

## Fasies dan Lingkungan Pengendapan Karbonat di Gua Gadung, Desa Pundung Sari, Kecamatan Semin, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta

Muhammad Erlandi<sup>1</sup>, Sandi Kurniawan<sup>2</sup>, Al Hussein Flowers Rizqi<sup>3</sup>, Mohammad Nadip<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Program Studi Teknik Geologi, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

Korespondensi : [alhussein@sttnas.ac.id](mailto:alhussein@sttnas.ac.id).

### ABSTRAK

Daerah penelitian mengenai fasies dan lingkungan pengendapan batuan karbonat Formasi Wungkal-Gamping berada pada Gua Gadung, Desa Pundung Sari, Kecamatan Semin, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta dengan posisi geografis 7°53'32.2"S dan 110°46'09.1"E. Belum banyak orang awam maupun peneliti mengetahui lokasi dari Gua Gadung, terlebih melakukan kajian lebih dalam, sehingga kajian detail mengenai fasies dan lingkungan pengendapan batuan di daerah penelitian perlu dilakukan. Daerah penelitian secara regional termasuk ke dalam Formasi Wungkal ini dijumpai setempat dan berada di antara Formasi Semilir dan Mandalika di utara Gunung Panggung, Semin, Gunung Kidul. Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi fasies dan lingkungan pengendapan melalui kajian lapangan dan analisis petrografi. Metode penelitian dari analisis petrografi dari 3 sampel sayatan yang diambil di dalam Gua Gadung. Hasil dari determinasi dan pendeskripsian batuan didapatkan fasies berupa *Wackestone*, *Corraline Bindstone*, dan *Foraminifera Rudstone*. Setelah diidentifikasi dan diplotkan ke model lingkungan pengendapan, didapatkan bahwa daerah ini dulunya merupakan *Reef Margin* hingga *Toe-of Slope*. Penarikan umur batuan pada fragmen batu gamping di batuan breksi alas yang berada pada bawah Gua Gadung. Analisis umur relatif mendapatkan umur N3 (Oligosen Akhir) menandakan bahwa kemungkinan batuan karbonat Gua Gadung diendapkan sebelum keberadaan Formasi Semilir.

**Kata kunci :** Gua Gadung, fasies karbonat, Wungkal-Gamping, Semin

### ABSTRACT

*Research area on Facies and Environment of Carbonate Rock Deposition of Wungkal-Gamping Formation located in Gadung Cave, Pundung Sari Village, Semin District, Gunung Kidul Regency, Special Region of Yogyakarta with geographical position 7° 53'32.2"S and 110° 46'09.1"E. Not many ordinary people or researchers know the location of Gadung Cave, let alone carry out in-depth studies, so a detailed study of the facies and depositional environment of the rocks in the research area needs to be carried out. The research area regionally belongs to the Wungkal Formation, which is found locally and is located between the Semilir and Mandalika Formations to the north of Mount Panggung, Semin Gunung Kidul. The purpose of this research is to identify the facies and depositional environment through field observation and petrographic analysis. The research method is from petrographic analysis of 3 sample petrographic thin section taken in Gadung Cave. The results of rock determination and description obtained facies in the form of Wackestone, Corraline Bindstone, and Foraminifera Rudstone. After identification and plotting to a depositional environment model in the standard limestone facies belt, it was found that this area was once a Reef Margin to the Toe-of Slope. Withdrawal of the age of the rocks in the limestone fragments in the bed breccias beneath the Gadung Cave. Relative age analysis to obtain the age of N3 (Late Oligocene) indicates that it is possible that the Gadung Cave carbonate rocks were deposited before the existence of the Semilir Formation.*

*Keywords :* Gadung Cave, Carbonate facies, Wungkal-Gamping, Semin

### PENDAHULUAN

Pengendapan batuan karbonat tersingkap luas di Indonesia pada Kala Miosen. Perkembangan Zona Kars di Indonesia terutama di Pulau Jawa tersingkap di area Pegunungan Selatan Jawa Timur [1]. Di Zona Pegunungan Selatan Jawa Timur khususnya di wilayah Yogyakarta dan sekitarnya, kars tersingkap pada Sub Zona Kars Sewu. Keberadaan kars di Gunung Kidul ditandai dengan munculnya Gua-Gua kars. Keberadaan Gua kars di Gunung Kidul tersusun atas litologi batugamping dari Formasi Wonosari. [2] menyebutkan bahwa batugamping Formasi Wonosari yang secara litofasies terdiri atas batugamping bioklastik dan batugamping

terumbu merupakan lapisan pembawa air (akuifer). Daerah dataran Wonosari ditempati oleh batugamping bioklastik (*wackestone*), sedangkan daerah perbukitan kars ditempati oleh batugamping terumbu (*packestone dan boundstone*). Gua-Gua kars tersebut tersebar luas dari daerah Semanu, Girisubo, Rongkop, Ponjong hingga di perbatasan Semin – Ponjong. Di daerah Semin, tepatnya di utara Gunung Panggung tersingkap Gua kars. Gua kars ini bernama Gua Gadung yang merupakan Gua yang tersusun dari batuan karbonat berupa batugamping.

Kemunculan Formasi Wonosari pada batas wilayah Semin dan Ponjong pernah dikaji oleh [3] di Sungai Krenceng. Sungai ini berhulu di dekat Gunung Panggung. Sungai ini juga berada di dekat di Gua gadung yang secara administratif terletak di Desa Pundung Sari, Kecamatan Semin, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Pada daerah tersebut, daerah penelitian termasuk ke dalam Formasi Wungkal Gamping dan masuk ke dalam peta geologi regional lembar Surakarta [4].

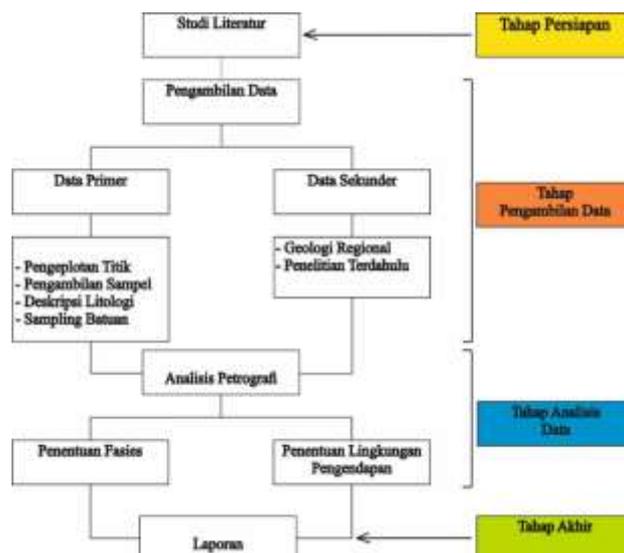
Secara umum, Formasi Wungkal-Gamping tersebar luas di Perbukitan Jiwo, antara lain di Gunung Wungkal, Desa Sekarbolo, Jiwo Barat, mempunyai ketebalan sekitar 120 meter [5]. Sedangkan pada daerah penelitian Formasi Wungkal-Gamping ini terletak setempat dan berada di tengah-tengah Formasi Semilir dan Formasi Mandalika, oleh karenanya perlu adanya tindak lanjut mengenai penelitian ini seperti fasies dan lingkungan pengendapannya.

Secara regional Formasi Wungkal-Gamping merupakan batuan sedimen Tersier tertua di Zona Pegunungan Selatan ini pada bagian bawah terdiri dari persilangan antara batupasir, batulanau serta lensa batugamping. Pada bagian atas, satuan batuan ini berupa napal pasiran dan lensa batugamping. Formasi Wungkal-Gamping juga merupakan batuan sedimen tertua penyusun zona Pegunungan Selatan bagian barat yang tersingkap di daerah Bayat [6]. Satuan batugamping pada Formasi ini mengandung fosil foraminifera besar yang melimpah dan sangat menarik untuk diteliti. Banyak peneliti yang telah melakukan penelitian pada Formasi ini. [7] dan [8] pernah melakukan penelitian biostratigrafi detail mengenai formasi ini dan menyimpulkan bahwa umur relatifnya adalah Eosen Tengah hingga Eosen Akhir.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui fasies dan lingkungan pengendapan batuan karbonat pada Formasi Wungkal di daerah Desa Pundung Sari, Kecamatan Semin, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Mengenai umur dan fasies batugamping dari Formasi mana belum bisa ditentukan dengan hanya litofasies sehingga dengan penentuan umur nantinya dapat menjawab stratigrafi batuan di daerah penelitian. Penelitian ini diharapkan bermanfaat untuk memberikan kontribusi pemahaman kepada masyarakat umum mengenai karakteristik dan proses pembentukan Gua Gadung.

## METODE PENELITIAN

Penulisan dalam penelitian ini secara garis besar dilakukan dalam empat tahapan, yaitu tahap persiapan, tahap pengambilan, tahap analisis data, dan tahap akhir yang secara terperinci dapat dilihat dalam (Gambar Tahapan dalam penelitian ini antara lain:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

### Tahap Persiapan

Tahapan ini terdiri dari studi literatur. Tahapan ini merupakan studi pustaka untuk digunakan sebagai pendukung yang terdiri dari pengumpulan data peneliti terdahulu dan beberapa literatur tinjauan regional Pegunungan Selatan dan terutama di daerah penelitian Desa Pundung Sari, Kecamatan Semin, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta.

### Tahap pengambilan data

Tahapan ini dibagi menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder, data primer merupakan data yang diambil langsung di lokasi penelitian berupa data stratigrafi dan litologi. Data sekunder merupakan data hasil dari kajian lokasi penelitian melalui peneliti terdahulu dan geologi regionalnya.

### Tahap analisis data

Tahap ini akan dilakukan dengan melakukan analisis petrografi pada sampel batuan yang telah disayat, analisis petrografi ini dilakukan untuk mendapatkan fasies dan lingkungan pengendapan batuan karbonat pada Gua Gadung. Analisis mikrofosil dilakukan pada batuan piroklastik berupa tuf pada Formasi Semilir. Penamaan fasies batuan merujuk pada nama batuan penyusun dari fasies berdasarkan klasifikasi petrografi batuan klasifikasi batuan sedimen karbonat menurut [9] dan [10]. Fasies yang didapatkan akan dibandingkan dengan model fasies karbonat [11], [12], dan [13]. Untuk melengkapi data maka beberapa contoh batuan (3 sampel batuan) dikumpulkan untuk analisis petrografi di laboratorium.

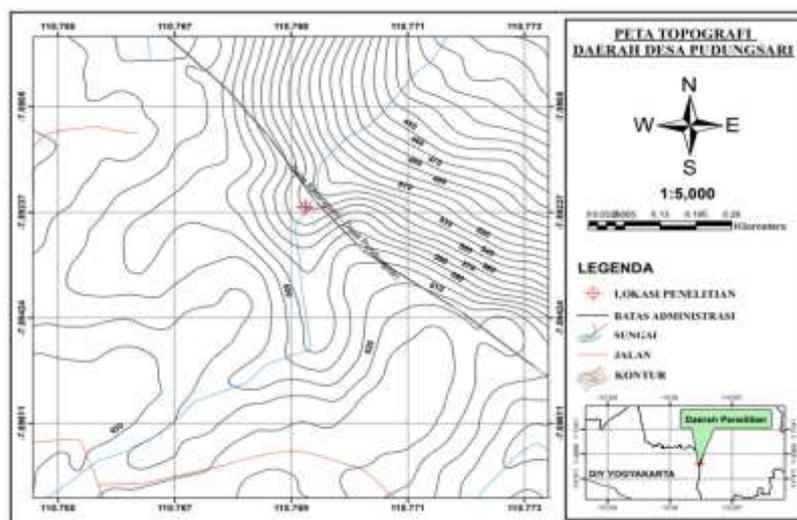
Tahapan lapangan berupa pemetaan dan kajian stratigrafi terukur. Tahapan studio dan laboratorium meliputi analisis laboratorium selanjutnya diinterpretasi untuk mengetahui sejarah sedimentasi di daerah penelitian bagian selatan. Analisis paleontologi dilakukan pada stratigrafi terukur untuk menentukan umur relatif. Umur relatif ditentukan dengan pengamatan mikrofosil jenis planktonik. Penentuan umur relatif menggunakan zonasi [14]. Adapun interpretasi lingkungan pengendapan ditentukan dengan determinasi mikrofosil bentonik. Dasar penentuan lingkungan pengendapan menggunakan klasifikasi [15]. Identifikasi dan determinasi nama batuan karbonat secara petrografis akan memberikan gambaran sejarah sedimentasi dan pembentukan batuan karbonat. Model pengendapan diharapkan bisa menghasilkan gambaran sistem pertumbuhan terumbu karal di daerah-daerah penelitian.

### Tahap penyusunan draft artikel ilmiah

Penyusunan draft artikel ilmiah akan menghasilkan luaran berupa hasil data berupa data-data lapangan, fasies batuan pada Gua Gadung, dan lingkungan pengendapan yang terdapat pada batuan di Gua Gadung.

## HASIL DAN ANALISIS

Lokasi penelitian terletak di Desa Pundung Sari, Kecamatan Semin, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta dan masuk ke dalam peta geologi regional lembar Surakarta, pada koordinat geografis  $7^{\circ}53'32.2''S$  dan  $110^{\circ}46'09.1''E$  (Gambar 2). Daerah penelitian memiliki jarak tempuh 58.4 km dan dapat ditempuh menggunakan sepeda motor selama 1 jam 36 menit.



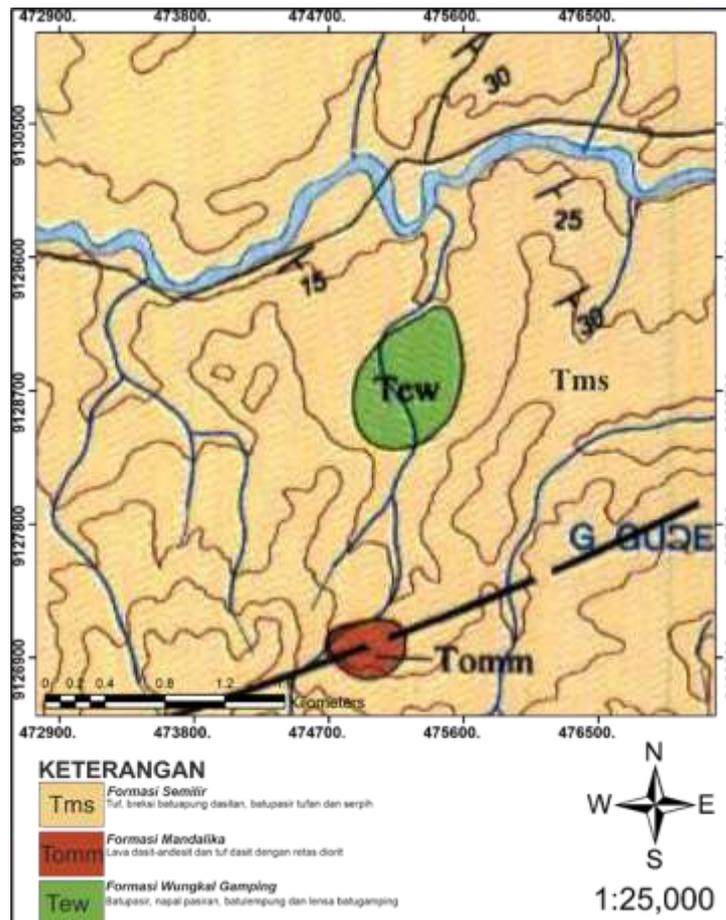
**Gambar 2.** Peta topografi daerah penelitian

Berdasarkan Peta Lembar Geologi Surakarta-Giritontro daerah penelitian ini terletak pada Formasi Wungkal Gamping (Tew) seperti pada (Gambar 3) yang berskala 1:25000. Formasi Wungkal-Gamping (Tew) merupakan Formasi yang terbentuk pada kala Eosen satuan batuanannya terdiri dari perselingan antara batupasir



dan batulanau serta lensa batugamping. Pada bagian atas, satuan batuan ini berupa napal pasiran dan lensa batugamping. mempunyai ketebalan sekitar 120 meter [5] dan pada daerah penelitian selain pemandangan yang bagus daerah tersebut terdapat singkapan yang terekam sangat baik dan sangat sedikit penelitian geologi daerah tersebut sehingga sangat menarik untuk dijadikan penelitian.

**Gambar 3.** Lembar Geologi Regional Surakarta-Giritontro [4]



### Geologi Daerah Penelitian

Daerah penelitian tersusun atas beberapa Formasi diantaranya yaitu Formasi Semilir, Formasi Mandalika dan Formasi Wungkal-Gamping, terdapat struktur berupa sinklin di selatan daerah penelitian berarah Timur Laut- Barat Daya. Daerah ini memiliki morfologi perbukitan ketinggian berkisar 550 meter. Pada lembah terbentuk sungai dan terdapat Gua Gadung termasuk pada lembar Geologi Regional Surakarta-Giritontro [4] merupakan bagian dari Formasi Wungkal-Gamping (Tew), selain itu daerah ini memiliki vegetasi yang lebat dan bersifat sangat alami.

Gua adalah bentukan alam berupa ruang karst yang terbentuk pada tanah kapur bawah tanah yang baik mandiri atau saling berhubungan dengan bagian lain yang sesuai proses pembubaran oleh aliran air atau aktivitas geologi telah terjadi [17].

Hasil deskripsi secara petrologi mendapatkan gambaran bahwa secara dominan Gua Gadung tersusun atas batuan karbonat dengan warna cerah putih keabuan dan warna lapuk hijau kekuningan, dengan tekstur non klastik. Struktur batuan pada dalam Gua menampilkan keberadaan stalaktit yang umumnya masih dijumpai kristal kalsit, dijumpai di atap Gua. Disisi lain, dijumpai adanya tiang (*coloumn*) yang menunjukkan adanya proses pelarutan batuan karbonat terjadi secara intensif dari stalaktit menyatu dengan stalakmit.

### Geomorfologi Gua Gadung

Geomorfologi daerah penelitian dapat dikategorikan sebagai perbukitan karst setempat. Hal ini ditengarai dengan adanya endokarst berupa Gua di antara bebatuan vulkanik Semilir. Secara fisiografis, keberadaan Gua Gadung tergolong cukup anomali (unik) dikarenakan keberadaannya berada pada perbatasan Zona Baturagung sebelah timur dan Tinggian Panggung Masif. Dari peta topografi juga, keberadaan Gua Gadung terletak pada gawir yang berbatasan dengan adanya sungai kecil yang memiliki arah relatif utara – selatan dan timur laut – barat daya.

Pada Gua Gadung terdapat berbagai macam morfologi Gua pada umumnya yaitu ditemukannya morfologi berupa Stalagtit dan tiang masif (*massive column*). Gua Gadung juga masih bersifat alamiah yang mana pembentukan stalaktit dan tiang masif masih berlanjut dipengaruhi oleh air.



**Gambar 4.** Kenampakan morfologi tiang masif pada Gua Gadung

Ornamen Gua (*speleothem*) adalah suatu bentukan dasar yang terbentuk akibat pertumbuhan mineral hasil pelarutan batugamping pada atap, dinding ataupun lantai Gua [18]. Dalam penelitian ini ornamen Gua yang diteliti merupakan ornamen dengan klasifikasi bentuk dripstone dan flowstone yaitu stalactite. *Speleothem* adalah hiasan yang terdapat di dalam Gua yang dihasilkan oleh endapan berwarna putih, bentuknya seperti tetesan air, mengkilat dan menonjol. Hiasan ini merupakan endapan  $\text{CaCO}_3$  yang mengalami presipitasi pada saat air tanah yang membawanya masuk ke dalam Gua [19]. Tiang masif (*Massive Column*), yaitu hiasan yang terbentuk bila stalaktit dan stalakmit menyatu.



**Gambar 5.** Kenampakan morfologi Gua Gadung berupa Stalaktit

Stalaktit adalah batuan runcing yang ada di bagian atas maupun langit-langit Gua dan menghadap ke bawah. Pada bagian stalaktit terdapat mineral karbonat yang tersemenkan dan mengeras.

#### **Batas kontak Formasi**

Pada lokasi penelitian ditemukan batas kontak antara Formasi Wungkal-Gamping dengan Formasi Semilir. Batas kontak formasi kenampakannya terlihat jelas perbedaan antara kedua jenis litologinya. Batas kontak ini terletak di batas utara dan timur laut dari lokasi Gua Gadung. Hal ini ditandai dengan keberadaan breksi polimik yang ditengarai berasal dari Formasi Semilir. Keberadaan breksi vulkanik ini memiliki fragmen yang beragam seperti keterdapatan fragmen batugamping yang diduga merupakan fragmen batugamping yang

berasal dari kelompok batuan yang lebih tua (Wungkal Gamping). Keberadaan fragmen tersebut diinterpretasikan sebagai fragmen dari breksi alas.



**Gambar 6.** Batas kontak antara batu gamping Gua Gadung dengan breksi alas dari Formasi Kebobutak.



**Gambar 7.** Kenampakan breksi alas pada Formasi Semilir di daerah penelitian

Breksi alas adalah batuan dimana fragmennya cenderung meruncing yang berasal dari batuan yang lebih tua dan menunjukkan adanya selang / *gap* sedimentasi. Breksi alas ini menandakan bahwa Formasi gamping Wungkal ini terangkat ke permukaan diakibatkan oleh proses endogen yang disebut pula dengan istilah *Roof Pendant*.



**Gambar 8.** Kenampakan fragmen batugamping berwarna putih (kotak merah) pada breksi alas

Pada batas kontak antara Formasi semilir dan Formasi Wungkal-Gamping juga ditemukan beberapa pecahan batuan berupa batuan karbonat. Pada gambar sebelah kiri diatas ditemukan batuan berupa *Bafflestone* dilihat dari kenampakan struktur batuanya menurut klasifikasi [13].

### Stratigrafi penelitian

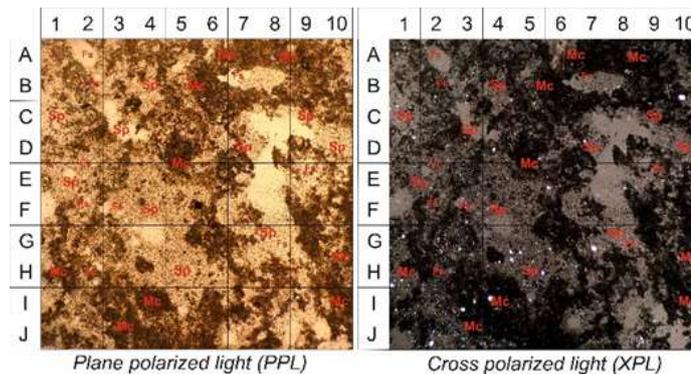
Stratigrafi daerah penelitian termasuk dalam fasies karbonat. Penentuan fasies karbonat pada Gua Gadung dilakukan dengan cara menganalisis sampel yang telah disayat menggunakan mikroskop secara analisis mikroskopis. Fasies karbonat menggunakan klasifikasi [9], klasifikasi [13] klasifikasi [10], dan klasifikasi [19], Setelah didapatkan fasies-fasies karbonat lalu dilakukan pengeplotan lingkungan pengendapan menggunakan klasifikasi *facies belt of Wilson* [11].

### Fasies daerah penelitian

Setelah dilakukannya analisis petrografi dari sayatan sampel batuan didapatkan beberapa jenis batuan berupa *packstone*, *grainstone* [10] *Rudstone* dan *Floatstone* [13] dan *foraminifera sparite* [19].

### Fasies batuan kalsilutit / *Wackestone*

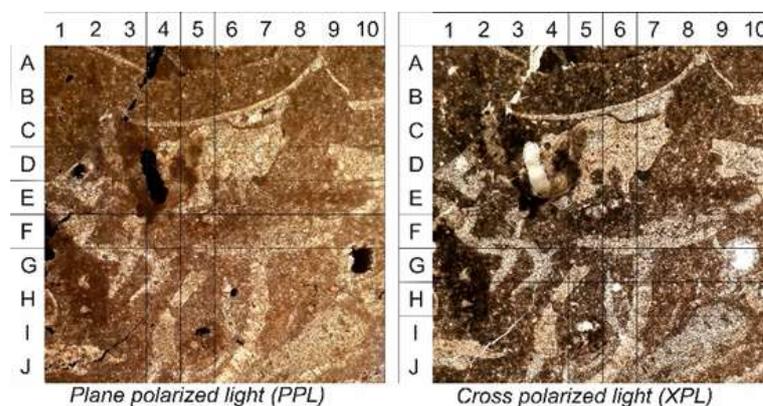
Pengamatan mikroskopis batuan dilakukan pada perbesaran lensa okuler 10x dan lensa objektif 4x, dengan total perbesaran 40x. Secara umum sayatan batuan menunjukkan struktur Mikrit ferrous dengan tekstur berupa ukuran butir arenit, bentuk butir cenderung membulat tanggung- menyudut tanggung, kemas tertutup, terpilah baik. Komposisi penyusun batuan meliputi *allochem* berupa pecahan cangkang fosil (11%), *micrite* kalsit (53%), dan sparit karbonat (36%) (Gambar 9).



**Gambar 9.** Kenampakan sayatan tipis pada sayatan Tew 1

### Fasies batuan kalkarenit/ *Corraline Bindstone*

Pengamatan mikroskopis batuan dilakukan pada perbesaran lensa okuler 10x dan lensa objektif 4x, dengan total perbesaran 40x. Secara umum sayatan batuan menunjukkan struktur fossiliferous dengan tekstur berupa ukuran butir arenit, bentuk butir cenderung membulat tanggung- menyudut tanggung, kemas tertutup, terpilah baik. Komposisi penyusun batuan meliputi *allochem* berupa Fosil coral (61%), micrite kalsit (14%), dan sparit karbonat (25%) (Gambar 10).

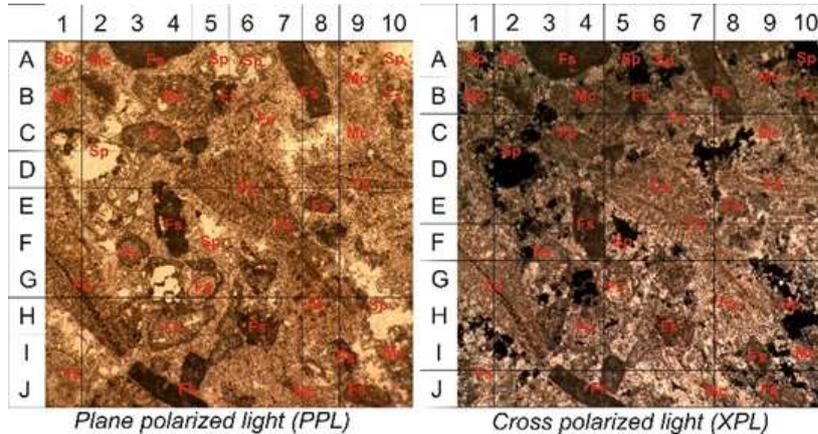


**Gambar 10.** Kenampakan mikroskopis sayatan batuan sampel Tew 2



**Fasies batuan kalkarenit / *Foraminifera sparite*/ *Foraminifera Rudstone***

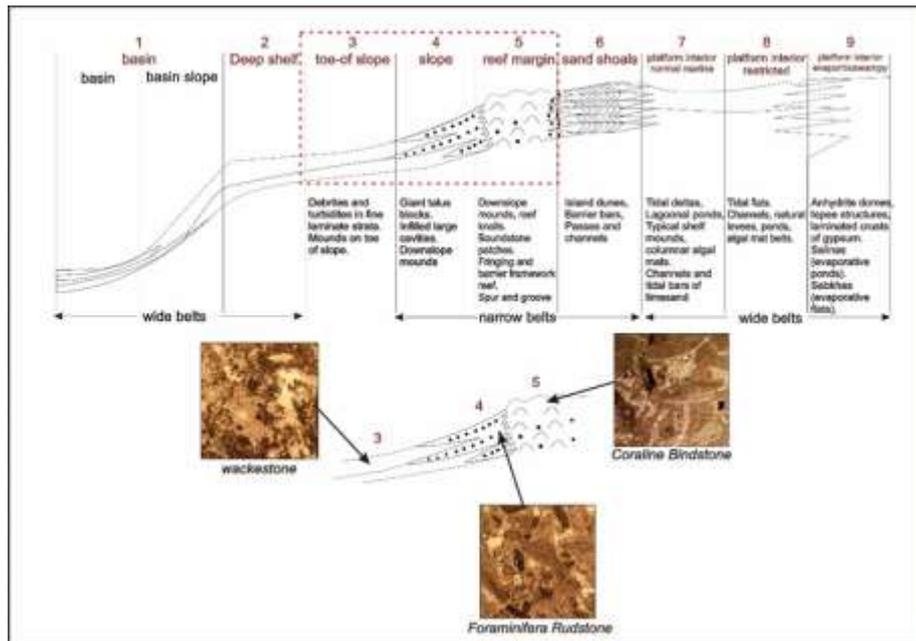
Pengamatan mikroskopis batuan dilakukan pada perbesaran lensa okuler 10x dan lensa objektif 4x, dengan total perbesaran 40x. Secara umum sayatan batuan menunjukkan struktur fossiliferous dengan tekstur berupa ukuran butir arenit, bentuk butir cenderung membulat tanggung- menyudut tanggung, kemas tertutup, terpilah baik. Komposisi penyusun batuan meliputi *allochem* berupa pecahan cangkang fosil (61%), micrite kalsit (14%), dan sparit karbonat (25%) (Gambar 11).



**Gambar 11.** Kenampakan mikroskopis sayatan batuan sampel Tew 3

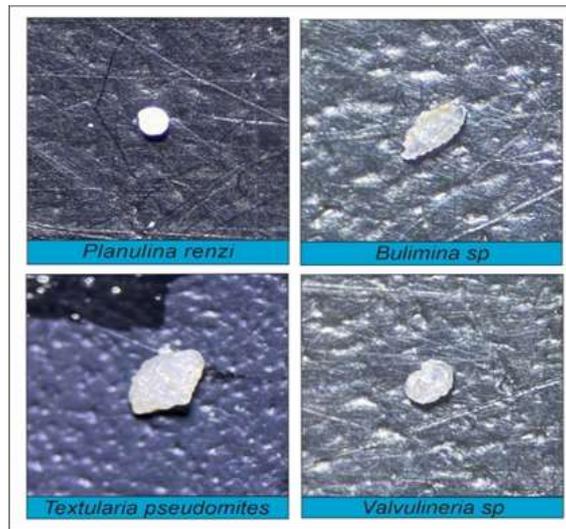
**Lingkungan Pengendapan**

Lingkungan pengendapan di daerah penelitian didapatkan dari fasies yang didapatkan dari analisis sampel sayatan batuan di daerah penelitian. Dari ketiga sampel yaitu sampel Tew 1 setelah dianalisis didapatkan fasies berupa *Kalsilitite / Wackestone*, pada sampel Tew 2 setelah dianalisis didapatkan fasies berupa *Coralline Bindstone*, dan pada sampel Tew 3 setelah dianalisis dan diinterpretasikan maka didapatkan fasies berupa *Foraminifera Rudstone*, selain itu juga didapatkan batuan berupa *Bafflestone* pada daerah batas kontak antara Formasi Semilir dan Formasi Wungkal-Gamping. Maka dari fasies tersebut dapat diplotkan pada model lingkungan pengendapan dalam standar sabuk fasies batugamping [12]; modifikasi dari [11] yaitu batuan diendapkan dari *Reef margin – slope – Toe-of slope* (Gambar 12).



**Gambar 12.** Model lingkungan pengendapan dalam standar sabuk fasies batugamping (Schlager, 2005; modifikasi dari Wilson, 1975)





**Gambar 13.** Hasil analisis fosil foraminifera benthonik

Setelah didapatkan jenis – jenis fosil tersebut maka dapat ditarik lingkungan pengendapannya pada (Tabel 2). Interpretasi lingkungan pengendapan berdasarkan klasifikasi [15].

**Tabel 2.** Hasil penarikan umur relatif berdasarkan jenis fosil foraminifera benthonik

NO	SPESIES	TRANSISI	NERITIK			BATHYAL		ABYSAL
			DALAM	TENGAH	LUAR	ATAS	BAWAH	
			0m	0-20m	20-100m	100-200m	200-1000m	
1	<i>Bulimina sp</i>							
2	<i>Planulina renzi</i>							
3	<i>Textularia pseudomites</i>							
4	<i>Valvulineria sp</i>							

Berdasarkan tabel di atas, didapatkan lingkungan pengendapan dari Formasi semilir pada daerah penelitian yaitu Neritik Tengah dengan kedalaman berkisar 20 – 100 meter (Neritik Tengah). Dari sudut pandang biologi kelautan, zona ini terdiri dari lingkungan kehidupan laut yang cenderung stabil dan mendapatkan cahaya matahari yang cukup, mulai dari plankton, ikan dan terumbu karang, sedangkan oseanografi fisik melihatnya sebagai wilayah dimana sistem laut berinteraksi dengan pesisirnya.

Pembentukan batuan karbonat di pegunungan selatan dimulai sejak Eosen Tengah - Eosen Akhir yaitu Formasi Wungkal Gamping, dilanjutkan pada Formasi Sambipitu berumur Miosen Bawah - Miosen Tengah menurut (Suyoto dan Santoso 1986, dalam [5] dan Formasi Oyo yang menunjukkan umur Miosen Tengah - Miosen Akhir menurut [6]. Setelah itu, batuan karbonat yang paling muda yaitu Formasi Wonosari berumur Miosen Tengah - Pliosen dan Formasi Kepek yang berumur Miosen Akhir - Pliosen.

Menurut [20], analisis umur Formasi Semilir yaitu pada N4-N6, dengan ditemukannya fosil *Globorotalia Pheripheronda*, *Globigerina Tripartita*, *Orbulina Universa* pada bagian bawah Formasi dan Fosil *Globigerina Tripartita*, *Globoquadrina Altispira*, *Orbulina Universa* pada bagian Atas, maka Formasi Semilir ini diendapkan pada kala Oligosen Akhir-Miosen Awal (N4-N6).

Sedangkan menurut [21], Formasi Semilir bagian atas pada daerah penelitian mempunyai kisaran umur pembentukan di N5 atau pada kisaran Miosen Awal. Umur pengendapan dari Formasi Semilir ditentukan berdasarkan kandungan foraminifera plangtonik pada contoh batuan PR 04 dan PR 05 yakni *Globigerinoides primordius* (Blow and Banner), *Globigerina selli* (Borsetti), *Globigerinoides subquadratus* (Bronniman), *Globigerinoides praebulloides* (Blow), *Globigerina ciperiensis* (Bolli), *Globigerina venezuelana* (Hedberg). Paleobatimetri pengendapan batuan didapatkan dari kumpulan foraminifera benthik kecil berupa *Dentalina sp.*, dan *Bathysipon sp* yang mengindikasikan lingkungan Neritik. Berdasarkan kedua penelitian tersebut jenis fosil

dan penarikan umur serta lingkungan pengendapan pada penelitian berbanding lurus (relatif seumur meskipun sedikit lebih tua yaitu pada Oligosen Akhir). Hal ini sesuai hasil yang didapatkan pada penelitian di Gua Gadung

### Fasies dan Lingkungan pengendapan Formasi Wungkal-Gamping

Menurut [7], batugamping Formasi Wungkal-Gamping dicirikan dengan asosiasi mikrofasis *foraminiferal rudstone – grainstone* dengan asosiasi biofasies *inner foreslope* (FZ 5). Lingkungan pengendapan Formasi Karangsembung dan Formasi Wungkal-Gamping adalah lingkungan laut terbuka. Pada Formasi Wungkal-Gamping, kumpulan *Planocamerinoides sp.* (A-form) berasosiasi dengan mikrofasis nummulitic *Nummulites-Planocamerinoides rudstone* yang menunjukkan lingkungan *foreslope*. Lingkungan pengendapan pada daerah penelitian [7] relatif sama dengan di daerah penelitian karena fasies yang ditemukan juga relatif sama dan penarikan lingkungan pengendapan pada fasies ini berada pada *foreslope*.

### Genesa Pembentukan Gua Gadung

Beberapa studi mengenai *Roof Pendant* di daerah Yogyakarta salah satunya di Kulonprogo yaitu penelitian menurut [22]. Pada penelitian ini dijelaskan mengenai Formasi Nanggulan yang terangkat ke permukaan diakibatkan oleh intrusi *Old Andesite Formation*, yang mana Formasi Nanggulan Nampak terlihat lebih muda yang harusnya Formasi tertua di daerah tersebut.

Menurut teori, *roof pendant* adalah batuan yang tersingkap di permukaan akibat intrusi yang relatif dangkal (vulkanik plutonik), dan batuan yang telah mengalami metamorfisme seperti kuarsit metasedimen dan sekis [23]. *Roof pendant* umumnya ditemukan sebagai fragmen kecil dan batuan hancur akibat intrusi [23].

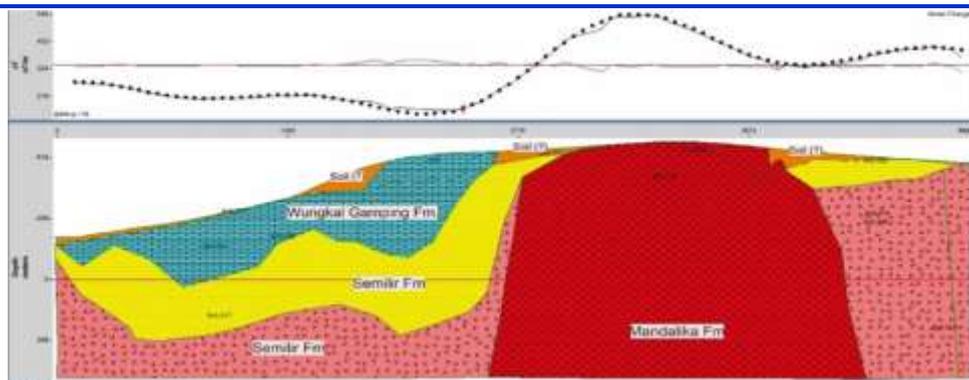
Bukti lapangan yang ditemukan adalah adanya breksi alas yang tersingkap di batas kontak antara Formasi Semilir dan Formasi Wungkal Gamping tersebut. Breksi alas merupakan breksi yang memiliki fragmen berupa batuan yang lebih tua, fragmen breksi pada daerah penelitian merupakan fragmen dari Formasi Wungkal Gamping. Adanya Gua Gadung kemungkinan diakibatkan karena terobosan intrusi (Gunung Panggung sehingga terlihat batuan pada Gua Gadung terkesan lebih muda (*roof pendant*) dari batuan vulkanik di sekitarnya (Formasi Mandalika dan Semilir).

Selain itu juga didapatkan fosil foraminifera planktonik yaitu *Rugoglobigerina rugosa* berumur Kapur-Eosen pada batuan tuf Formasi Semilir (Gambar 14). Hal ini menandakan bahwa fosil tersebut bagian dari Formasi Wungkal-Gamping yang terbawa saat proses vulkanisme, dan ikut mencampur bersamaan fosil-fosil kunci dari Formasi Semilir.



**Gambar 14.** Kenampakan fosil *rework* yang diduga berasal dari Formasi Wungkal Gamping pada daerah penelitian

Kedua data permukaan di atas semakin dikuatkan dengan pemodelan 2.5 D dari geomagnetik daerah penelitian. Hasil pengkajian bawah permukaan berdasarkan data geomagnet pada penelitian [24]. Pemodelan bawah permukaan Gunung Panggung dapat dilihat pada Gambar 15. Berdasarkan hasil penampang 2.5 D tersebut, dapat diamati bahwa Gunung Panggung merupakan intrusi – basaltik yang muncul dari kedalaman 400 m hingga ke permukaan. Intrusi ini berumur Oligosen Akhir – Miosen [4]. Di sekeliling atau di atas dari intrusi ini diendapkan tuf halus dan batupasir tufan dari Formasi Semilir (Miosen Awal) [3]. Tuf memiliki ketebalan bervariasi dari 25 – 125 meter. Di atas tuf dijumpai batupasir yang memiliki ketebalan 50 – 250 meter. Satuan paling tua diendapkan secara tidak selaras satuan Wungkal-Gamping (Eosen Tengah – Eosen Akhir ). Batugamping memiliki ketebalan 50 – 100 meter.



**Gambar 15.** Hasil pemodelan 2.5 D (bawah permukaan) Gunung Panggung [24]

Pemodelan data magnetik bawah permukaan ini semakin menguatkan bahwa Formasi Wungkal Gamping pada daerah penelitian mengalami pengangkatan oleh intrusi pada Gunung Panggung berumur Oligosen Akhir-Miosen, fenomena ini disebut dengan istilah *Roof Pendant* dimana Formasi Wungkal-Gamping seperti batuan yang lebih muda dibandingkan dengan Formasi Semilir.

#### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian Lingkungan pengendapan didapatkan dari fasies yang didapatkan dari analisis sampel sayatan batuan di daerah penelitian. Fasies berupa *Kalsilitite / wackestone*, fasies *Coralline Bindstone*, dan *Foraminifera Rudstone*, selain itu juga didapatkan batuan berupa *Bafflestone* pada daerah batas kontak antara Formasi Semilir dan Formasi Wungkal Gamping. Maka dari fasies tersebut dapat diplotkan pada Model lingkungan pengendapan dalam standard sabuk fasies batugamping yaitu *Reef margin – Toe-of slope*.

Selain itu, umur dari Formasi Semilir pada daerah penelitian yaitu N3 (Oligosen Akhir), dan juga ditemukannya fosil *Rugoglobigerina rugosa* berumur Kapur-Eosen akhir yang menandakan bahwa fosil ini terbawa dari Formasi yang lebih tua yaitu Formasi Wungkal Gamping. Sedangkan lingkungan pengendapan dari Formasi Semilir pada daerah penelitian yaitu Neritik Tengah dengan kedalaman berkisar 20 – 100 meter.

Berdasarkan hasil diskusi dan data-data yang ditemukan di lapangan genesa dari Gua Gadung formasi Wungkal Gamping ini merupakan hasil dari proses pengangkatan oleh intrusi pada Gunung Panggung berumur Oligosen Akhir-Miosen, fenomena ini disebut dengan istilah *Roof Pendant* dimana Formasi Wungkal-Gamping seperti batuan yang lebih muda dibandingkan dengan Formasi Semilir.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada ITNY yang telah memberi dukungan berupa fasilitas laboratorium terhadap kajian dan analisis penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Luan, X., & Lunt, P. (2022). Controls on Early Miocene carbonate and siliciclastic deposition in eastern Java and south Makassar Straits, Indonesia. *Journal of Asian Earth Sciences*, 227, 105091.
- [2] Kusumayudha, S.B., 2005. Hidrogeologi Karst dan Geometri Fraktal di Daerah Gunungsewu. Adicita Karya Nusa, Yogyakarta.
- [3] Rizqi, A. H. F., & Sugarbo, O. (2020). Rekonstruksi Stratigrafi Jalur Sungai Krenceng, Ponjong, Gunung Kidul, *Yogyakarta. Journal. Itny. Ac. Id*, 2020, 255-271.
- [4] Suro, Toha, B. dan Sudarno. 1992. Peta Geologi Lembar Surakarta dan Giritontro, Jawa; Sekala 1 : 100.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- [5] Bronto, S., dan Hartono, H.G., 2001. Panduan Ekskursi Geologi Kuliah Lapangan2, STTNAS: Yogyakarta.
- [6] Bothé,A.Ch.D (1929) Jiwo Hills and Southern Range Excursion Guide.IVth Pacific Science Congress, Java, Bandung,pp.1-14.
- [7] Rahmawati, D., Barianto, D. H., & Rahardjo, W. (2022). Analisis Mikrofases Batugamping Formasi Wungkal-Gamping Jalur Padasan, Gunung Gajah, Bayat, Klaten, Jawa Tengah. *Jurnal Teknik Geologi : Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 5(1).

- [8] Choiriah, S. U., Bambang, P., R Eko Jati, K., & SURONO, S. (2016). Foraminifera Besar Pada Satuan Batugamping Formasi Gamping-Wungkal, di Sekarbolo, Perbukitan Jiwo, Bayat-Klaten. *Jurnal Teknologi Mineral*, 19(1), 1-8.
- [9] Grabau, A. 1904. *On The Classification of Sedimentary Rocks*, New Jersey: Princeton University.
- [10] Dunham, R.J. 1962, *Classification of carbonate rocks according to depositional texture*: American Association of Petroleum Geologists, Memoir, v. 1, p. 108- 121.
- [11] Wilson, J. L., 1975. *Carbonate Facies in Geologic History*. Springer Verlag, New York, 471.
- [12] Schlager, W., 2005. *Carbonate Sedimentology and Sequence Stratigraphy*, SPEM, Tulsa, Oklahoma.
- [13] Embry, A. F., & Klovan, J. E. (1972). Absolute water depth limits of Late Devonian paleoecological zones. *Geologische Rundschau*, 61, 672-686.
- [14] Blow, W. H. (1969, January). Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. In *Proceedings of the first international conference on planktonic microfossils* (Vol. 1, pp. 199-422). Leiden: E.J. Brill.
- [15] Tipsword, H. L, Setzer, F. M, dan Smith, F. L. JR. 1966. *Interpretation of Depositional Environment in Gulf Coast Petroleum Exploration from Paleocology and Related Stratigraphy*. Gulf Coast Assoc. Geol. Socs. Trans.
- [16] Uca, U., & Angriani, R. (2018). Pemetaan Gua Kalibbong Aloa Kawasan Karst Pangkep. *Sainsmat : Jurnal Ilmiah Ilmu Pengetahuan Alam*, 7(2), 92. <https://doi.org/10.35580/sainsmat7273622018>
- [17] Gillieson, D. 1996. *Caves: Processes, Development and Management*. Oxford: Blackwell.
- [18] Wilson, J. R. (1984). Speleothems as examples of chemical equilibrium processes. *Journal of geological Education*, 32(2), 86-88.
- [19] Folk, R. L. (1951). Stages of textural maturity in sedimentary rocks. *Journal of Sedimentary Research*, 21(3), 127-130.
- [20] Habibie, S. R. (2021). Geologi dan Studi Batubara Pada Formasi Semilir Daerah Terbah, Kecamatan Patuk, kabupaten Gunung Kidul, Provinsi DI Yogyakarta. *Jurnal Ilmiah Geologi PANGEA*, 3(2).
- [21] Wijayanti, H. D. K. (2022). Stratigrafi Kontak Formasi Semilir dan Ngglangran Pada Jalur Pilangrejo, Nglipar, Gunung Kidul. *JGE (Jurnal Geofisika Eksplorasi)*, 8(02), 137-151.
- [22] Rizqi, A. H. F., & Sukiyah, E. (2022). Nanggulan formation as a roof pendant at the central part of Kulon Progo Mountains, Yogyakarta, Indonesia. *Songklanakarin Journal of Science & Technology*, 44(3).
- [23] Dunning, G. E., Walstrom, R. E., & Lechner, W. (2018). Barium silicate mineralogy of the western margin, north American continent, part 1: Geology, origin, paragenesis and mineral distribution from Baja California Norte, Mexico, Western Canada and Alaska, USA. *Baymin Journal*, 19(5), 1–70. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/328232378>.
- [24] Yudha Pratama, R. and Rizqi, A. H. F. (2022) “ANALISIS TINGKAT KERENTANAN GERAKAN TANAH MENGGUNAKAN MODIFIKASI METODE STORIE STUDI KASUS DAERAH PUNDUNGSARI, KECAMATAN SEMIN, KABUPATEN GUNUNG KIDUL, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA.”, *ReTII*, pp. 223-231