

	Bulletin of Scientific Contribution GEOLOGY Fakultas Teknik Geologi UNIVERSITAS PADJADJARAN homepage: http://jurnal.unpad.ac.id/bsc p-ISSN: 1693-4873; e-ISSN: 2541-514X	 Volume 23, No.1 April 2025
---	---	---

STUDI BATUGAMPING BERDASARKAN KANDUNGAN FORAMINIFERA BESAR DI DAERAH CIRACAP, KABUPATEN SUKABUMI, PROVINSI JAWA BARAT, INDONESIA

Natha Nuel Silalahi¹, Santi Dwi Pratiwi¹, Aton Patonah¹

¹Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran

Jl. Ir. Soekarno KM 21 Jatinangor, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat 45363, Indonesia

* korespondensi: santi.dwi.pratiwi@unpad.ac.id

ABSTRACT

This study area is geographically located at coordinates 106° 28'0" E - 106° 30' 30" E and 7° 18'30" S - 7° 21' 0" S, Ciracap District, Sukabumi Regency, West Java Province. Focus of this study was limestone of Cibodas Formation in Ciracap area using large benthonic foraminifera analysis with the aim to analyze the correlation between limestone type and abundance of large foraminifera. The research methods used were field observation, including cross-sectional measurements, and petrographic analysis. This research shows that there are two different lithologies found in the Cibodas Formation, namely Packstone and Grainstone. In addition, from the results of petrographic observations, 12 species of large foraminifera were identified. After determination the age, it was found that the age of the limestone of the Cibodas Formation is in the range of Tf3-Th (Late Miocene-Early Pliocene). Based on data analysis, it can be concluded that the abundance of foraminifera is significantly higher in packstone limestone compared to grainstone. Packstone formed in a quiet, low-energy environment, with considerable mud content. These muds are rich in nutrients, thus favoring the life and preservation of large foraminifera while grainstone formed in a high-energy environment with strong currents and waves that inhibit mud accumulation and are less favorable for the preservation of large benthonic foraminifera. The depositional environment is from the reef to forereef shelfzone.

Keywords: Ciracap, Cibodas Formation, Large Foraminifera, Packstone, Grainstone, Reef

ABSTRAK

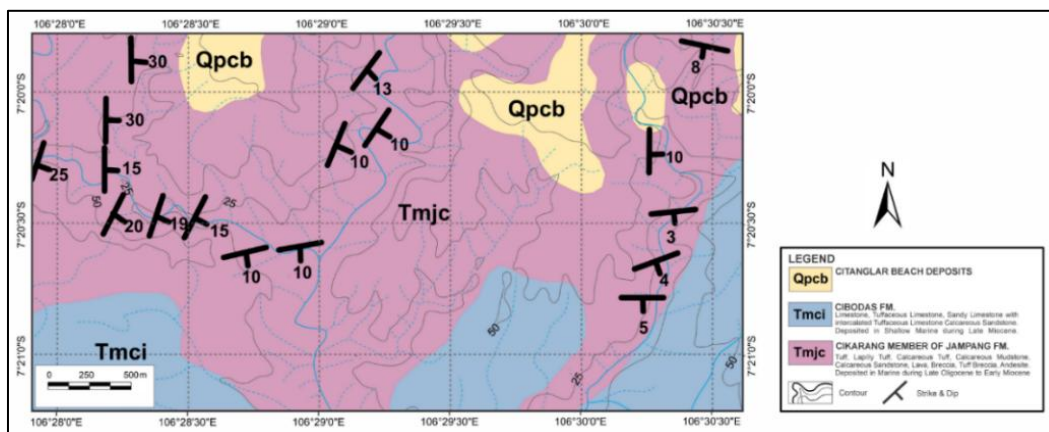
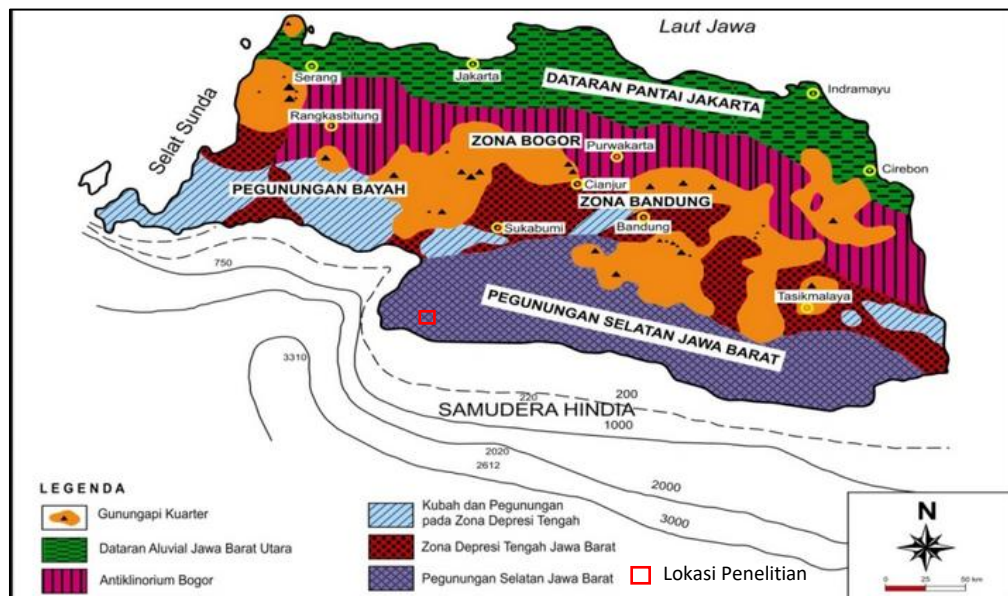
Daerah penelitian secara geografis terletak pada koordinat 106°28'0" BT - 106°30'30" BT dan 7°18'30" LS - 7°21'0" LS, Kecamatan Ciracap, Kabupaten Sukabumi, Provinsi Jawa Barat. Fokus penelitian ini adalah Batugamping Formasi Cibodas di daerah Ciracap dengan menggunakan analisis foraminifera bentonik besar dengan tujuan untuk menganalisis korelasi antara jenis batugamping dengan kelimpahan foraminifera besar. Metode penelitian yang digunakan adalah observasi lapangan, termasuk pengukuran penampang, dan analisis petrografi. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat dua litologi yang berbeda yang ditemukan pada Formasi Cibodas, yaitu Packstone dan Grainstone. Selain itu, dari hasil pengamatan petrografi, ditemukan 12 spesies foraminifera besar yang dapat diidentifikasi. Setelah dilakukan penarikan umur, didapatkan umur batugamping Formasi Cibodas berada pada kisaran Tf3-Th (Miosen Akhir-Pliosen Awal). Berdasarkan analisis data, dapat disimpulkan bahwa kelimpahan foraminifera secara signifikan lebih tinggi pada batugamping packstone dibandingkan dengan grainstone. Packstone terbentuk di lingkungan yang tenang dan berenergi rendah, sehingga mengandung lumpur yang cukup banyak. Lumpur ini kaya akan nutrisi, sehingga mendukung kehidupan dan pelestarian foraminifera besar sedangkan grainstone terbentuk di lingkungan energi tinggi dengan arus dan gelombang kuat yang menghambat akumulasi lumpur serta kurang mendukung untuk pelestarian foraminifera bentonik besar. Lingkungan pengendapan berada di zona terumbu hingga *forereef shelf*.

Kata Kunci: Ciracap, Formasi Cibodas, Foraminifera Besar, Packstone, Grainstone, Terumbu

PENDAHULUAN

Geologi Pulau Jawa merupakan hasil interaksi yang kompleks antar lempeng tektonik yang menghasilkan formasi batuan dengan karakteristik yang (Van Bemmelen, 1949). Hutchison (1989) menegaskan bahwa wilayah selatan Jawa memiliki sejarah geologi yang sangat dinamis, dengan proses sedimentasi dan penunjaman yang terus menerus terjadi di sepanjang zona subduksi. Kompleksitas geologi ini menjadikan Indonesia sebagai salah satu wilayah yang paling menarik di dunia dalam hal sejarah geologi, dengan catatan perubahan lingkungan dan proses pembentukan batuan yang sangat beragam. Salah satu contoh daerah di Indonesia yang memiliki keanekaragaman tersebut adalah Sukabumi yang merupakan bagian dari kawasan Ciletuh Palabuhanratu UGG. Menurut UNESCO (2018) Ciletuh Palabuhanratu UGG dapat digambarkan sebagai tanah pertama di Pulau Jawa bagian barat. Kabupaten Sukabumi yang terletak di Provinsi Jawa Barat, merupakan salah satu daerah yang memiliki

karakteristik geologi yang unik (Gambar 1). Secara geografis, daerah ini memiliki topografi yang beragam, mulai dari dataran rendah hingga perbukitan, dengan kondisi geologi yang dipengaruhi oleh aktivitas tektonik yang kompleks di sepanjang zona subduksi selatan Pulau Jawa. Kondisi ini menjadikan Sukabumi sebagai salah satu lokasi ideal di Indonesia untuk mempelajari geologi, terutama dalam memahami sejarah pembentukan batuan dan lingkungan masa lampau. Penelitian mengenai aspek stratigrafi dan paleontologi di daerah Ciracap sudah banyak dilakukan, tetapi analisis petrografi secara rinci yang dikaitkan dengan kelimpahan mikrofosil pada Formasi Cibodas masih terbatas. (Rinaldi dkk., 2023; Pratiwi dkk., 2024). Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan interpretasi spesies foraminifera yang ada di batugamping, sehingga penelitian ini dapat memberikan data mengenai hubungan antara kelimpahan foraminifera besar dan jenis litologi dari Formasi Cibodas di daerah Ciracap, Sukabumi.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

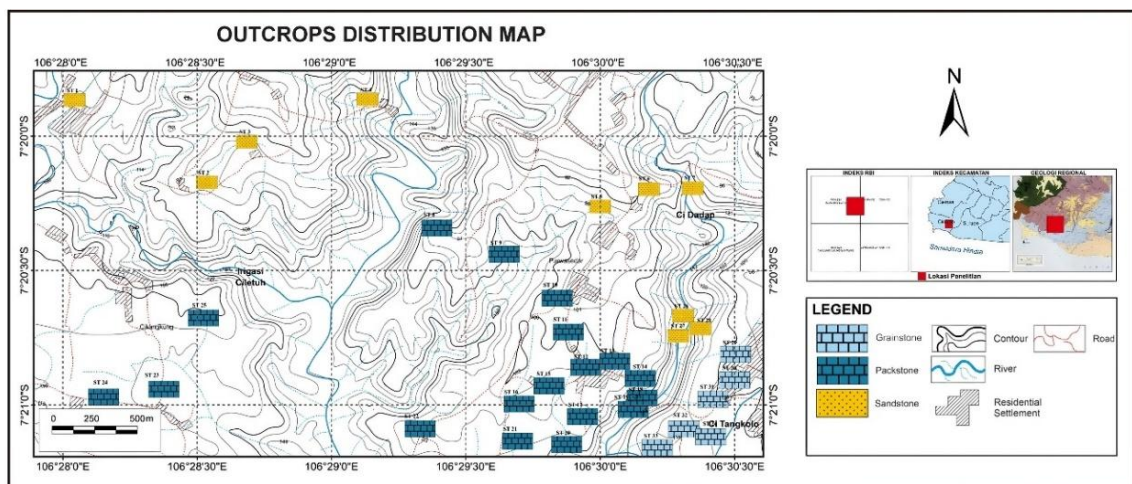
METODE PENELITIAN

Objek penelitian ini adalah batugamping dan foraminifera bentonik besar, dengan tahapan awal yaitu observasi lapangan, pengukuran penampang stratigrafi dan pembuatan peta sebaran titik pengamatan. Tahap selanjutnya adalah pengambilan sampel untuk analisis laboratorium. Terdapat dua sampel untuk analisis petrografi yang dilakukan di laboratorium petrologi dan mineralogi FTG Unpad untuk mengidentifikasi struktur, tekstur serta komposisi batuan pada sayatan tipis dengan identifikasi nama batuan berdasarkan klasifikasi Dunham (1962). Analisis selanjutnya adalah menganalisis spesies foraminifera bentonik besar yang terbagi menjadi dua tahapan, yaitu:

1. Analisis umur dilakukan dengan menggunakan sistem zonasi klasifikasi dari van der Vlerk dan Umbgrove (1972) serta Lunt & Allan (2004), yang memungkinkan penentuan umur geologi berdasarkan kehadiran dan distribusi foraminifera.
2. Analisis lingkungan pengendapan yang mengacu pada klasifikasi BouDagher-Fadel (2008), dengan fokus pada interpretasi lingkungan purba.

HASIL

Singkapan batugamping di daerah penelitian memiliki ketebalan rata-rata 4 meter dan dari hasil pemetaan lapangan diperoleh 24 stasiun pengambilan sampel batugamping (Gambar 2).



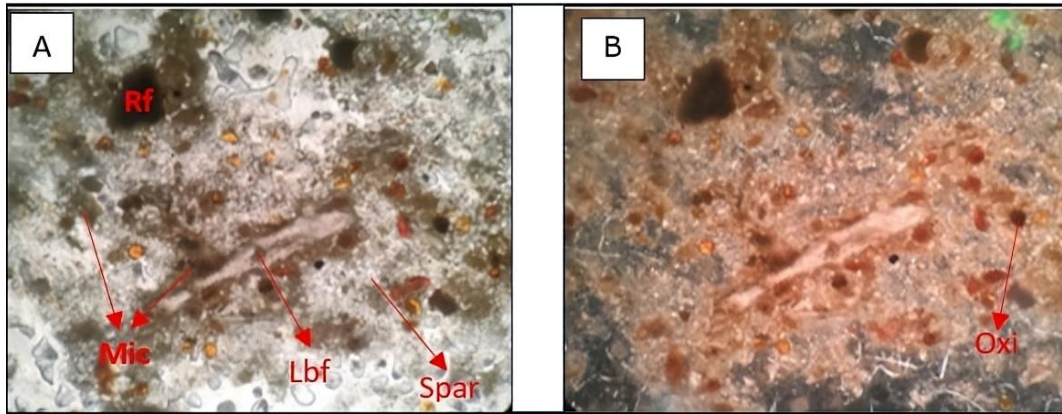
Gambar 2. Posisi geografis pengambilan sampel pada daerah penelitian

Dari data lapangan yang telah diperoleh, terdapat dua jenis batugamping di daerah penelitian. Berikut adalah penjelasannya secara lebih rinci.

1. Packstone

Secara megaskopis, batugamping umumnya memiliki warna segar putih kekuningan, dan warna lapuk kuning kecoklatan, ukuran butirnya kalkarenit, membundar tanggung hingga membundar, keseragaman butirnya buruk, kemas tertutup (*grain-supported*), dan memiliki kekerasan getas hingga kompak. Ditemukan beberapa fragmen cangkang moluska seperti pelecypoda dan gastropoda. Berdasarkan ukuran butirnya, batuan ini bernama batugamping kalkarenit (Grabau, 1904). Secara mikroskopis, sayatan batuan menunjukkan komponen penyusun yang tidak terikat satu sama lain, *grain-supported* dengan persentase dari matriks yang hadir sekitar 33%, berupa lumpur

karbonat (mikrit). Semen perekat yang hadir berupa sparit kalsit (5%). Fragmen penyusunnya meliputi skeletal (55%) seperti foraminifera bentonik, foraminifera planktonik, ganggang, koral, beberapa cangkang moluska seperti pelecypoda dan gastropoda, bryozoa, dan fosil cangkang lainnya sebagai butiran bioklas. Butir karbonat non-skeletal (2%) berupa peloid dalam jumlah yang sangat kecil, serta mineral terigen (5%), meliputi kuarsa, opak, dan oksida besi. Foraminifera bentonik besar yang dapat diamati diantaranya *Amphistegina* sp., *Paleonummulites* sp., *Alveolina bosci*, *Miogyopsina* sp., *Cycloclypeus* sp., *Alanlordia* sp., *Nummulites fachteli*, *L. (Trybliolepidina)* sp., *Operculina* sp. Berdasarkan teksturnya, batuan ini dikategorikan sebagai *packstone* (Dunham, 1962).

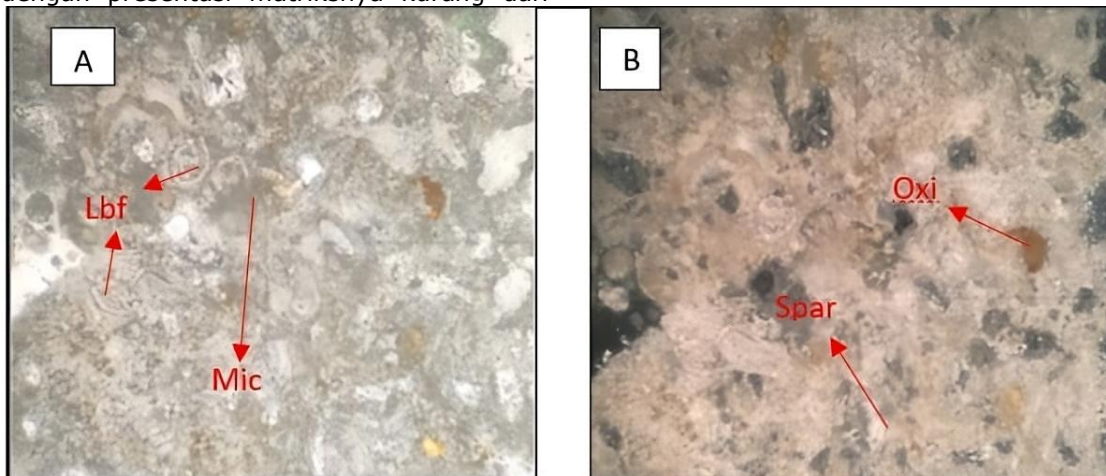


Gambar 3. Fotomikrograf dari packstone yang diambil pada stasiun 24 (Rf = Fragmen Batuan, Mic = Mikrit, Spar = Sparit, Oxi = Oksida, Lbf = Foraminifera Bentonik Besar. (A) //Nikol (B) X-Nikol)

2. Grainstone

Secara megaskopis, batuan ini memiliki warna segar putih dengan warna lapuk kuning kecoklatan, bertekstur sedang dengan ukuran butirnya kalkarenit, membundar tanggung, keseragaman butirnya buruk, dan kemas tertutup (*grain-supported*), dan memiliki kekerasan getas hingga kompak. Ditemukan beberapa fragmen cangkang moluska seperti pelecypoda dan gastropoda. Berdasarkan ukuran butirnya, batuan ini bernama batugamping kalkarenit (Grabau, 1904). Lebih lanjut lagi, berdasarkan analisis petrografi (Gambar 4), batuan ini menunjukkan komponen penyusun yang tidak terikat satu sama lain, grain supported dengan presentasi matriksnya kurang dari

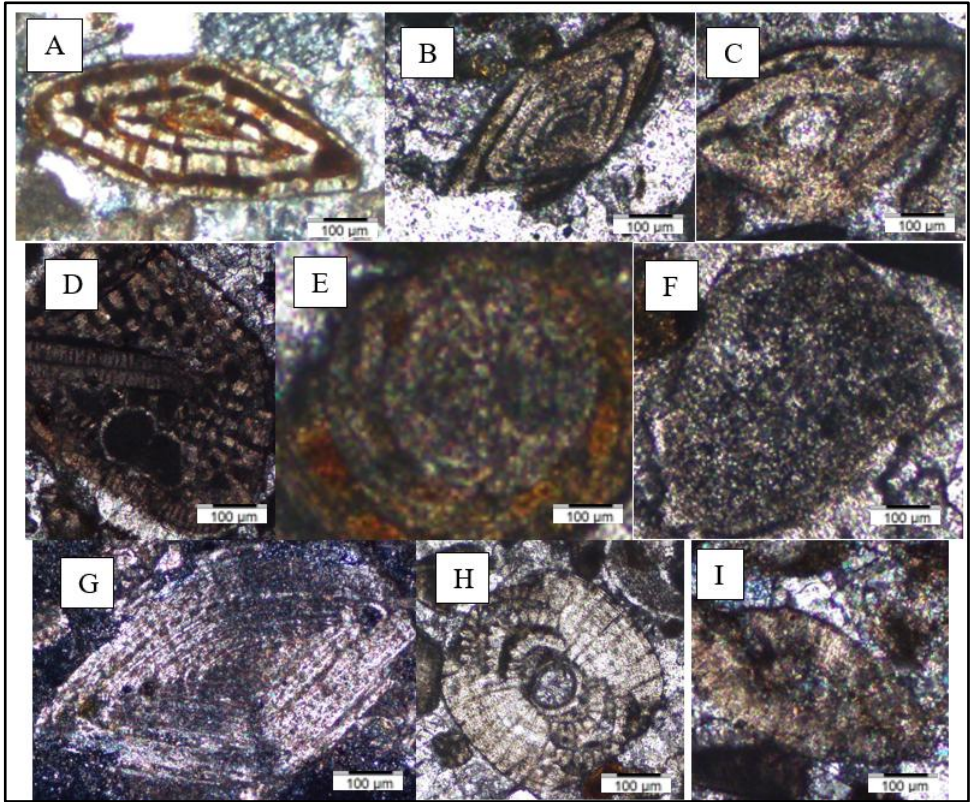
10% berupa mikrit. Sparit kalsit hadir sebagai semen perekat (6%). Fragmen penyusunnya (allochems) meliputi fragmen kerangka/skeletal (80%) berupa foraminifera bentonik, foraminifera planktonik, dan ganggang, serta mineral pengotor (5%) seperti oksida besi. Sebagian besar material bioclast (seperti foraminifera besar) telah mengalami mikritisasi dan replacement menjadi mikrospar dan kalsit. Foraminifera bentonik besar yang dapat diamati diantaranya *Alveolina subovata*., *Miogypsinoides* sp. dan *Lepidocyclina* sp. Berdasarkan teksturnya, batuan ini dikategorikan sebagai *grainstone* (Dunham, 1962).



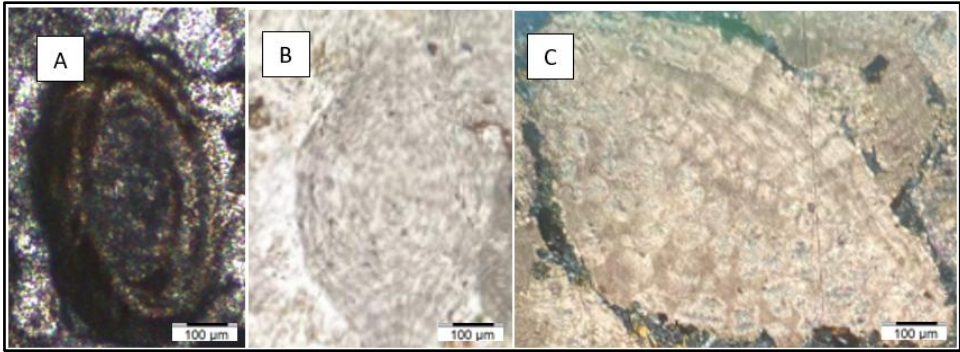
Gambar 4. Fotomikrograf dari grainstone yang diambil pada stasiun 30 (Mic = Mikrit, Spar = Sparit, Oxi = Oksida, Lbf = Foraminifera Bentonik Besar. (A) //Nikol (B) X-Nikol)

Berdasarkan analisis petrografi yang telah dilakukan, terdapat beberapa spesies foraminifera bentonik besar yang ditemukan

pada sayatan tipis batugamping packstone dan batugamping grainstone (Gambar 5 dan 6).



Gambar 5. (A) *Amphistegina* sp., (B) *Paleonummulites* sp., (C) *Alveolina bosci*, (D) *Miogypsina* sp., (E) *Cycloclypeus* sp., (F) *Alanlordia* sp., (G) *Nummulites fachteli*, (H) *L. (Trybliolepidina)* sp., (I) *Operculina* sp. (pada sayatan tipis packstone)



Gambar 6. (A) *Alveolina subovata*, (B) *Miogypsinoidea* sp., (C) *Lepidocyclina* sp. (pada sayatan tipis grainstone)

Analisis Umur Batugamping

Berdasarkan hasil analisis foraminifera besar dan menggunakan sistem klasifikasi zonasi umur oleh Van Der Vlerk dan Umbgrove (1972) (Tabel 1), dan Lunt (2004) (Tabel 2),

maka dapat diinterpretasikan bahwa batugamping di lokasi penelitian pada Formasi Cibodas diendapkan pada kisaran waktu Tf-Th atau sekitar Miosen Akhir hingga Pliosen Awal.

Tabel 1. Penentuan umur batugamping dengan foraminifera bentonik besar (Leupold & Van der Vlerk, 1931)

Foraminifera Bentonik Besar	Umur								
	Ta1	Ta2	Tb	Tc	Td	Te	Tf	Tg	Th
	Paleogen	Eocene		Oligocene			Miocene		Pliocene
<i>Amphistegina</i> sp. (d'Orbigny, 1826)									
<i>Paleonummulites</i> sp. (Schubert, 1908)									
<i>Alveolina boscii</i>									

(De Gregorio, 1894)									
<i>Miogypsina</i> sp.									
(Sacco, 1893)									
<i>Cycloclypeus</i> sp.									
(W.B Carpenter, 1856)									
<i>Alanlordia</i> sp.									
(Banner&Samuel, 1995)									
<i>Nummulites fichteli</i>									
(Michelotti, 1841)									
<i>L. (Trybliolepidina)</i> sp.									
(Van Der Vlerk, 1928)									
<i>Operculina</i> sp.									
(d'Orbigny, 1826)									
<i>Alveolina subovata</i>									
(Wan, 1990)									
<i>Myogipsinoides</i> sp.									
(Yabe&Hanzawa, 1928)									
<i>Lepidocyclina</i> sp.									
(H. Douville, 1911)									

Tabel 2. Penentuan umur batugamping dengan foraminifera bentonik besar (Lunt, P & T. Allan, 2004)

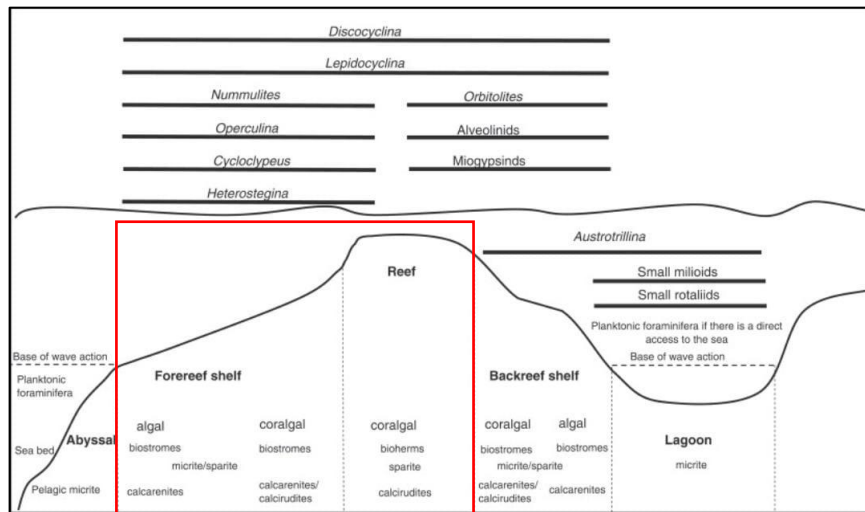
Foraminifera Bentonik Besar	Umur								
	Te1	Te2-3	Te4	Te5	Tf1	Tf2	Tf3	Th	Q
	Paleogen	Eocene		Oligocene			Miocene	Pliocene	Kuarter
<i>Amphistegina</i> sp.									
(d'Orbigny, 1826)									
<i>Paleonummulites</i> sp.									
(Schubert, 1908)									
<i>Alveolina bosci</i>									
(De Gregorio, 1894)									
<i>Miogypsina</i> sp.									
(Sacco, 1893)									
<i>Cycloclypeus</i> sp.									
(W.B Carpenter, 1856)									
<i>Alanlordia</i> sp.									
(Banner&Samuel, 1995)									
<i>Nummulites fichteli</i>									
(Michelotti, 1841)									
<i>L. (Trybliolepidina)</i> sp.									
(Van Der Vlerk, 1928)									
<i>Operculina</i> sp.									
(d'Orbigny, 1826)									
<i>Alveolina subovata</i>									
(Wan, 1990)									
<i>Myogipsinoides</i> sp.									
(Yabe&Hanzawa, 1928)									
<i>Lepidocyclina</i> sp.									
(H. Douville, 1911)									

Penentuan Lingkungan Pengendapan

Penentuan lingkungan pengendapan batugamping di daerah penelitian didasarkan pada analisis yang mengacu pada klasifikasi BouDagher-Fadel (2008) (Gambar 7). Fosil foraminifera besar yang dapat ditemukan dari observasi mikroskopik terdiri dari genera yang beragam yaitu *Miogypsina*, *Alveolina*

dan *Amphistegina* yang memberikan petunjuk penting tentang kondisi masa lampau daerah Ciracap. Secara litologi, daerah penelitian didominasi oleh keberadaan alga dan karang. Kombinasi karakteristik ini menunjukkan bahwa pengaruh lingkungan berkisar dari zona terumbu hingga zona *forereef shelf*.

Perubahan dinamis pada lingkungan dipengaruhi oleh perubahan permukaan laut pengendapan ini secara signifikan sepanjang sejarah geologi wilayah tersebut.



Gambar 7. Lingkungan Pengendapan pada daerah penelitian (Boudagher-Fadel, 2008)

PEMBAHASAN

Dalam sedimentologi karbonat, kelimpahan foraminifera bentonik besar dipengaruhi signifikan oleh kandungan lumpur karbonat dalam batuan. Menurut klasifikasi Dunham, packstone merupakan batuan karbonat grain-supported dengan matriks lumpur signifikan ($>10\%$), sedangkan grainstone adalah batuan karbonat grain-supported dengan sedikit atau tanpa matriks lumpur. Jenis substrat berperan krusial terhadap distribusi foraminifera bentonik (Murray, 2006), dengan banyak spesies menunjukkan preferensi pada substrat berlumpur (Renema, 2018). Packstone terbentuk pada lingkungan berenergi rendah hingga sedang yang relatif tenang, memungkinkan pengendapan lumpur karbonat. Kondisi tenang ini menciptakan habitat stabil yang ideal bagi perkembangan foraminifera bentonik besar. Sebaliknya, grainstone terbentuk pada lingkungan berenergi tinggi dengan arus kuat yang mencegah pengendapan lumpur, dan berefek pada kondisi substrat yang kurang optimal bagi kebanyakan spesies foraminifera bentonik besar. Lumpur karbonat sering kali mengandung konsentrasi bahan organik yang lebih tinggi, yang merupakan sumber makanan penting bagi organisme foraminifera bentonik. Ketersediaan makanan dan kondisi oksigen merupakan dua faktor utama yang menentukan mikrohabitat foraminifera bentonik. Sedimen yang lebih halus seperti yang ditemukan dalam packstone cenderung menjebak lebih banyak bahan organik yang dapat dimanfaatkan oleh foraminifera bentonik besar (Jorissen dkk., 1995). Hasil pengamatan sayatan tipis batuan mengkonfirmasi teori ini yaitu 9 spesies foraminifera bentonik besar

ditemukan pada packstone, dan hanya 3 spesies pada grainstone. Hasil analisis ini menunjukkan bahwa pada packstone kaya lumpur karbonat yang terbentuk di lingkungan tenang, sehingga dapat menyediakan habitat lebih optimal bagi foraminifera bentonik besar dibandingkan dengan grainstone yang miskin lumpur, dan terbentuk di lingkungan berenergi tinggi.

KESIMPULAN

Hasil analisis menunjukkan bahwa kelimpahan foraminifera lebih tinggi pada batugamping packstone dibandingkan batugamping grainstone. Hal ini disebabkan oleh perbedaan lingkungan pembentukan kedua batuan tersebut. Batugamping packstone terbentuk pada lingkungan berenergi rendah dan relatif tenang, dengan kandungan lumpur yang cukup banyak. Lumpur tersebut kaya akan nutrisi yang mendukung kehidupan dan pelestarian foraminifera besar. Sebaliknya, batugamping grainstone terbentuk pada lingkungan berenergi tinggi dengan arus dan gelombang yang kuat. Kondisi ini menghambat akumulasi lumpur dan kurang mendukung pelestarian foraminifera besar, sehingga kelimpahannya lebih rendah dibandingkan pada batugamping packstone. Hasil analisis foraminifera bentonik besar yang telah dilakukan mengidentifikasikan bahwa batugamping pada daerah penelitian memiliki kisaran umur Tf3-Th (Miosen Akhir - Pliosen Awal). Selain itu, dari beberapa genus foraminifera bentonik besar yang telah didapatkan, dapat disimpulkan bahwa lingkungan pengendapan batugamping berada pada zona terumbu hingga *foreereef shelf*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian rekonstruksi umur geologi daerah Ciletuh Palabuhanratu UGG dalam skema riset HIU Riset Kompetensi Dosen Unpad (RKDU) UNPAD 2024. Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada rekan-rekan kami atas bantuan teknis selama pengambilan data di lapangan, dan diskusi selama penelitian ini.

REFERENSI

- Adam, D., 1970. Biostratigraphy of Large Foraminifera from Indonesia. Contribution of Geological Research and Development Center 35, 1-45.
- Bathurst, R.G.C., 1975. Carbonate sediments and their diagenesis. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.
- Brasier, M.D., 1980. Mikrofosil. George Allen & Unwin, London.
- BouDagher-Fadel, M.K., 2008. Biology and evolutionary history of larger benthic foraminifera. *Developments in palaeontology and stratigraphy* 21, 1-37.
- BouDagher-Fadel, M.K., 2018. Evolution and geological significance of larger benthic foraminifera. UCL Press, London.
- Dunham, R.J., 1962. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In: Ham, W.E. (Ed.), *Classification of Carbonate Rocks*. American Association of Petroleum Geologists Memoir 1, 108-121.
- Flügel, E., 2010. *Microfacies of Carbonate Rocks: Analysis, Interpretation and Application*. Springer-Verlag, Berlin.
- Folk, R.L., 1974. *Petrology of sedimentary rocks*. Hemphill Publishing Company, Austin.
- Hallock, P., Glenn, E.C., 1986. The larger foraminifera: A tool for paleoenvironmental analysis of marine deposits. *Palaios* 1, 55-64.
- Hutchison, C.S., 1989. *The geological evolution of Southeast Asia*. Clarendon Press, Oxford.
- Jorissen, F.J., de Stigter, H.C., Widmark, J.G.V., 1995. A conceptual model explaining benthic foraminiferal microhabitats. *Marine Micropaleontology* 26 (1-4), 3-15.
- Knoerich, A.C., Mutti, M., 2006. Epitaxial calcite cements in Earth history: a cooler-water phenomenon during aragonite-sea times? *Geological Society of London, Special Publications* 255, 323-335.
- Lunt, P., Allan, T., 2004. Geologic development of the Southeast Asian basin. *Asian Journal of Earth Sciences* 23, 347-370.
- Melim, L.A., Westphal, H., Swart, P.K., Eberli, G.P., Munnecke, A., 2002. Questioning carbonate diagenetic paradigms: evidence from the Neogene of the Bahamas. *Marine Geology* 185, 27-53.
- Murray, J.W., 2006. *Ecology and Applications of Benthic Foraminifera*. Cambridge University Press.
- Pratiwi, S. D., Nurdijat, N., Pratiwy, F. M., Chiyonobu, S., 2024. Calcareous nannofossil assemblages and age determination in Leuwi Kenit, Ciletuh Palabuhanratu Geopark, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity* 25, 1895-1899.
- Renema, W., 2018. Terrestrial influence as a key driver of spatial variability in large benthic foraminiferal assemblage composition in the Central Indo-Pacific. *Earth-Science Reviews*, 177, 514-544.
- Rinaldi, D. R., Pratiwi, S. D., Rosana, M. F., 2023. Karakteristik Petrologi dan Petrografi Satuan Batugamping Terumbu dan Batupasir Karbonatan Pada Formasi Cibodas Daerah Pasiripis dan Sekitarnya, Kabupaten Sukabumi, Provinsi Jawa Barat. *Padjadjaran Geoscience Journal* 7, 1749-1756.
- Supardi, N., Rahmawati, S.A., 2022. Biostratigrafi Batugamping berdasarkan kandungan foraminifera besar di daerah Donggala, Sulawesi Tengah. *Jurnal Geoelebes*, 47-55.
- Tucker, M.E., Wright, V.P., 1990. *Carbonate Sedimentology*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Van Bemmelen, R.W., 1949. *The geology of Indonesia*. Government Printing Office, The Hague.
- Wilson, J.L., 1975. *Carbonate Facies in Geologic History*. Springer-Verlag, New York.