

Analisis Umur dan Lingkungan Pengendapan Batugamping Formasi Oyo - Wonosari Berdasarkan Data Mikropaleontologi di Bawah Jembatan Nglipar-Wonosari, Desa Kedung Keris, Kec. Nglipar, Kab. Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta

Alexandra Sekar Tiurma Dewi¹, Ghani Abdillah Ahmad¹, Al Hussein Flowers Rizqi^{1*}

¹Program Studi Teknik Geologi, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

Korespondensi : alhussein@sttnas.ac.id

ABSTRAK

Daerah penelitian ini merupakan salah satu yang memiliki tatanan geologi sangat kompleks, sehingga sangat menarik untuk dikaji. Berdasarkan fisiografi dan stratigrafi regional, termasuk ke dalam fisiografi Zona Pegunungan Selatan yang disusun oleh litologi berupa batugamping berlapis Formasi Oyo dan batugamping masif Formasi wonosari. Metode penelitian berupa pengambilan data lapangan dan pengamatan mikropaleontologi melalui preparasi mikro fosil. Umur relatif dari Formasi Oyo dan Formasi Wonosari pada daerah penelitian yaitu N19 - N22 (Pliosen - Plistosen), dan juga ditemukannya fosil Pullenitiatina Obliquiloculata berumur Miosen awal - Pliosen yang menandakan bahwa fosil ini terbawa dari Formasi yang lebih tua yaitu Formasi Wonosari. Sedangkan lingkungan pengendapan dari Formasi Oyo-Wonosari pada daerah penelitian yaitu Neritik tengah-Neritik luar.

Kata kunci: Batugamping, Formasi Oyo-Wonosari, umur, lingkungan pengendapan

ABSTRACT

This research area is one that has a very complex geological structure, so it is very interesting to study. Based on regional physiography and stratigraphy, it is included in the physiography of the Southern Mountains Zone which is composed of lithology in the form of layered limestone of the Oyo Formation and massive limestone of the Wonosari Formation. The research method is in the form of field data collection and micropaleontological observations through microfossil preparation. The relative age of the Oyo Formation and Wonosari Formation in the research area is N19 - N22 (Pliocene - Pleistocene), and also the discovery of Pullenitiatina Obliquiloculata fossils aged early Miocene - Pliocene which indicates that these fossils were carried from an older formation, namely the Wonosari Formation. While the depositional environment of the Oyo-Wonosari Formation in the research area is Middle Neritic-Outer Neritic.

Keyword : Limestone, Oyo-Wonosari Formation, age, depositional environment

PENDAHULUAN

Nglipar merupakan kecamatan yang berada di Gunung Kidul serta berada pada Sungai Oyo yang tersusun dari batuan karbonat berupa batugamping, dimana batuan karbonat adalah batuan sedimen yang terdiri dari garam karbonat. Dalam prakteknya adalah batugamping (limestone) dan dolomite (Koesoemadinata, 1987). Lokasi daerah penelitian secara administratif terletak di Sungai Oyo tepatnya di bawah Jembatan Nglipar-Wonosari, Desa Kedung Keris, Kecamatan Nglipar, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta dan masuk ke dalam peta geologi regional lembar Surakarta oleh Suroso, 1992. Oleh karenanya Peneliti menindak lanjuti mengenai riset ini seperti apa umur dan lingkungan pengendapannya yaitu melalui beberapa metode.

Metode yang digunakan adalah pemetaan geologi di lapangan dan pengamatan mikro fosil melalui preparasi mikropaleontologi. Secara stratigrafi batuan penyusun Formasi Oyo yaitu pada bagian bawah terdiri dari tuf dan napal tufan. Pada bagian atas, secara berangsur dikuasai oleh batugamping berlapis dengan sisipan batulempung karbonatan. Batugamping berlapis tersebut umumnya kalkarenite, namun kadang-kadang dijumpai kalsirudit yang mengandung fragmen andesit membulat. Sedangkan Formasi Wonosari didominasi oleh batugamping berlapis dan batugamping terumbu, sedangkan sebagai sisipan adalah napal.

Formasi Oyo adalah anggota stratigrafi Pegunungan Selatan dan tersusun atas batuan campuran karbonat-siliklastik (Bothe, 1929). Satuan batugamping pada Formasi ini mengandung mikrofosil yang melimpah dan sangat menarik untuk diteliti. Banyak peneliti yang telah melakukan penelitian pada Formasi ini. Salah satu diantaranya (Rizqi, 2020) pernah melakukan penelitian lingkungan pengendapan mengenai Formasi ini dan menyimpulkan bahwa pada bagian bawah daerah masuk kedalam daerah slope (SMF 4 – FZ 4: Slope), lalu muka air naik sehingga batugamping terbentuk pada paparan laut terbuka (SMF 8 – FZ7: open marine), lalu muka air mengalami penurunan sehingga lingkungan pengendapan menjadi ke daerah sudut lereng (SMF 5, SMF 4 – FZ 4: Slope).

Formasi Wonosari adalah anggota berikut pada tatanan Stratigrafi Pegunungan Selatan setelah Formasi Oyo. Formasi Wonosari tersingkap dengan cukup baik di beberapa tempat yang menarik untuk diteliti karena perkembangan batugamping klastiknya yang sensitif terhadap perubahan keadaan geologi yang akan memberikan informasi yang sangat baik. Para peneliti sebelumnya menggambarkan Formasi Wonosari sebagai suatu formasi berumur Miosen Tengah-Pliosen yang disusun oleh litologi batuan karbonat berupa batugamping klastik dan batugamping terumbu dengan sisipan berupa napal dan tuff (Surono dkk., 1992). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui umur dan lingkungan pengendapan batugamping pada Formasi Oyo-Wonosari di Sungai Oyo, Desa Kedung Keris, Kecamatan Nglipar, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini dilakukan tahapan sebagai berikut:

Tahap Persiapan

Tahapan ini terdiri dari studi literatur, yang mana merupakan studi pustaka yang digunakan sebagai pendukung yang terdiri dari pengumpulan data peneliti terdahulu dan beberapa literatur tinjauan regional Pegunungan Selatan terutama di daerah penelitian Sungai Oyo, Desa Kedung Keris, Kec. Nglipar, Kab. Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta

Tahapan Pengambilan Data

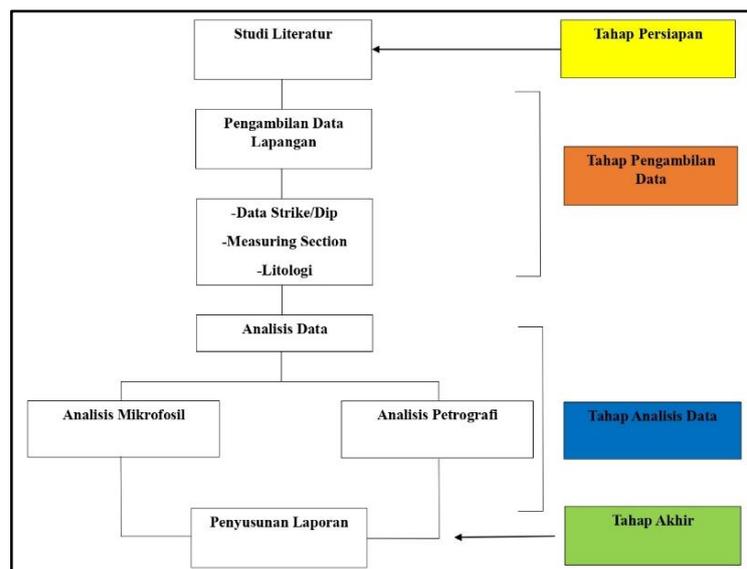
Tahapan ini dibagi menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder, data primer merupakan data yang diambil langsung di lokasi penelitian, sedangkan data sekunder merupakan data hasil dari kajian lokasi penelitian melalui peneliti terdahulu dan geologi regional.

Tahapan Analisis Data

Tahapan ini dilakukan dengan melakukan analisis mikrofosil berupa foraminifera planktonik dan bentonik pada batugamping Formasi Oyo dan batugamping Formasi Wonosari. Tahapan analisis diawali dengan melakukan preparasi batugamping dan hasil dari preparasi batugamping dilakukan analisis mikrofosil dengan menggunakan mikroskop dengan perbesaran 40x.

Tahap Akhir

Tahap ini merupakan tahap akhir yang mana akan menghasilkan laporan berupa hasil data lapangan, umur batuan daerah penelitian, dan lingkungan pengendapan yang terdapat pada batuan daerah penelitian.



Analisis Umur dan lingkungan Pengendapan Batugamping Formasi Oyo-Wonosari Berdasarkan Data Mikropaleontologi di Bawah Jembatan Nglipar-Wonosari Desa Kedung Keris, Kec. Nglipar, Kab. Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta (Alexandra Sekar Tiurma Dewi)

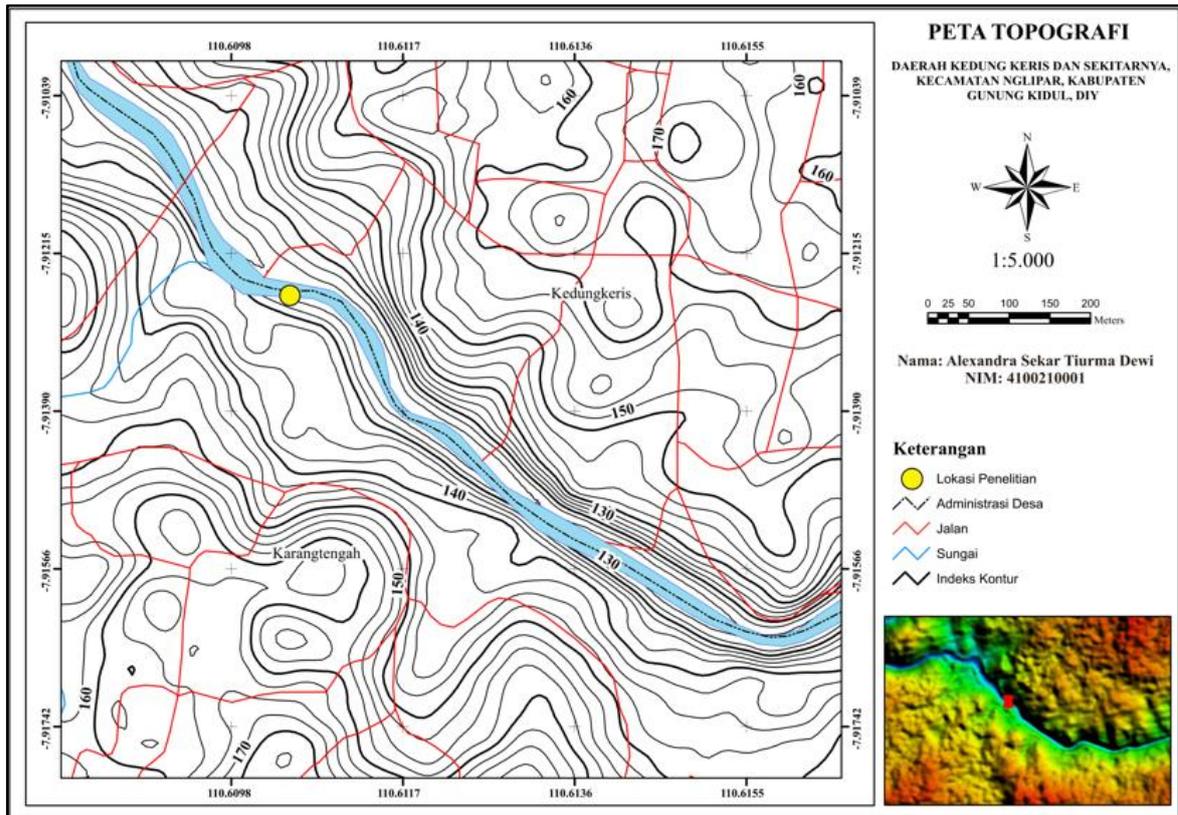


Gambar 1. Diagram alir penelitian

HASIL DAN ANALISIS

Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian terletak di Sungai Oyo tepatnya di bawah Jembatan Nglipar-Wonosari, Desa Kedung Keris, Kecamatan Nglipar, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta dan masuk ke dalam peta geologi regional lembar Surakarta, pada koordinat geografis $7^{\circ}54'44.3''S$ $110^{\circ}36'37.6''E$ (Gambar 2). Lokasi Pengamatan memiliki jarak tempuh 37.2 km dan dapat ditempuh menggunakan sepeda motor selama 53 menit dari Kampus Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.

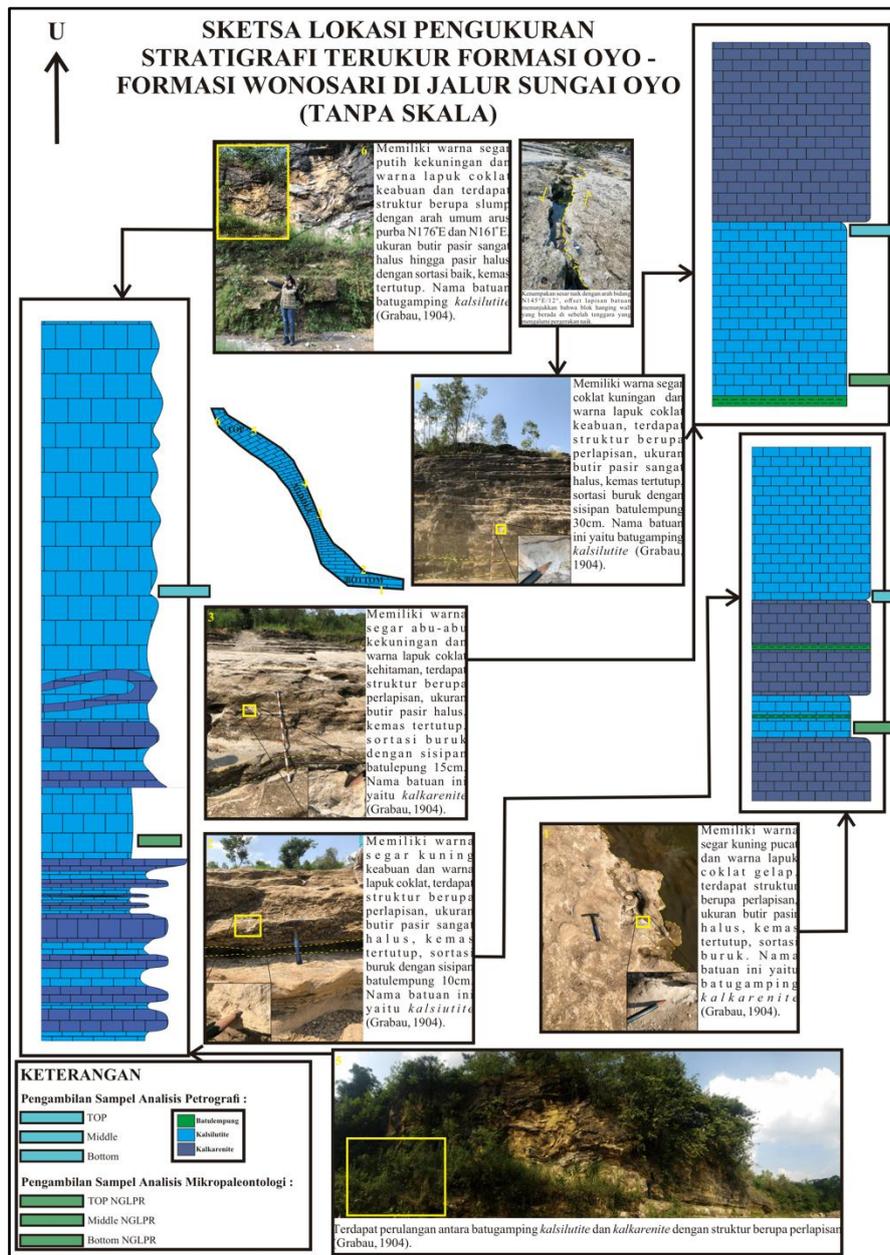


Gambar 2. Peta topografi daerah penelitian

Litologi Penyusun Daerah Penelitian

Pengamatan litologi dilakukan di sepanjang Sungai Oyo, tepatnya pada bawah jembatan Desa Kedung Keris dilakukan menggunakan pengukuran stratigrafi dengan tongkat Jacob. Jalur pengukuran stratigrafi dimulai bottom ke top. Pengukuran stratigrafi batuan karbonat dengan pengamatan megaskopis pada lokasi pengamatan (LP) 1 sampai 6 dengan panjang lintasan 27,3 meter.

Berdasarkan pengukuran stratigrafi daerah penelitian tersusun oleh satuan batugamping kalkarenite dengan arah bidang $N142^{\circ}E/5^{\circ}$, pemerian klasifikasi pada lapisan bawah (bottom) dan lapisan atas (top) merupakan packstone dengan warna segar kuning pucat dan warna lapuk coklat gelap, terdapat struktur berupa perlapisan dengan tekstur ukuran butir pasir halus, kemas tertutup, sortasi buruk dan arah bidangnya $N119^{\circ}E/17^{\circ}$. Kenampakan singkapan dijumpai secara spot – spot, pada lapisan tengah (middle) dijumpai adanya batugamping kalsilitite dengan arah bidang $N150^{\circ}E/6^{\circ}$ pemerian klasifikasi merupakan wackestone dengan warna segar coklat kekuningan dan warna lapuk coklat keabuan, terdapat struktur berupa perlapisan dengan tekstur ukuran butir pasir sangat halus, kemas tertutup, sortasi buruk dan di beberapa lokasi pengamatan (LP) terdapat sisipan batulempung (Gambar 3).



Gambar 3. Sketsa jalur pengukuran stratigrafi dan kolom stratigrafi Formasi Oyo Wonosari di daerah penelitian

Analisis Umur dan Lingkungan Pengendapan

Analisis umur dapat ditentukan melalui fosil foraminifera planktonik, foraminifera planktonik merupakan jenis foraminifera yang hidup dengan cara mengambang di permukaan laut. Foraminifera jumlah genusnya sedikit, tetapi jumlah spesiesnya banyak. Planktonik pada umumnya hidup mengambang dan bergerak tergantung oleh arus pasif di permukaan laut. Analisis lingkungan pengendapan ditentukan melalui fosil foraminifera bentonik, foraminifera bentonik merupakan jenis foraminifera yang hidup dengan cara menambatkan diri dengan menggunakan vegile atau sesile serta hidup didasar laut pada kedalaman tertentu.

Setelah dilakukan pengamatan melalui mikroskop 40x didapatkan fosil-fosil foraminifera planktonik berupa *Subbotina Triloculinooides*, *Subbotina Jacksonensis*, *Ciperoella Anguliofficialis* dan foraminifera bentonik berupa *Silicobathysiphon Gerochi*, *Saccamminita Galinae*, *Silicobathysiphon Sp*, *Silicobathysiphon (bottom)* (Tabel 1) yang dapat dilihat pada (Gambar 4).

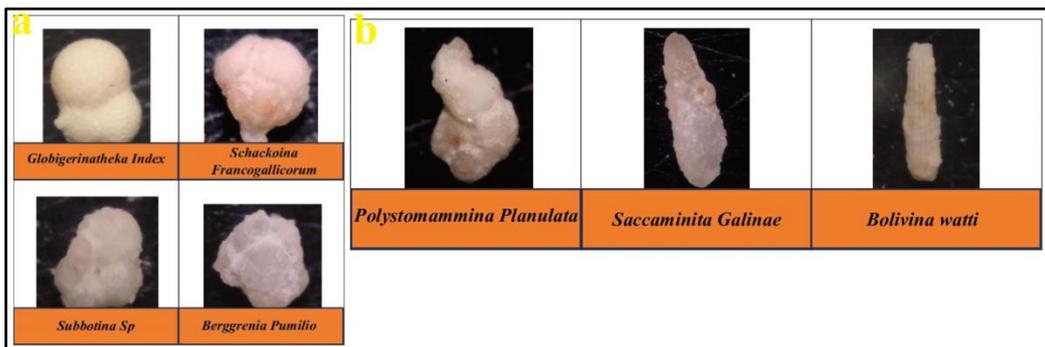
Analisis Umur dan lingkungan Pengendapan Batugamping Formasi Oyo-Wonosari Berdasarkan Data Mikropaleontologi di Bawah Jembatan Nglipar-Wonosari Desa Kedung Keris, Kec. Nglipar, Kab. Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta (Alexandra Sekar Tiurma Dewi)

Tabel 2. Hasil penarikan umur relatif berdasarkan jenis fosil foraminifera planktonik bagian bottom (Blow,1969) dan Hasil penentuan lingkungan pengendapan berdasarkan jenis fosil foraminifera bentonik bagian middle (Tipword, 1966).

| Foraminifera Plangtonik: | | Mesh 60" | mesh 80" | mesh 100" | K01 | Kanari | P13 | P14 | P15 | P16 | P17 | P18 | P19 | N1 | N2 | N3 | N4 | N5 | N6 | N7 | N8 | N9 | N10 | N11 | N12 | N13 | N14 | N15 | N16 | N17 | N18 | N19 | N20 | N21 | N22 | N23 | |
|--------------------------|--------------------------------|----------|----------|-----------|-----|--------|-------------------|----------|-----------------|-------|----------------|------|------|-------|--------|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| 1 | <i>Globorotalia Umbata</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | <i>Globorotalia Umbilicata</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | <i>Globorotalia Cultrata</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Foraminifera Bentonik: | | Mesh 60" | mesh 80" | mesh 100" | K01 | Kanari | Paleobathimetri : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | <i>Caudammina Sp</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | <i>Hyperammina casteri</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | <i>Caudammina Ovulum</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | Darat | Transisi | Lagun | Dalam | Tengah | Luar | Atas | Bawah | Abisal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | Ambang/ neritik | | Lereng/ batial | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Keterangan : *) coret atau hapus yang tidak perlu atau menyesuaikan, jumlah nomor menyesuaikan jumlah spesies yang dijumpai

Setelah dilakukan pengamatan melalui mikroskop 40x didapatkan fosil-fosil foraminifera planktonik berupa *Globigerinatheka Index*, *Schackoina Francogallicorum*, *Subbotina Sp*, *Berggrenia Pum*, *ilioPullenitiatina Obliquiloculata* dan foraminifera bentonik berupa *Polystomammna Planulata*, *Saccaminita Galinae*, *Silicobathysiphon Sp (top)* (Tabel 3) yang dapat dilihat pada (Gambar 6).



Gambar 6. a. Hasil analisis fosil foraminifera planktonik
b. Hasil analisis fosil foraminifera bentonik bagian atas (top)

Tabel 3. Hasil penarikan umur relatif berdasarkan jenis fosil foraminifera planktonik bagian bottom (Blow,1969) dan Hasil penentuan lingkungan pengendapan berdasarkan jenis fosil foraminifera bentonik bagian top (Tipword, 1966).

| Foraminifera Plangtonik: | | Mesh 60" | mesh 80" | mesh 100" | K01 | Kanari | P13 | P14 | P15 | P16 | P17 | P18 | P19 | N1 | N2 | N3 | N4 | N5 | N6 | N7 | N8 | N9 | N10 | N11 | N12 | N13 | N14 | N15 | N16 | N17 | N18 | N19 | N20 | N21 | N22 | N23 | | |
|--------------------------|---------------------------------------|----------|----------|-----------|-----|--------|-------------------|----------|-----------------|-------|----------------|------|------|-------|--------|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|
| 1 | <i>Globigerinatheka Index</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | <i>Schackoina Francogallicorum</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | <i>Subbotina Sp</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | <i>Berggrenia Pumilio</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | <i>Pullenitiatina Obliquiloculata</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Foraminifera Bentonik: | | Mesh 60" | mesh 80" | mesh 100" | K01 | Kanari | Paleobathimetri : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | <i>Polystomammna Planulata</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | <i>Saccaminita Galinae</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | <i>Bolivina watti</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | Darat | Transisi | Lagun | Dalam | Tengah | Luar | Atas | Bawah | Abisal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | Ambang/ neritik | | Lereng/ batial | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Keterangan : *) coret atau hapus yang tidak perlu atau menyesuaikan, jumlah nomor menyesuaikan jumlah spesies yang dijumpai

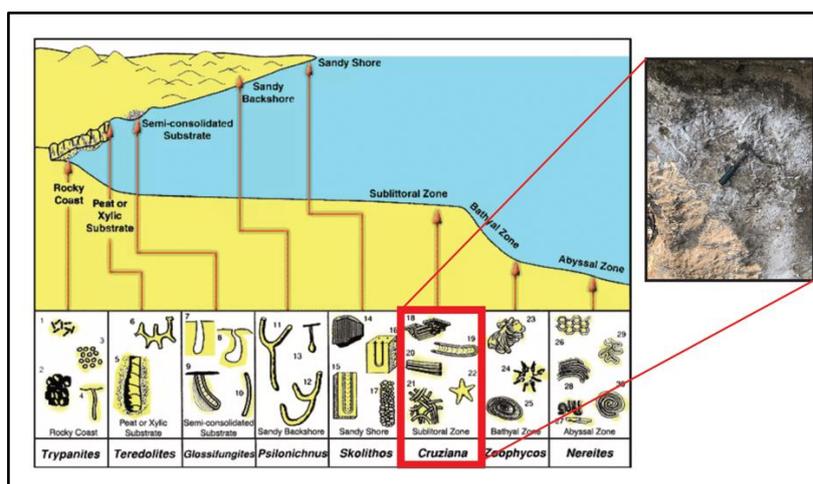
Maka didapatkan umur relatif dari Formasi Oyo pada daerah penelitian yaitu N19 -N22 (Pliosen - Plistosen), dan juga ditemukannya fosil *Pullenitiatina Obliquiloculata* berumur Miosen awal - Pliosen yang menandakan bahwa fosil ini terbawa dari Formasi yang lebih tua yaitu Formasi Wonosari. Lingkungan pengendapan dari Formasi Oyo - Wonosari pada daerah penelitian yaitu Neritik tengah - Neritik luar. Dari hasil

Analisis Umur dan lingkungan Pengendapan Batugamping Formasi Oyo-Wonosari Berdasarkan Data Mikropaleontologi di Bawah Jembatan Nglipar-Wonosari Desa Kedung Keris, Kec. Nglipar, Kab. Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta (Alexandra Sekar Tiurma Dewi)



ISSN: 1907-5995

analisis foraminifera bentonik, dapat diinterpretasikan bahwa pada daerah penelitian terjadi proses transgresi atau kenaikan muka air laut yang dapat dilihat dari keterdapatannya fosil bentonik bagian *bottom* adalah pada zona Neritik tengah dan semakin ke atas atau ke arah top memasuki zona Neritik luar. Pada daerah penelitian ditemukan jejak fosil berupa *cruziana* yang berada pada lapisan bagian tengah (*middle*) dengan jenis *planolites* yang menandakan daerah tersebut masuk dalam *sublittoral zone* (Gambar 7). Kenampakan jejak fosil di lapangan dicirikan dengan bentuk berliku – liku, berdinding halus hingga tidak beraturan dan pada dasarnya tidak berstruktur (Adolf Seilacher, 1967).



Gambar 7. Bathymetry of trace fossils, marine geology (Adolf Seilacher, 1967). Jejak fosil ditandai dengan kotak warna merah.

KESIMPULAN

listosen dan juga ditemukannya fosil *Pullenitiatina Obliquiloculata* berumur Miosen awal - Pliosen yang menandakan bahwa fosil ini terbawa dari Formasi yang lebih tua yaitu Formasi Wonosari. Sedangkan lingkungan pengendapan dari Formasi Oyo - Wonosari pada daerah penelitian yaitu Neritik tengah – Neritik luar.

Umur pada bagian *bottom* dan *middle* adalah pliosen - plistosen sedangkan pada *top* yaitu pliosen yang mana berarti umur pada bagian *top* lebih tua dari pada bagian *bottom* dan *middle*. Hal tersebut bisa terjadi karena adanya identifikasi sesar naik yang terdapat pada daerah bagian *top*, yang mana sesar tersebut juga diperkirakan sebagai salah satu faktor pemicu terbentuknya struktur sekunder berupa *slump*.

Pada daerah penelitian terdapat pula jejak fosil / *trace fossil cruziana* dengan jenis *planolites* (Adolf Seilacher, 1967) yang mana menunjukkan bahwa daerah tersebut masuk dalam zona *Sublittoral* dengan kedalaman 200 meter. Hal tersebut berbanding lurus dengan hasil analisis lingkungan pengendapan berdasarkan data foraminifera bentonik (Tipsword, 1966) masuk kedalam zona Neritik tengah - Neritik luar.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Institut Teknologi Nasional Yogyakarta (ITNY) dan penulis juga berterima kasih kepada teman-teman yang sudah berkontribusi dan berpartisipasi untuk pengambilan data

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Arif, N. W. A. A. T. Heriyad, M. R. D. Patra, dan N. Budrianto, "Analisis Korelasi Antara Porositas dan Fasies Batuan Karbonat (Studi Kasus di Formasi Wonosari dan Kubah Bayah)," *Jurnal Teknologi Technoscientia*, vol. 14, no. 1, pp. 36-40, 2021. doi: <https://doi.org/10.34151/technoscientia.v14i1.3612>
- [2] R. W. Van Bemmelen, *General Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagos: The Geology of Indonesia IA*, Delft: Martinus Nijhoff, 1949.
- [3] S. Bronto dan H. G. Hartono, *Panduan Ekskursi Geologi Kuliah Lapangan 2*, Yogyakarta: STTNAS, 2001.
- [4] S. U. Choiriah, R. Kurniawan, B. Prastistho, dan S. Surono, "Studi Nannofosil pada Satuan Batulempung Formasi Wungkal-Gamping Lintasan Watuprahu Bayat Klaten Jawa Tengah," *Proceedings Pit lagi Riau, The 35 th IAGI Annual Convention and Exhibition Pekanbaru, Riau*, 2006.

- [5] S. R. Habibie, "Geologi dan Studi Batubara pada Formasi Semilir Daerah Terbah, Kecamatan Patuk, Kabupaten Gunung Kidul, Provinsi DI Yogyakarta," *Jurnal Ilmiah Geologi Pangea*, vol. 3, no. 2, pp. 91-101, 2021. doi: <https://doi.org/10.31315/jigp.v3i2.5173>
- [6] D. Kurniawan dan D. Tania, "Studi Fasies dan Stratigrafi Batuan Karbonat Formasi Wonosari Desa Ponjong, Kecamatan Ponjong, Kabupaten Gunungkidul, DIY," *Jurnal Teknomineral*, vol. 1, no. 1, pp. 44-55, 2019.
- [7] S. Maryanto, "Sedimentologi dan Diagenesis Batugamping Formasi Wonosari di Ngrijang Sengon, Pacitan, Jawa Timur," *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, vol. 16, no. 4, pp. 213-229, 2017. doi: <https://doi.org/10.33332/jgsm.geologi.v16i4.33>
- [8] D. Mulyadi dan M.S. Siregar, "Fasies dan Diagenesa Formasi Gamping-Wungkal di Daerah Bayat, Klaten Jawa Tengah," *Jurnal Teknologi Technoscientia*, vol. 12, no. 2, pp. 204-211, 2019. doi: <https://doi.org/10.34151/technoscientia.v0i0.2007>
- [9] A. A. Pangestu dan D. A. Wiloso, "Petrografi Karakteristik Batupasir Formasi Gamping Wungkal Implikasi untuk Provenan, Diagenesis, dan Proses Pengendapan, Formasi Gamping Wungkal, Kecamatan Bayat, Kabupaten Klaten, Provinsi Jawa Tengah," *Jurnal Teknologi Technoscientia*, vol. 12, no. 1, pp. 37-48, 2019. doi: <https://doi.org/10.34151/technoscientia.v12i1.1844>
- [10] R. A. Prabowo, B. S. Astuti, dan A. H. F. Rizqi, "Analisis Fasies Batugamping Pada Satuan Kalkarenit Oyo dan Wonosari, Kecamatan Ngawen, Kabupaten Gunungkidul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta," *Geoda*, vol. 2, no. 2, pp.1-12, 2021.
- [11] Press UGM, "Belajar Petrologi Secara Mandiri," Yogyakarta: UGM Press, 2021.
- [12] W. Rahardjo, S. Rumidi, dan H. M. D. Rosidi, "Peta Geologi Lembar Yogyakarta, Skala 1:100.000," Geological Survey of Indonesia, 1977, pp. 1-15.
- [13] D. Rahmawati, D. H. Barianto, dan W. Rahardjo, "Analisis Mikrofasies Batugamping Formasi Wungkal-Gamping Jalur Padasan, Gunung Gajah, Bayat, Klaten, Jawa Tengah," *Jurnal Teknik Geologi : Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, vol. 5, no. 1, pp. 1-8, 2022. doi: <http://dx.doi.org/10.30872/jtg.v5i1.8065>
- [14] A. Seilacher, "Bathymetry of Trace Fossils," *Marine Geology*, vol. 5, pp. 413-428, 1967. doi: 10.1016/0025-3227(67)90051-5
- [15] Surono, "Lithostratigrafi Pegunungan Selatan Bagian Timur Daerah Istimewa Yogyakarta dan Jawa Tengah," *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, vol. 19, no. 3, pp. 209-221, 2009. doi: <https://doi.org/10.33332/jgsm.geologi.v19i3.206>
- [16] D. Tania, "Studi Fasies dan Lingkungan Pengendapan Batuan Karbonat, Formasi Wonosari, pada Situs Goa Jepang, Daerah Pesisir Parangtritis, Desa Seloharjo, Kecamatan Pundong, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta," *Jurnal Teknologi Technoscientia*, vol. 10, no. 1, pp. 18-24, 2017, doi: <https://doi.org/10.34151/technoscientia.v10i1.79>
- [17] D. Tania, "Perkembangan Lingkungan Pengendapan dari Formasi Sambipitu ke Formasi Wonosari Daerah Jelok, Desa Beji, Kecamatan Patok, Kabupaten Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta," *Jurnal Teknologi Technoscientia*, vol. 11, no. 2, pp. 193-201, 2018. doi: <https://doi.org/10.34151/technoscientia.v11i2.1252>
- [18] H. L. Tipson, F. M. Setzer, dan F. L. Smith, "Interpretation of Depositional Environment in Gulf Coast Petroleum Exploration from Paleocology and Related Stratigraphy," *Gulf Coast Association of Geological Societies Transactions*, vol. 16, pp. 119-130, 1966.
- [19] H. D. K. Wijayanti, "Stratigrafi Kontak Formasi Semilir dan Ngglangran Pada Jalur Pilangrejo, Nglipar, Gunung Kidul," *JGE (Jurnal Geofisika Eksplorasi)*, vol. 8, no. 2, pp. 137-15, 2022. doi: <https://doi.org/10.23960/jge.v8i2.202>