

Identifikasi Umur Batupasir Formasi Bentang di Pangandaran Berdasarkan **Sebaran Calcareous Nannofossi**

Santi Dwi Pratiwi^{1*}, Vijaya Isnaniawardhani¹, Tokiyuki Sato²

¹Departemen Geologi Sains, Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran
Jl. Ir. Soekarno Km.21 Jatinangor, Kab. Sumedang 45363, Jawa Barat

²Faculty of International Resource Sciences, Akita University, Jepang
1-1 Tegatagakuenmachi, Akita, 010-8502, Jepang

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

ABSTRAK

Jawa Barat Indonesia diengaruhi oleh sirkulasi South Equatorial Countercurrent (SECC), South Indian Ocean Countercurrent (SICC) dan Southwest Monsoon Current (SMC). Sebanyak 15 sampel yang tersusun dari batupasir dengan semen karbonat dalam berbagai ukuran butir dari Formasi Bentang daerah Babakan Kabupaten Pangandaran dianalisis untuk pengamatan mikroskopis dan penentuan umur berdasarkan kumpulan nanofosil berkapur untuk penelitian ini. Sisipan batulempung sesekali muncul di antara batupasir di bagian selatan lokasi pengambilan sampel. Kumpulan nanofosil berkapur umumnya banyak hingga sedikit dan preservation sampelnya moderate hingga baik. Kerangka biostratigrafi terdiri dari 5 (lima) peristiwa Zonal berdasarkan kemunculan 21 spesies nanofosil berkapur. Lebih khusus lagi, interval umur pada Formasi Bentang daerah Pangandaran berkorelasi pada Miosen Akhir yaitu dari Zona NN8 hingga Zona NN11. Lima spesies datum nanofosil yaitu terdiri dari kemunculan akhir *Coccolithus miopelagicus* (Zona 10.613 Ma atau NN8); kemunculan awal *Discoaster hamatus* (10,541 Ma) dan kemunculan akhir *Discoaster hamatus* (9.560 Ma) atau Zona NN9-NN10; kemunculan awal *Discoaster berggrenii* (NN11/NN10); dan atas interval *Reticulofenestra* kecil (7.167 Ma atau NN11 Zone). Dominasi *Reticulofenestra* kecil di Zona NN11 menunjukkan korelasi positif dengan kelimpahan produktivitas coccolith di Formasi Bentang.

Kata Kunci: Formasi Bentang, Calcareous Nannofossils Assemblages, Miosen Akhir Pangandaran

ABSTRACT

West Java of Indonesia is influenced by the South Equatorial Countercurrent (SECC), South Indian Ocean Countercurrent (SICC) and Southwest Monsoon Current (SMC) circulation. A total of 15 samples composed of sandstones with carbonate cement in various grain sizes from Bentang Formation in the Babakan area of Pangandaran regency were analyzed for microscopic observation and age determination based on the calcareous nannofossil assemblages for this study. Claystone inserts occasionally appear between these sandstones in the southern part of the sampling location. The calcareous nannofossils assemblages are generally common to few and preservation of sample is moderate to good. The biostratigraphic framework consisting of 5 (five) Zonal events based on the occurrences of 21 species of calcareous nannofossil. More specifically, an age interval at Bentang Formation of Pangandaran area was correlated for the Late Miocene from NN8 Zone to NN11 Zone. Five nannofossil datum species are consist of last occurrence of *Coccolithus miopelagicus* (10.613 Ma or NN8 Zone); first occurrence *Discoaster hamatus* (10.541 Ma) and last occurrence of *Discoaster hamatus* (9.560 Ma) or NN9-NN10 Zone; first occurrence of *Discoaster berggrenii* (NN11/NN10); and top of small *Reticulofenestra* interval (7.167 Ma or NN11 Zone). The dominance of small *Reticulofenestra* at NN11 Zone shows a positive correlation with abundance of coccolith productivity in Bentang Formation.

Keywords : Bentang Formation, Calcareous Nannofossils Assemblages, Late Miocene, Pangandaran

PENDAHULUAN

Nannofossil atau coccolithophores, sekelompok alga bersel tunggal (protista haptofit) dari fitoplankton yang menghasilkan elemen berkapur melalui biomineralisasi dan menjadi bagian penting dari komunitas plankton laut pada sedimen sejak Mesozoikum hingga Kuartar untuk korelasi biostratigrafi regional dan dunia. Pentingnya nanofosil berkapur dalam penanggalan relative dating dari sedimen laut adalah karena kelimpahannya (jutaan spesimen per gram sedimen yang mengandung karbonat), keragaman taksonomi, evolusi cepat, distribusi luas di lingkungan laut dan potensi **preservation** yaitu sedikit kurang rentan terhadap dissolution dari Foraminifera Planktonik (Raffi dan Backman, 2022). Sejak 70 tahun lalu telah banyak penelitian terkait studi umur, paleoseanografi, dan **paleoekologi juga Cenozoic calcareous nannofossil biostratigraphy** (~~misalnya~~, McIntyre, 1967; Haq dan Lohmann, 1976; Wei dkk., 1992; Winter dkk., 1994; Wade dan Bown, 2006; Villa dkk., 2008; Farida dkk., 2012; Sato dan Chiyonobu, 2013; Sato dkk., 2014; Pratiwi dkk., 2016; Imai dkk., 2020; Young dkk., 2021). Perbedaan pola distribusi geografis kumpulan nanofosil berkapur dalam catatan sedimen dipengaruhi oleh kondisi massa air permukaan laut dan dipengaruhi oleh peristiwa iklim global. Berdasarkan Supriatna, dkk. (1992) Formasi Bentang, Pangandaran, Jawa Barat tersusun atas batupasir gampingan, batupasir tufan, dengan sisipan serpih, dan lensa-lensa batugamping, pada beberapa bagian ditemukan tuff. Terendapkan tidak selaras di atas Formasi Pamutuan, Anggota Tufa Napalan Formasi Pamutuan, Anggota Batugamping Formasi Pamutuan dan Formasi Kalipucang. Fosil-fosil yang ditemukan pada formasi ini menunjukkan bahwa formasi ini terendapkan pada umur Miosen Akhir dengan lingkungan pengendapan laut dangkal sampai laut terbuka dengan tebal kurang lebih 300 m.

Rekonstruksi dan identifikasi umur berdasarkan nannofossil masih sangat terbatas di daerah Pangandaran, Jawa Barat, khususnya untuk kajian pada Formasi Bentang. **Gasperz, dkk (2020)** dan **Rieuwpassa, dkk (2021)** melakukan analisis dan rekonstruksi biostratigrafi calcareous nannofossil Miosen menggunakan metode *smear slide* pada anggota batugamping Formasi Pamutuan Pangandaran, Jawa Barat dimana dari hasil interpretasi nannofossil, Anggota Batugamping Formasi Pamutuan terendapkan tidak selaras **dibawah** Formasi Bentang. Terdapat 23 spesies nannofossil dengan 10 *datum marker species* dengan sebaran umur Miosen awal hingga akhir yang ditemukan di anggota batugamping Formasi Pamutuan Pangandaran (Gasperz dkk., 2020).

Penelitian ini fokus pada rekonstruksi umur batupasir dari Formasi Bentang yang tersingkap di sungai daerah **Babakan, Pangandaran** berdasarkan sebaran dan kelimpahan nannofossil sebagai

data dasar untuk penelitian rekonstruksi tatanan biostratigrafi dan paleoseanografi di Pangandaran, Jawa Barat.

METODE DAN ANALISIS DATA

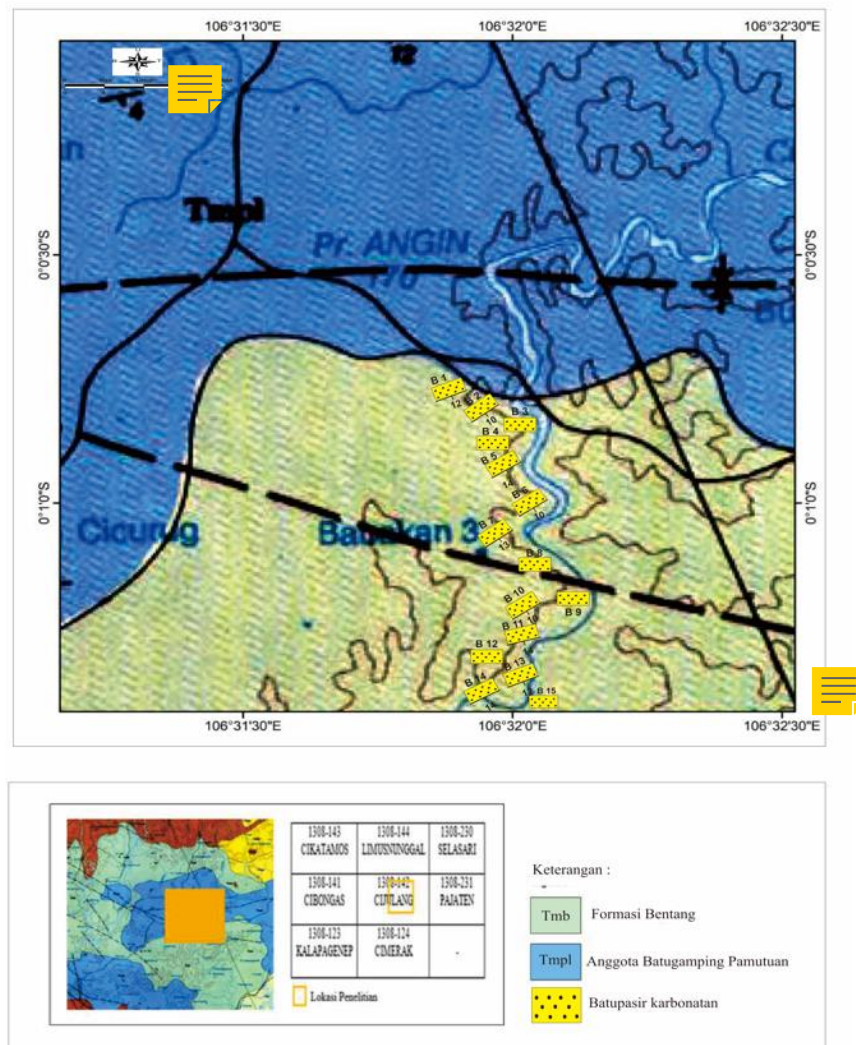
Fokus analisis contoh batuan pada batupasir Formasi Bentang, Pangandaran, Jawa Barat yang termasuk pada daerah Cijulang (Gambar 1) dengan observasi lapangan yang secara umum memperlihatkan bidang perlapisan yang sangat baik, dimana lapisan-lapisan batuan relatif berarah barat daya - timur laut dengan kemiringan perlapisan berkisar antara 10 sampai 15 derajat kearah selatan (Gambar 2). Proses pengambilan sample dari utara ke selatan yaitu dari tua ke muda dengan total 15 contoh batuan dan teknik sampling untuk analisis nannofossil dilakukan pada skala per 150 - 200 cm.



Gambar 1. Lokasi daerah penelitian di Pangandaran, Jawa Barat

Preparasi sampel untuk nanofosil menggunakan metode *smear slide* sesuai kaidah preparasi berdasarkan Young (1998) dan Pratiwi dkk. (2016) dan observasi menggunakan metode kualitatif dimana semua spesimen dihitung dari setiap microslide sample (ukuran 18mm x 18mm). Sample batuan ditumbuk hingga halus (powder) menggunakan mortal, kemudian sampel yang sudah berukuran powder diletakkan di preparate glass menggunakan sedotan. Ambil tusuk gigi dan basahkan dengan air lalu tetesi kurang lebih 3 tetes air ke kaca preparat tersebut lalu ratakan menggunakan badan tusuk gigi searah sambil menambah sedikit tetesan air sampai muncul gradasi. Setelah itu keringkan di atas *hotplate* dengan suhu 60°C yang sudah dilapisi dengan aluminium foil kurang lebih 1 menit. Ambil *micro cover glass* ukuran 24x24mm lalu teteskan 1 tetes lem *mounting reagent* dan tempelkan *micro cover glass* tersebut di atas kaca preparat yang sudah kering. Masukkan kaca preparat tersebut ke dalam *UV light* sampai benar-benar kering kira-kira 2 menit. Sampel preparat siap untuk diobservasi

menggunakan mikroskop *binocular polarize* Olympus BX50 dan identifikasi morfologi setiap spesies nannofossil berdasarkan Nannotax3 dan Young, dkk (2003).



Gambar 2. Lokasi pengambilan sampel pada batupasir Formasi Bentang untuk analisis nanofosil di Sungai daerah Babakan, Pangandaran. Perlapisan batuan pada umumnya mengarah kearah selatan

Dari hasil analisis nannofossil dan identifikasi datum marker spesies nannofossil, dilakukan pengelompokkan zona biostratigrafi menggunakan zonasi Martini (1971), zonasi Okada dan Bukry (1980), dan *biozone nannofossil* berdasarkan kemunculan awal dan kemunculan akhir dari marker spesies nannofossil (Sato dan Chiyonobu, 2013). Untuk klasifikasi total kelimpahan nanofosil berkapur dalam sedimen dan preservation sample menggunakan standar klasifikasi Young (1998), yang dibagi sebagai berikut:

Total Kelimpahan Calcareous Nannofossil

A = abundant (10–100 specimens per Field of View (FOV).

C = common (1–10 specimens per FOV).

F = few (1 specimen per 1–10 FOVs).

R = rare (≤ 1 specimen per 10 FOVs).

Klasifikasi *Preservation*:

G = good preservation (sedikit atau tidak ada *dissolution* dan/atau rekristalisasi; karakteristik morfologi primer tidak berubah atau hanya sedikit berubah; spesimen dapat diidentifikasi hingga tingkat spesies).

M = moderate preservation (spesimen menunjukkan beberapa goresan dan/atau rekristalisasi; karakteristik morfologi primer agak berubah; namun, sebagian besar spesimen dapat diidentifikasi hingga tingkat spesies).

P = poor preservation (spesimen sangat tergores atau *overgrown*; karakteristik morfologi primer sebagian besar hancur; telah terjadi fragmentasi; spesimen sering tidak dapat diidentifikasi pada tingkat spesies dan/atau secara umum).

HASIL ANALISIS NANOFOSSIL DAN UMUR BATUPASIR FORMASI BENTANG

Pada gambar 2 memperlihatkan Formasi Bentang, Pangandaran terendapkan tidak selaras diatas Batugamping Formasi Pamutuan berdasarkan stratigrafi regional Supriatna, dkk. (1992) dan diperkuat oleh hasil observasi dan rekonstruksi umur pada anggota batugamping Formasi Pamutuan Pangandaran yang menunjukkan umur lebih tua dan tidak selaras dibawah Formasi Bentang (Gaspersz dkk., 2020 dan Rieuwpassa dkk., 2021). Total 15 sample (B1 – B15) daerah Babakan, Pangandaran telah dilakukan observasi nannofossil dan interpretasi umur batupasir Formasi Bentang dengan posisi kedudukan stratigrafi, semakin ke Selatan semakin muda. Tidak ditemukan sample yang barren dan rework, poor preservation yaitu spesimen nannofossil banyak rekristalisasi sehingga tidak dapat diidentifikasi yang terdapat pada sample dengan umur paling muda (nomor sample B15) dan paling tua (nomor sample B1) dengan total kelimpahan nannofossil yaitu rare (Gambar 3). Sample yang memiliki *moderate* dan *good preservation* dapat diidentifikasi pada sample B3 hingga B6, B8 dan B11 hingga B14, dengan didominasi oleh spesies dari nannofossil *Reticulofenestra* sp. dan *Sphenolithus* sp.

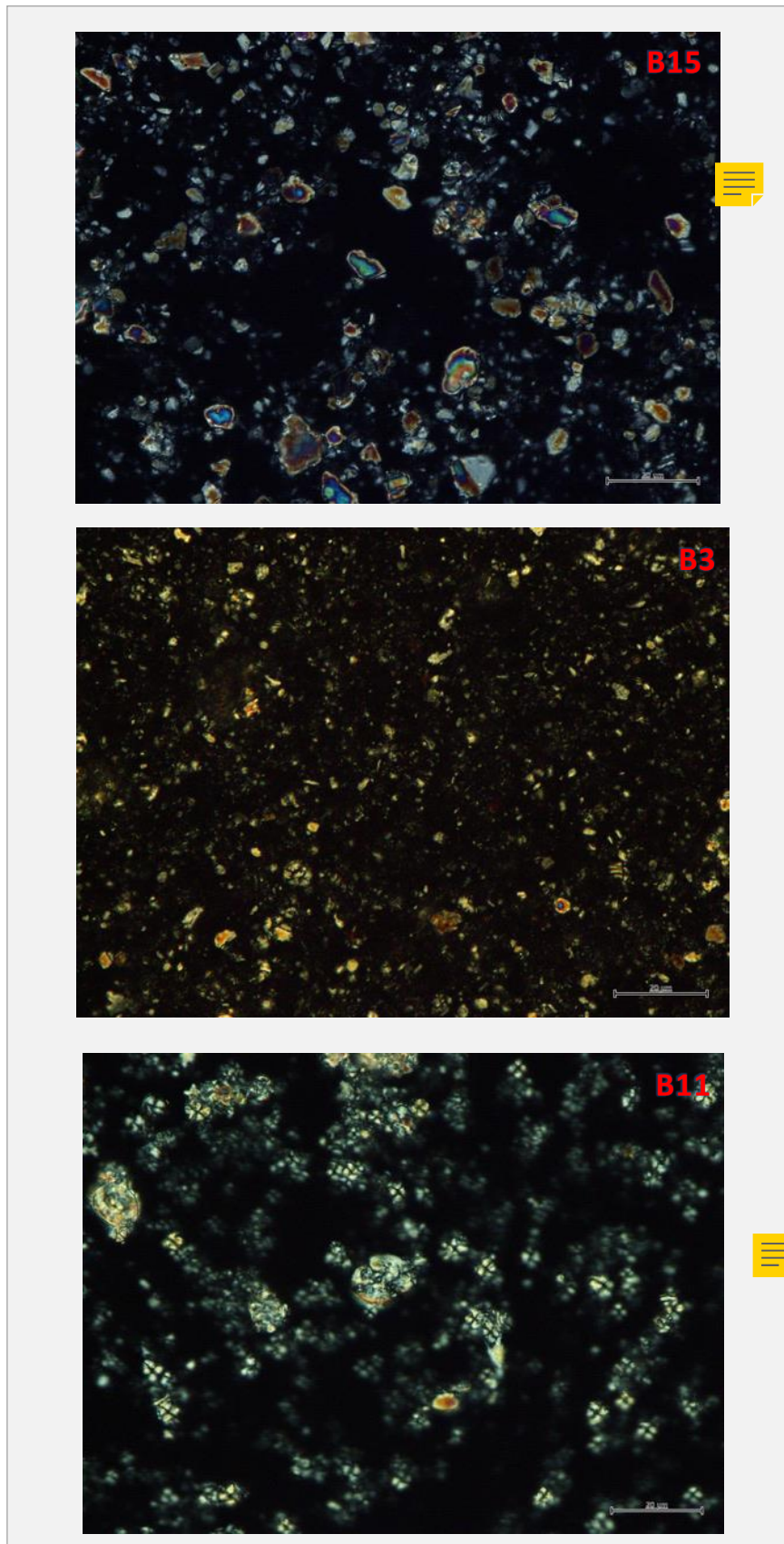
Observasi sebaran nannofossil spesies dan rekonstruksi umur dari batupasir pada Formasi Bentang, Pangandaran dijelaskan pada tabel 1. Kehadiran warm water spesies dari nannofossil *Discoaster* dapat diidentifikasi di beberapa sample namun cukup sulit untuk menemukan specimen yang dalam kondisi *good preservation* karena cukup banyak mineralisasi dari semen

karbonat pada beberapa sample batupasir. *Last occurrence* (LO) *Coccolithus miopelagicus* sebagai datum marker Zona NN8 ditemukan pada sample B3 dan kelimpahan *Coccolithus pelagicus*, *Reticulofenestra* sp. (<5 microns), *Sphenolithus abies* menjadi penciri dari sample Zona NN8. Pada Zona NN 9 dan NN10 ~~digabung~~ menjadi NN9-NN10 karena spesimen *Discoaster hamatus* sebagai datum marker pada NN10 yaitu kemunculan awal poor preservation dan tidak utuh (sample B7) dan tidak ditemukan lagi di sample B8 dengan marker spesies nannofossil untuk Zone NN11 (FO. *Discoaster berggrenii*) baru ditemukan di sample B9. Spesies nannofossil *Braarudosphaera* sp. dominan di NN8 Zone dan *Rhabdosphaera* sp. serta *Umbilicosphaera* sp. perlahan menghilang pada sample yang berumur semakin tua. *Phontosphaera multipora* dominan muncul pada NN8 dan menghilang pada sample berumur muda (NN11 Zone).

KESIMPULAN

Umur batupasir Formasi Bentang yang terletak di Babakan kabupaten Pangandaran, Jawa Barat berdasarkan observasi menggunakan metode kuantitatif dari kelimpahan nannofossil ~~spesies~~ dapat disimpulkan bahwa sekuen tersebut berkorelasi dengan Zona NN8 hingga NN11 yaitu pada Miosen akhir berdasarkan 21 spesies nannofossil dan 5 (lima) datum marker nannofossil spesies. Dengan kisaran umur sekitar 7.167 Ma berdasarkan kemunculan top of small *Reticulofenestra* interval, hingga lebih dari 10.613 Ma dari datum LO. *Coccolithus miopelagicus*, hasil sebaran nannofossil spesies menunjukkan kelimpahan pada NN11 dan preservation spesimen nannofossil baik (sample B13, B12, B11).

Spesies nannofossil yang banyak ditemukan pada Formasi Bentang yaitu *Reticulofenestra* sp., *Sphenolithus* sp., *Coccolithus pelagicus*, *Calcidiscus leptoporus*. Dengan total kelimpahan nannofossil specimen dari beberapa sample yang menunjukkan lebih dari 100 spesimen dan kelimpahan *warm* dan *cold water* spesies, penelitian lebih lanjut terkait aplikasi nannofossil di Formasi Bentang menjadi salah satu rekomendasi untuk pengembangan penelitian di Pangandaran, Jawa Barat.



Gambar 3. *Preservation* nannofossil pada sample batupasir Formasi Bentang, Pangandaran, Jawa Barat

Tabel 1. Distribusi Nannofossil dan Marker Spesies pada Formasi Bentang, Pangandaran

Formation (S. Supriatna, 1992)	Samples	Age	Zone (Martini, 1971)	Nannofossil Zone (Sato and Chiyonobu, 2012)	Preservation	Abundance	<i>Coccolithus miopelagicus</i>	<i>Coccolithus pelagicus</i>	<i>Calcidiscus leptoporus</i>	<i>Calcidiscus macintyreii</i>	<i>Reticulofenestra pseudoumbilicus</i>	<i>Reticulofenestra</i> sp. (<5 microns)	<i>Sphenolithus moriformis</i>	<i>Sphenolithus</i> sp.	<i>Sphenolithus abies</i>	<i>Umbilicosphaera jafari</i>	<i>Umbilicosphaera rotula</i>	<i>Umbilicosphaera</i> sp.	<i>Helicosphaera carteri</i>	<i>Helicosphaera</i> sp.	<i>Discoaster brouweri</i>	<i>Discoaster berggrenii</i>	<i>Discoaster hamatus</i>	<i>Discoaster</i> sp.	<i>Braarudosphaera</i> sp.	<i>Phontosphaera multipora</i>	<i>Rhabdosphaera</i> sp.	
Formasi Bentang	B15	Late Miocene	NN11		P	R		3	3	2	5	1	2	1	3			2	1		1	1					1	
	B14		NN11		M	R		2	5		15	0	2	5	2			1	1		1				1	2		
	B13		NN11	top of small <i>Reticulofenestra</i> interval (7.167 Ma)	G	A		10	10	1	17	55	2	4	7	3		3	2		1	2			1	1		2
	B12		NN11		G	A		4	9	2	19	30	4	5	10	2	5	5	1	2	1	1			4	2	1	3
	B11		NN11		G	A		6	9	2	26	27	11	15	32		3	3	3	4	1	1			2	1	1	1
	B10		NN11		P	R		1	1	2	4	4	2	2	1		1	1	1			1			2	1		1
	B9		NN11	FO. <i>Discoaster berggrenii</i> (8.52 Ma)	P	R		3	2	1	3	6	2		3	1	1	1	2	1		1			1	1		1
	B8		NN9-NN10		M	F		3	1	2	8	24	1	3	3				1	1	1				1	1		
	B7		NN9-NN10	LO. <i>Discoaster hamatus</i> (9.560 Ma)	P	R		4	1	1	7	9	1	4	1	1		2	1					1	2			
	B6		NN9-NN10		G	A		17	15	3	56	11		8	2	1	1	5	4	5	3			2	3	2	4	1
	B5		NN9-NN10	FO. <i>Discoaster hamatus</i> (10.541 Ma)	G	A		15	17	2	23	10	3	5	3		3	3	3	1	4		1	6	2	1		
	B4		NN8		G	C		12	12	2	10	11	4	5	4		2	1	2	4	5			1	2	1	1	
	B3		NN8	LO. <i>Coccolithus miopelagicus</i> (10.613 Ma)	M	C	7	11	6	1	8	15	3	2	9		1	7	2	2	2				1	1	1	
	B2		NN8		P	F	3	11	6	1	8	15	3	1	9		1	7	2	1	2				1		1	1
	B1		NN8		P	R	1	1		2		1		1						1	1							

REFERENCES

Bukry, D. 1971. Discoaster Evolutionary Trends. *Micropaleontology*. Vol 17:43-52.

Farida, M., Imai, R. and Sato, T. 2012. Miocene to Pliocene Paleoceanography of the western equatorial Pacific Ocean based on Calcareous Nannofossils. ODP Hole 805B. *Open Journal of Geology*, 2:72–79.

Haq, B.U., Premoli-Silva, I., dan Lohmann, G.P. 1976. Calcareous plankton paleobiogeographic evidence for major climatic fluctuations in the early Cenozoic Atlantic Ocean. *Journal of Geophysical Research*, 82:3861-3876.

Imai, R., Sato, T., Chiyonobu, S., dan Iryu, Y. 2020. Reconstruction of Miocene to Pleistocene sea-surface conditions in the eastern Indian Ocean on the basis of calcareous nannofossil assemblages from ODP Hole 757B. *Island Arc*, 29.

Nannotax3. 2014 website: <http://ina.tmsoc.org/> Nannotax3.<http://ina.tmsoc.org/Nannotax3>. Date accessed: 31/11/2020.

Martini, E. 1971. Standard tertiary and quaternary calcareous nannoplankton zonation. In: *Farinacci, A. (Editor), Proceedings of the second planktonic conference, Rome, 1970, Rome*, pp. 737- 785.

McIntyre, A. 1967. Coccoliths as Paleoclimatic Indicators of Pleistocene Glaciation. *Science*, 158:1314-1317.

Okada, H. dan Bukry, D. 1980. Supplementary Modification and Introduction of Code Numbers to the Low-Latitude Coccolith Biostratigraphic Zonation. *Marine Micropaleontology*. Dalam: Haq, B.U (Ed.), Nannofossil Biostratigraphy, Hutchinson Ross Publishing Company, Pennsylvania, 5: 321- 325

Pratiwi, S.D., dan Sato, T. 2016. Reconstruction of Paleoceanography Significance in the Western Pacific and Atlantic Oceans during the Neogene Based on Calcareous Nannofossil Productivity and Size Variations, Related to the Global Tectonic Events. *Open J. Geology*, 6:931–43.

Raffi, I. dan Backman, J. 2022. The Role Calcareous Nannofossils in building age models for Cenozoic Marine Sediments: a review. *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali*, 33:25–38.

Sato, T., Yuguchi, S., Takayama, T., dan Kameo, K. 2004. Drastic Change In The Geographical Distribution Of The Cold-Water Nannofossil *Coccolithus pelagicus* (Wallich) Schiller at 1.74 Ms In The Late Pliocene, with Special Reference To Glaciation In The Arctic Ocean. *Marine Micropaleontology* : Japan. 181-193.

Sato, T. dan Chiyonobu, S. 2013. Manual of Microfossil Study. Asakura Publishing Co., Ltd., Japan, 108.

Supriatna, S., Sarmili, L., Sudana, D., dan Koswara, A. 1992. Peta Geologi Lembar Karangnunggal. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi : Bandung.

Wade, B.S., dan Bown, P.R. 2006. Calcareous nannofossils in extreme environments: The Messinian Salinity Crisis, Polemic Basin, Cyprus. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **233**:271-286.

Wei, W., Villa, G., dan Wise Jr., S.W. 1992. Paleooceanographic implications of Eocene Oligocene calcareous nannofossils from Sites 711 and 748 in the Indian Ocean. In Wise Jr., S.W., Schlich, R., et al. (1992): *Proc. Ocean Drill*.

Winter, A., Jordon, R.W., dan Roth, P.H. 1994. Biogeography of living coccolithophores in ocean waters. In Winter, A., Siesser, W.G., eds, *Coccolithophores*, 161–177, Cambridge University Press.

Young, J.R., Archontikis, O.A., Su, X., dan Pratiwi, S.D. 2021. Nannofossil palaeoecology of Lower Miocene sapropels from IODP Expedition 359, the Maldives. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*.

Young, J. R. 1998. Neogene. In: Bown, P.R. (Editor), *Calcareous Nannofossil Biostratigraphy*. *British Micropalaeontological Society Publications Series*. Chapman & Hall, London, 225-265.

Young, J.R., Geisen, M., Cros, L., Kleijne, A., Probert, I. dan Ostergaard, J.B., 2003. A guide to extant coccolithophore taxonomy. *Journal of Nannoplankton Research, Special Issue*, **1**:1-132.