pengamatan rinci batuan pada daerah ini menghasilkan penampang batugamping dengan ketebalan 31,5 meter dan 9 perconto batuan (Gambar 3).

Pada bagian bawah dijumpai *bioclastic lime-mudstone* dan *bioclastic wackestone*, berwarna putih terang, kompak, berlapis baik dan pemilahan baik. Didapatkan 5 (lima) perconto batuan yaitu 09/EYP/51 – 09/EYP/55. Analisis petrografi dari perconto 09/EYP/53 adalah foraminiferal *packstone*, berwarna abu-abu terang, struktur pejal, tekstur bioklastika fragmental, ukuran butir 0,01 – 1 mm, rata-rata 0,05 mm. Butiran mengambang pada matriks yang berupa lumpur karbonat, terdiri dari komponen cangkang biota berupa foraminifera planctonik, bentonik kecil, foraminifera besar, ganggang dan *echinoid spines*. Berdasarkan hal tersebut maka bagian awal dari lokasi Pantai Baron termasuk pada "*planktonic wackestone – packstone facies*". Kandungan fosil planctoniknya yang melimpah mencirikan tipe SMF 3/*pelagic mudstone and wackestone* dan merupakan bagian dari fasies *basin* / FZ 1.

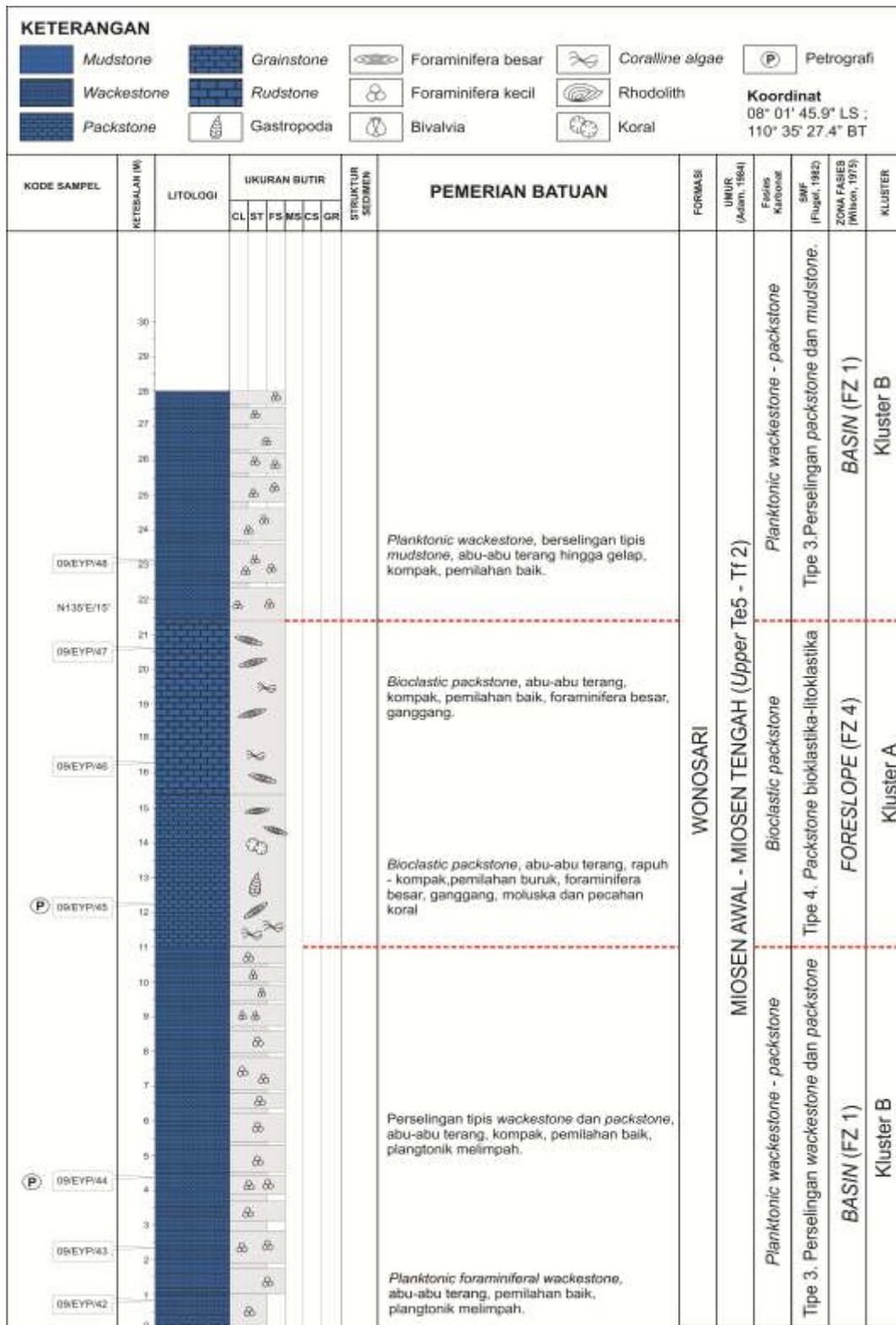
Di atasnya terdapat *bioclastic packstone*, berwarna putih terang, kompak, komponen bioklastika terdiri atas foraminifera besar, ganggang merah, rhodolith dan banyak dijumpai pecahan koral. Didapatkan 4 buah perconto batuan yaitu 09/EYP/56 – 09/EYP/59. Analisis petrografi pada perconto 09/EYP/56 dan 09/EYP/59 adalah *Cycloclypeus grainstone*, berwarna abu-abu gelap, struktur pejal, tekstur bioklastika fragmental, ukuran butir 0,5 – >8 mm, rata-rata 5 mm. Butiran terdiri dari cangkang biota mencapai 65% berupa foraminifera bentonik besar, foraminifera bentonik kecil dan planctonik serta ganggang dengan matriks berupa lumpur karbonat. Berdasarkan hal tersebut maka bagian akhir dari lokasi ini adalah *bioclastic packstone facies*. Kenampakan petrografi tersebut mencirikan tipe SMF 4/*bioclastic-lithoclastic packstone* dan merupakan bagian dari fasies *foreslope* / FZ 4.

Analisis mikropaleontologi dari sembilan perconto batuan didapatkan kumpulan fauna ganggang merah, pecahan rhodolith, *echinoid spines* dan koral. Fosil foraminifera besar yang hadir adalah *Lepidocyclina*, *Miogyssina*, *Operculina*, *Heterostegina*, *Cycloclypeus*, *Katacycloclypeus annulatus* Tan dan *Amphistehina*, serta beberapa subordo *Textulariina*, *Rotaliina*, dan foraminifera planctonik. Dari kumpulan fosil foraminifera besar maka dapat disimpulkan umur dari lapisan batugamping ini adalah Miosen Awal hingga Miosen Tengah / Te5 Atas–Tf2.

Serpeng

Terletak pada koordinat 08° 01' 45,9" LS dan 110° 35' 27,4" BT, tepatnya pada suatu ngarai yang berada pada pinggir jalan raya menuju Pantai Baron. Pengamatan

detil batuan menghasilkan penampang batugamping dengan ketebalan 28 meter dan 7 percento batuan. Kemiringan lapisan batuan pada lokasi ini adalah 15° (Gambar 4).



Sumber : olahan Penulis, 2013

Gambar 4. Penampang stratigrafi terukur di Lokasi Serpeng.

Penampang diawali oleh perselingan tipis antara *planktonic wackestone* dengan *packstone* berwarna abu-abu terang, kompak, dan sangat kaya akan kandungan fosil foraminifera planktonik. Didapatkan 3 perconto batuan yaitu 09/EYP/42 – 09/EYP/44. Analisis petrografi dari perconto 09/EYP/44 adalah *planktonic packstone*, berwarna abu-abu gelap, tekstur bioklastika fragmental, komponen terdiri dari planktonik yang sangat melimpah di dalam matriks lumpur karbonat. Berdasarkan hal tersebut maka bagian awal dari daerah Serpeng ini adalah *planktonic wackestone – packstone facies*. Kenampakan petrografi dan kandungan planktoniknya mencirikan tipe SMF 3 dan merupakan bagian dari fasies basin / FZ 1.

Selanjutnya batuan yang lebih kasar mendominasi bagian atasnya, yaitu *bioclastic packstone*, abu-abu terang dan kompak. Komponen bioklastikanya terdiri atas foraminifera besar, ganggang, pecahan koral dan moluska. Didapatkan 3 perconto batuan yaitu 09/EYP/45 – 09/EYP/47. Analisis petrografi pada perconto 09/EYP/45 adalah *large benthic foraminiferal packstone*, abu-abu gelap, struktur pejal, tekstur bioklastika fragmental, ukuran butir 1 – 3 mm, rata-rata 2 mm. Butiran terdiri atas komponen biota yang didominasi oleh foraminifera besar. Selain itu terdapat pula foraminifera planktonik dan intraklastika. Berdasarkan hal tersebut maka bagian tengah dari lokasi ini adalah *bioclastic packstone facies*. Kenampakan petrografi dan hadirnya bioklastik yang beragam pada fasies ini, mencirikan tipe SMF 4 yang merupakan bagian dari fasies *foreslope*/FZ 4.

Bagian akhir dijumpai perselingan tipis antara *planktonic wackestone* dengan *mudstone* berwarna abu-abu terang hingga gelap, kompak dan mengandung fosil foraminifera planktonik. Terdapat 1 perconto batuan yaitu 09/EYP/48. Berdasarkan kenampakan litologi dan melimpahnya kandungan foraminifera planktonik maka bagian akhir dari lokasi ini adalah *planktonic wackestone – packstone facies* yang mencirikan tipe SMF 3 dan merupakan bagian dari fasies *basin*/FZ 1.

Hasil analisis mikrofosil dari tujuh perconto batuan didapatkan kumpulan fauna ganggang merah, pecahan *coralline algae*. Fosil foraminifera besar yang hadir adalah *Lepidocyclina*, *Miogyssina*, *Operculina*, *Cycloclypeus*, *Katacycloclypeus annulatus* Tan dan *Amphistegina*, serta beberapa subordo *Textulariina*, *Rotaliina* dan foraminifera planktonik. Dari kumpulan fosil foraminifera besar, maka dapat disimpulkan umur dari lapisan batugamping ini adalah Miosen Awal hingga Miosen Tengah / Te5 Atas – Tf2.

PEMBAHASAN

Analisis Fasies

Berdasarkan uraian tersebut di atas, maka terdapat 2 fasies yang teridentifikasi dari hasil petrologi dan petrografi, yaitu :

1. *Planktonic wackestone-packstone facies*

Fasies ini tersebar pada lokasi Pantai Baron yaitu pada perconto 09 EYP 51-55 dan lokasi Desa Serpeng pada perconto 09 EYP 42-44 dan 48. Fasies ini identik dengan *planktonic packstone-wackestone facies*.

2. *Bioclastic packstone facies*

Fasies ini tersebar di Pantai Baron yaitu pada perconto 09 EYP 56-59 dan lokasi Desa Serpeng pada perconto 09 EYP 45-47. Fasies ini identik dengan *packstone-rudstone facies*.

Analisis fasies dari kedua lokasi tersebut sesuai dengan penelitian Hehuwat dr. (2004), dimana batuan yang terdiri atas *packstone – wackestone* dengan kandungan fosil foraminifera planktonik merupakan bagian dari *planktonic packstone - wackestone facies* sedangkan batuan yang terdiri atas butiran kasar *bioclastic packstone* dengan komponen foraminifera besar, ganggang dan koral merupakan bagian dari *packstone-rudstone facies*.

Berdasarkan identifikasi tipe fasies dan distribusinya, maka kedua fasies tersebut di atas lingkungan pengendapannya adalah :

1. *Basin Facies*/FZ 1, yang diwakili oleh *planktonic wackestone-packstone facies*.
2. *Foreslope Facies*/FZ 4, yang diwakili oleh *bioclastic packstone facies*.

Analisis Kluster

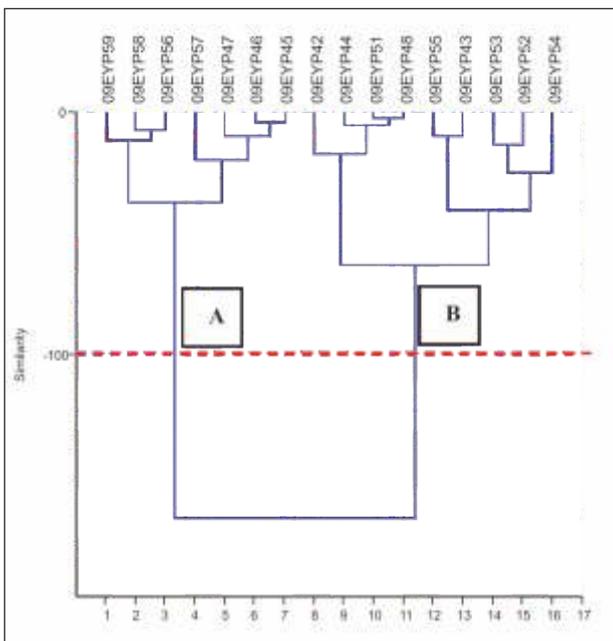
Metoda ini dilakukan terhadap kelimpahan foraminifera planktonik, foraminifera besar (*Lepidocyclina*, *Miogyssina*, *Operculina*, *Heterostegina*, *Cycloclypeus*, dan *Amphistegina*), foraminifera bentonik kecil (*small Miliolina*, *Rotaliina* dan *Textulariina*) dari enambelas perconto batuan.

Pengelompokan hasil analisis kluster didasarkan pada penarikan garis indeks jarak pada nilai -100 (Tabel 1). Nilai indeks jarak tersebut dipilih karena mewakili distribusi/penyebaran fasies karbonat yang telah ditentukan berdasarkan tipe mikrofasis dan zona fasies (Gambar 5).

Tabel 1. Perhitungan Nilai Indikator untuk masing-masing kluster

NO. URUT	Mj	KODE SAMPEL	Lepidocyclina	Miogypsina	Operculina	Heterostegina	Cycloclypeus	Amphistegina	Miliolina	Rotaliina	Textulariina	Plangtonik	FASIES (WILSON, 1975)		SMF	ZONA FASIES	KLUSTER	Ni
													Spesies/Genus Foraminifera					
1	1	09EYP59	30	1	0	6	32	23	0	0	2	6	Bioclasto packstone	4	FZ 4	A		
2	2	09EYP58	25	1	2	1	35	30	0	1	0	5	Bioclasto packstone	4	FZ 4	A		
3	3	09EYP57	10	1	0	6	35	40	0	0	1	7	Bioclasto packstone	4	FZ 4	A		
4	4	09EYP56	20	3	0	4	31	28	0	0	2	12	Bioclasto packstone	4	FZ 4	A		
5	5	09EYP47	0	1	5	0	32	30	0	0	0	3	Bioclasto packstone	4	FZ 4	A		
6	6	09EYP46	0	4	0	0	30	25	0	0	0	9	Bioclasto packstone	4	FZ 4	A		
7	7	09EYP45	0	3	0	0	25	22	0	0	0	8	Bioclasto packstone	4	FZ 4	A		
Nij			12.143	2	1	2.4286	31.429	28.288	0	0.1429	0.7143	7.1429					85.286	
Mij			4	7	2	4	7	7	0	1	3	7						
8	1	09EYP55	0	0	0	0	5	5	0	5	24	61	Planktonic wackestone-packstone	3	FZ 1	B		
9	2	09EYP54	8	0	0	0	18	10	0	0	0	42	Planktonic wackestone-packstone	3	FZ 1	B		
10	3	09EYP53	0	0	0	0	0	12	0	1	2	65	Planktonic wackestone-packstone	3	FZ 1	B		
11	4	09EYP52	0	0	0	0	0	0	0	0	3	50	Planktonic wackestone-packstone	3	FZ 1	B		
12	5	09EYP51	0	0	0	0	0	1	0	3	12	84	Planktonic wackestone-packstone	3	FZ 1	B		
13	6	09EYP48	0	0	0	0	0	0	0	3	10	87	Planktonic wackestone-packstone	3	FZ 1	B		
14	7	09EYP44	0	0	0	0	0	0	0	1	10	80	Planktonic wackestone-packstone	3	FZ 1	B		
15	8	09EYP43	1	0	0	0	0	1	1	1	23	73	Planktonic wackestone-packstone	3	FZ 1	B		
16	9	09EYP42	0	0	0	0	0	1	0	0	0	98	Planktonic wackestone-packstone	3	FZ 1	B		
Nij			1	0	0	0	2.6667	3.3333	0.1111	1.5556	9.3333	71.222					89.222	
Mij			2	0	0	0	2	6	1	6	7	9						

Sumber : data olahan Penulis, 2009



Sumber : olahan Penulis, 2013

Gambar 5. Dendrogram hasil dari analisis kluster pada 16 perconton batuan karbonat dari lokasi Pantai Baron dan lokasi Serpeng.

Hasil perhitungan nilai indikator (IV) setiap taksa/variabel pada masing-masing kluster (Tabel 2 dan Tabel 3) adalah sebagai berikut :

Dari kedua tabel tersebut dapat dijabarkan bahwa :

1. Kluster A yang menjadi variabel/taksa foraminifera

Tabel 2. Nilai Indikator pada setiap kluster

Total Sampel	9	7
Cluster	B	A
Variabel	IV	
Lepidocyclina	0.3	8.1
Miogypsina	0	2.4
Operculina	0	0.3
Heterostegina	0	1.6
Cycloclypeus	0.7	36.9
Amphistegina	2.5	33.2
Miliolina	0	0
Rotaliina	1.2	0
Textulariina	8.1	0.4
Plangtonik	79.8	8.4

Sumber : data olahan Penulis, 2013

penciri adalah *Cycloclypeus* dan *Amphistegina* dimana kedua genus tersebut memiliki $IV > 25\%$ (Gambar 6a dan 6b). Fosil lainnya yang hadir adalah plangtonik, *Lepidocyclina*, *Miogypsina*, dan *Heterostegina*, memiliki $IV 5\%-25\%$ (Dufrené & Legendre., 1997) mengindikasikan bahwa genus tersebut sering hadir dihabitat tersebut namun bukan merupakan penciri.

Berdasarkan analisis lingkungan pengendapannya, kluster A termasuk pada *foreslope facies / FZ 4*, dimana *foreslope* merupakan suatu lingkungan yang terbentuk pada kemiringan yang curam pada sisi *platform* (Wilson, 1975).

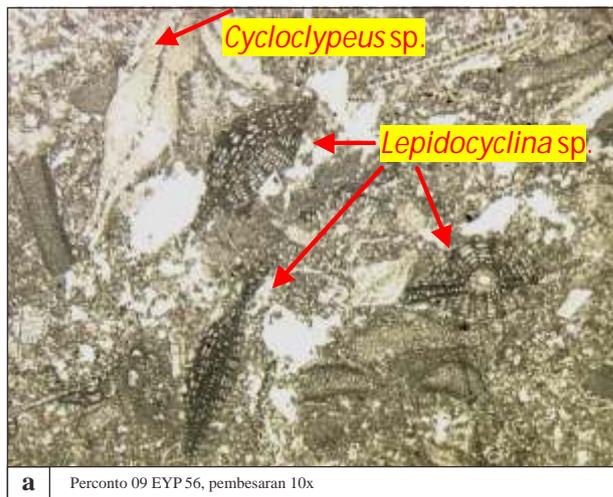
Tabel 3. Kelimpahan relatif dari setiap taksa

Cluster	B	A
Variabel		
<i>Lepidocyclina</i>	R	■
<i>Miogypsina</i>	R	R
<i>Operculina</i>	R	R
<i>Heterostegina</i>	R	R
<i>Cycloclypeus</i>	R	●
<i>Amphistegina</i>	R	●
<i>Miliolina</i>	R	R
<i>Rotaliina</i>	R	R
<i>Textulariina</i>	■	R
Plangtonik	●	■
Keterangan :	● : > 25%	
	■ : 5% - 25%	
	R : < 5%	

Sumber : data olahan Penulis, 2013

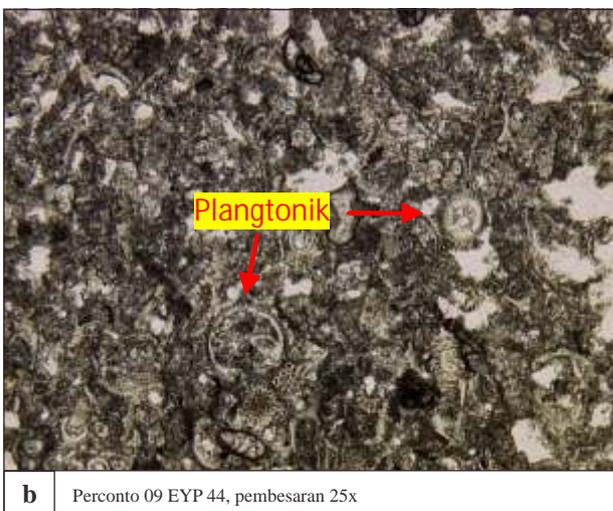
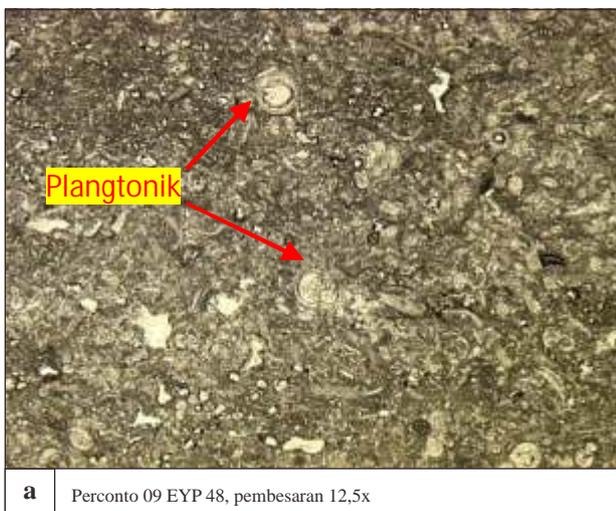
Menurut Hallock dan Glenn, (dalam Lokier, 2000) *Cycloclypeus* dan *Heterostegina* merupakan organisme yang hidup bebas pada daerah berlumpur dan diam di dasar zona photic. Chaproniere (1975) mengemukakan *Lepidocyclina* hidup pada lingkungan air laut dangkal yang jernih dan hangat pada kedalaman 50-60m. Hal tersebut mengindikasikan bahwa kluster A merupakan suatu lingkungan yang dangkal, hangat, namun mendekati zona photic.

2. Kluster B yang menjadi variabel/taksa foraminifera penciri adalah plangtonik dengan IV > 25% (Gambar 7a dan 7b). Fosil lainnya yang hadir adalah *Textulariina*, *Rotaliina* dan *Amphistegina* yang memiliki IV 5%-25% (Dufrene & Legendre., 1997) mengindikasikan bahwa genus ini sering hadir di habitat tersebut di atas namun bukan merupakan penciri.



Sumber : olahan Penulis, 2009

Gambar 6. a) dan b) merupakan kumpulan mikrofosil foreslope facies yang merupakan penciri pada Kluster A



Sumber : olahan Penulis, 2009

Gambar 7. a) dan b) merupakan kumpulan mikrofosil di basin facies yang merupakan penciri pada Kluster B.

Berdasarkan analisis lingkungan pengendapannya, kluster B termasuk pada *basin facies* / FZ 1, ciri dari basin adalah warna air sangat gelap, dimana material karbonat, silika atau material organik yang tersuspensi membantuk butiran halus (Wilson, 1975).

Menurut van Gorsel (1988), kelimpahan plangtonik akan meningkat seiring dengan bertambahnya kedalaman dari ~20% pada 30-100m, 40-80% pada 100-200m dan 90%+ pada >200m. Hal tersebut mengindikasikan bahwa kluster B merupakan lingkungan yang lebih dalam dari pada kluster A.

Penelitian pada batugamping Formasi Wonosari yang berumur Miosen Tengah di Pantai Baron dan Serpeng dengan menggunakan metode analisis kluster menunjukkan adanya perubahan biofasies foraminifera yaitu *basin facies* dengan taksa penciri plangtonik dan *foreslope facies* dengan taksa penciri *Cycloclypeus* dan *Amphistegina*, serta kehadiran taksa lainnya yang bukan penciri yaitu *Lepidocyclina*, *Miogyopsina*, dan *Heterostegina*. Irwansyah, dr. (2011), meneliti batugamping Formasi Rajamandala yang berumur Oligosen-Miosen Awal didapatkan bahwa taksa penciri pada *open sea shelf facies* adalah foraminifera plangtonik, sedangkan pada *foreslope facies* ada beberapa taksa genus foraminifera besar penciri yaitu *Lepidocyclina*, *Miogyopsinoides*, *Pararotalia* dan *Spiroclypeus* sedangkan taksa lain yang hadir namun bukan penciri adalah *Cycloclypeus*, *Pararotalia*, *Amphistegina* dan *Spiroclypeus*.

Dari data tersebut, dapat ditarik persamaan bahwa pada *basin facies* yang dianggap mendekati *open sea shelf facies* memiliki taksa penciri yang sama yaitu foraminifera plangtonik. Sedangkan pada *foreslope facies* terdapat sedikit perbedaan yaitu, kehadiran *Cycloclypeus* yang menjadi taksa penciri pada batugamping Formasi Wonosari, kehadirannya tidak

sebagai taksa penciri di batugamping Formasi Rajamandala.

Sebaliknya *Lepidocyclina* di batugamping Formasi Wonosari bukan sebagai taksa penciri, namun kehadirannya di batugamping Formasi Rajamandala adalah sebagai taksa penciri. Hal tersebut dapat dimungkinkan karena ada faktor ekologi lain yang berpengaruh. Formasi Wonosari merupakan bentukan karbonat pada lingkungan laut dangkal pada suatu *system volcanic island-arc* (Lokier, 2000). Kondisi tersebut dapat menyebabkan batuan karbonat di Formasi Wonosari menjadi lebih keruh. Hal tersebut bisa jadi penyebab *Cycloclypeus* lebih dominan daripada *Lepidocyclina*. Hal tersebut menunjukkan bahwa kluster B (FZ1 / Basin) memiliki lingkungan yang lebih dalam dibandingkan dengan kluster A (FZ4 / *Foreslope*).

KESIMPULAN

Analisis kuantitatif dengan menggunakan metode analisis kluster pada batugamping Formasi Wonosari di Pantai Baron dan daerah Serpeng menunjukkan adanya perubahan biofasies foraminifera. Fasies *foreslope* dengan taksa penciri *Cycloclypeus*, *Amphistegina*, diiringi dengan *Lepidocyclina*, *Miogyopsina*, dan *Heterostegina* dan *fasies basin* dengan taksa penciri plangtonik diiringi dengan *Textulariina*, *Rotaliina* dan *Amphistegina*.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Prof. Fauzie Hasibuan dan rekan-rekan dalam Tim Pemetaan Pegunungan Selatan atas kerjasamanya dalam pengambilan data di lapangan, Dr. Khoiril Anwar Maryunani dan berbagai pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

ACUAN

- Adams, C. G., 1984. *Neogene larger foraminifera, evolutionary and geologically events in the context of datum plane*, in Ikebe, N., Tsuchi, R., eds., *Pacific Neogene Datum Planes*, 47 – 67.
- Chaproniere, C.G.H., (1975): *Paleoecology of Oligo-Miocene Larger Foraminifera, Australia*, Alcheringa, 1, 37-58.
- Davis, J.C., 1986. *Statistics and Data Analysis in Geology*, John Wiley & Sons, New York. 257 h.
- Dufrêne, M. and Legendre, P., 1997. *Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach*, *Ecological Monographs*, 67 : 345-366.
- 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, h : 108-121.
- Flügel, E., 1982. *Microfacies Analysis of Limestone*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York, 633h.
- Hehuwat, F., Siregar, M.S., Ascaria, N.A., 2004. Nanggulan – Bayat Eocene and Southern Mountains Miocene carbonate sedimentation models from the Yogyakarta Area, Possible Analogues for the Tertiary of the North East Java Basin. Vol.2, *Excursion Guide Nanggulan – Bayat Eocene and Wonosari Limestone*, Indonesian Institute of Science, h : 14-30.
- Irwansyah, Maryunani, K.A., Basuki, N.L., 2011. Karakterisasi Batuan Karbonat Formasi Rajamandala Berdasarkan Foraminifera Besar di Daerah Padalarang, Jawa Barat. *Proceedings JCM Makassar. The 36th HAGI and 40th IAGI Annual Convention and Exhibition*.
- Lokier, S.W., 2000. The Miocene Wonosari Formation, Java, Indonesia: Volcaniclastic influences on carbonates platform development, PhD Thesis, Royal Holloway, University of London, 648 h, tidak dipublikasikan.
- Novita, D., Bariato, D.H., Novian, M.I., 2014. Planktonic Foraminifera Biozonation of the Middle Eocene – Oligocene Kebo Formation, Kalinampu Area, Bayat, Klaten., Central Java. *Berita Sedimentologi, Biostratigraphy of Southeast Asia – Part 3, The Indonesian Sedimentologist Forum (FOSI)*, No.31, h.70.
- Smyth, H.R., Crowley, Q.G., Hall, R., Kinny, P.D., Hamilton, P.J., Schmidt, D.N., 2011. A Toba-Scale eruption in the Early Miocene: The Semilir Eruption, East Java, Indonesia. *Elsevier*, vol 126, issues 3-4, p198-211.
- Surono, 2009. Litostratigrafi Pegunungan Selatan Bagian Timur Daerah Istimewa Yogyakarta Dan Jawa Tengah, *Jurnal Sumber Daya Geologi*, 19 (3) : 209-221.
- van Bemmelen, R. W., 1949. *The Geology of Indonesia*, vol. IA, The Hague, Netherlands, 732h.
- van Gorsel, J.T., 1988. Biostratigraphy in Indonesia : Methods, pithfalls and new directions, *Indon., Petroleum Assoc., Proc., Ann. Conv.*, 1, 275-300.
- Wilson, J.L. 1975. *Carbonate Facies in Geologic History*, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg New York, 471p.(unpublished).
-