



**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 17,
No.1
April 2022**

Identifikasi Umur Batupasir Formasi Bentang di Pangandaran Berdasarkan Kumpulan Nannofosil Gampingan

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

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

Sebanyak 15 sampel yang terdiri dari batupasir dengan semen karbonat dalam berbagai ukuran butir dari Formasi Bentang di daerah Babakan Kabupaten Pangandaran dianalisis pengamatan mikroskopis dan penentuan umur berdasarkan kumpulan nannofosil gampingan. Sisipan batulempung sesekali muncul di antara batupasir di bagian selatan lokasi pengambilan sampel. Kumpulan nannofosil gampingan umumnya banyak hingga sedikit dan *preservation* nannofosil terawatkan sedang - baik. Kerangka biostratigrafi terdiri dari 5 (lima) peristiwa Zonal berdasarkan kemunculan 21 spesies nannofosil gampingan. Lima spesies datum nannofosil 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 interval atas *Reticulofenestra* kecil (7.167 Ma atau NN11 Zone). Lebih khusus lagi, interval umur pada Formasi Bentang daerah Pangandaran berkorelasi pada Miosen Akhir yaitu dari Zona NN8 hingga Zona NN11. Dominasi *Reticulofenestra* kecil di Zona NN11 menunjukkan korelasi positif dengan kelimpahan produktivitas coccolith di Formasi Bentang.

Kata Kunci: Formasi Bentang, Nannofosil Gampingan, Miosen Akhir, Pangandaran

ABSTRACT

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. 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 consist of 5 (five) Zonal events based on the occurrences of 21 species of calcareous nannofossil. 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). More specifically, an age interval at Bentang Formation of Pangandaran area was correlated for the Late Miocene from NN8 Zone to 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, Late Miocene, Pangandaran

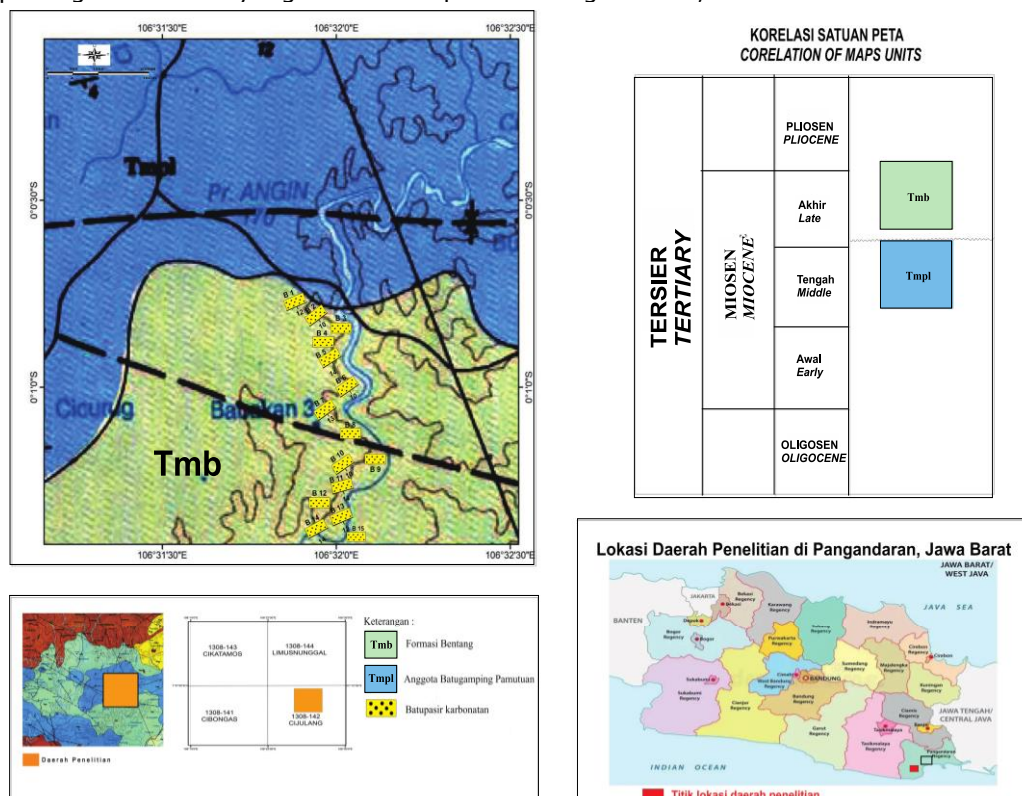
PENDAHULUAN

Nannofosil atau *coccolithophores*, adalah sekelompok alga bersel tunggal (protista haptofit) dari fitoplankton yang menghasilkan elemen gampingan melalui biomineralisasi dan menjadi bagian penting dari komunitas plankton laut pada sedimen sejak Mesozoikum hingga Kuarter untuk korelasi

biostratigrafi regional dan global. Pentingnya nannofosil gampingan dalam penanggalan relatif 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 pengawetannya sedikit kurang rentan

terhadap pelarutan dibandingkan dengan Foraminifera Planktonik (Raffi dan Backman, 2022). Sejak 70 tahun lalu telah banyak penelitian terkait studi umur, paleoseanografi, paleoekologi, dan biostratigrafi (McIntyre, 1967; Haq dan Lohmann, 1976; Wei dkk., 1992; Winter dkk., 1994; Wade dan Bown, 2006; Young dkk., 2023; Villa dkk., 2008; Aubry, 2014; Farida dkk., 2012; Sato dan Chiyonobu, 2013; Sato dkk., 2014; Pratiwi dkk., 2016; Imai dkk., 2020; Young dkk., 2021). Perbedaan pola distribusi geografis kumpulan nannofosil gampingan dalam catatan sedimen dipengaruhi oleh kondisi massa air permukaan laut dan dipengaruhi oleh peristiwa iklim global. Jawa Barat Indonesia dipengaruhi oleh sirkulasi *South Equatorial Countercurrent* (SECC), *South Indian Ocean Countercurrent* (SICC) dan *Southwest Monsoon Current* (SMC). 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 nannofosil masih sangat terbatas di daerah Pangandaran, Jawa Barat, khususnya untuk kajian pada Formasi Bentang. Gaspersz, dkk (2020) dan Rieuwpassa, dkk (2021) melakukan analisis dan rekonstruksi biostratigrafi calcareous nannofosil Miosen menggunakan metode *smear slide* pada anggota batugamping Formasi Pamutuan Pangandaran, Jawa Barat dimana dari hasil interpretasi nannofosil, Anggota Batugamping Formasi Pamutuan terendapkan tidak selaras dibawah Formasi Bentang. Terdapat 23 spesies nannofosil 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 nannofosil gampingan sebagai data dasar untuk penelitian rekonstruksi tatanan biostratigrafi dan paleoseanografi di Pangandaran, Jawa Barat.



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel, arah perlapisan batuan dan korelasi antar Formasi pada Batupasir Formasi Bentang untuk analisis nannofosil di sungai daerah Babakan, Pangandaran. Perlapisan batuan pada umumnya kearah selatan dan litologi didominasi oleh batupasir karbonatan.

METODE DAN ANALISIS DATA

Analisis contoh batuan pada batupasir Formasi Bentang, Pangandaran, Jawa Barat yang termasuk pada daerah Cijulang 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 ke arah selatan (Gambar 1). Proses pengambilan sampel dari utara ke selatan yaitu dari tua ke muda dengan total 15 contoh batuan dan teknik sampling untuk analisis nannofosil dilakukan pada skala per 150 - 200 cm. Preparasi sampel untuk nannofosil 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 sampel (ukuran 18mm x 18mm). Sampel 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 70°C yang sudah dilapisi dengan aluminium foil kurang lebih 1 menit. Ambil *micro cover glass* ukuran 18x18mm lalu teteskan 1-2 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 (1-2 menit). Sampel preparat siap untuk diobservasi menggunakan mikroskop *binocular polarize* Olympus BX50 dan identifikasi morfologi setiap spesies nannofosil berdasarkan Nannotax3 dan Young, dkk (2003).

Dari hasil analisis nannofosil dan identifikasi datum marker spesies nannofosil, dilakukan pengelompokan zona biostratigrafi menggunakan zonasi Martini (1971), zonasi Okada dan Bukry (1980), dan *biozone nannofosil* berdasarkan kemunculan awal dan kemunculan akhir dari marker spesies nannofosil (Sato dan Chiyonobu, 2013). Untuk klasifikasi total kelimpahan nannofosil gampingan dalam sedimen dan preservation sampel menggunakan standar klasifikasi Young (1998), yang dibagi sebagai berikut (Tabel 1 dan Tabel 2):

Tabel 1. Klasifikasi Total Kelimpahan Nannofosil Berkapur (Young, 1998)

Klasifikasi Total Kelimpahan Calcareous Nannofosil (Young, 1998)	
Abundant (A)	10–100 specimens per Field of View (FOV)
Common (C)	1–10 specimens per Field of View (FOV)
Few (F)	F 1 specimen per 1–10 Field of View (FOVs)
Rare (R)	≤1 specimen per 10 Field of View (FOVs)

Tabel 2. Klasifikasi Preservation Nannofosil Berkapur (Young, 1998)

Klasifikasi Preservation Nannofosil (Young, 1998)	
Good (G) Preservation	Sedikit atau tidak ada <i>dissolution</i> dan/atau rekristalisasi; karakteristik morfologi primer tidak berubah atau hanya sedikit berubah; spesimen dapat diidentifikasi hingga tingkat spesies
Moderate (M) Preservation	Spesimen menunjukkan beberapa goresan dan/atau rekristalisasi; karakteristik morfologi primer agak berubah; namun, sebagian besar spesimen dapat diidentifikasi hingga tingkat spesies
Poor (P) Preservation	Spesimen sangat tergores atau <i>overgrown</i> ; karakteristik morfologi primer sebagian besar hancur; telah terjadi fragmentasi; spesimen sering tidak dapat diidentifikasi pada tingkat spesies dan/atau secara umum

HASIL ANALISIS NANNOFOSIL GAMPINGAN 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 sampel (B1 – B15) daerah Babakan, Pangandaran telah dilakukan observasi nannofosil dan

interpretasi umur batupasir Formasi Bentang dengan posisi kedudukan stratigrafi dari utara ke selatan yaitu tua ke muda. Tidak ditemukan sampel yang *barren* dan *rework*, *poor preservation* yaitu spesimen nannofosil banyak rekristalisasi sehingga tidak dapat diidentifikasi yang terdapat pada sampel dengan umur paling muda (nomor sampel B15) dan paling tua (nomor sampel B1) dengan total kelimpahan nannofosil yaitu rare (Gambar 2). Sampel yang memiliki *moderate* dan *good preservation* dapat diidentifikasi pada sampel B3 hingga B6, B8 dan B11 hingga B14, dengan didominasi oleh spesies dari nannofosil *Reticulofenestra* sp. dan *Sphenolithus* sp (Gambar 2).

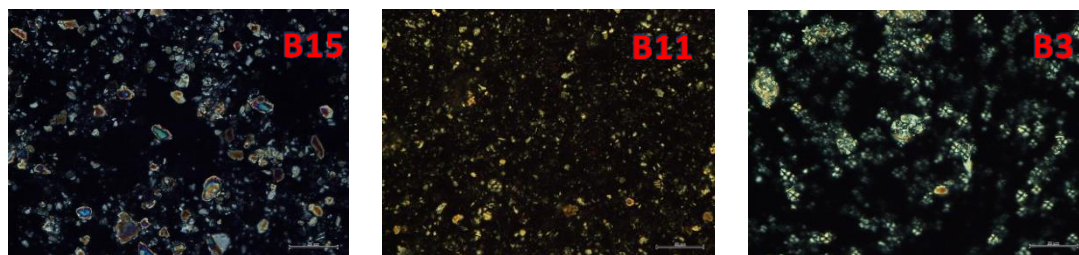
Observasi sebaran spesies nannofosil dan rekonstruksi umur dari batupasir pada Formasi Bentang, Pangandaran dijelaskan pada tabel 3. Kehadiran *warm water* spesies dari *Discoaster* dapat diidentifikasi di beberapa sampel namun cukup sulit untuk menemukan spesimen yang dalam kondisi *good preservation* karena cukup banyak mineralisasi dari semen karbonat pada beberapa sampel batupasir. *Last occurrence* (LO) *Coccolithus miopelagicus* sebagai datum marker Zona NN8 ditemukan pada sampel B3 dan kelimpahan *Coccolithus pelagicus*, *Reticulofenestra* sp. (<5 microns), *Sphenolithus abies* menjadi penciri dari sampel Zona NN8. Pada Zona NN 9 dan NN10 menjadi NN9-NN10 karena spesimen *Discoaster hamatus* sebagai datum marker pada NN10 yaitu kemunculan awal *poor preservation* dan tidak utuh (sampel B7) dan tidak ditemukan lagi di sampel B8 dengan marker spesies nannofosil untuk Zone NN11 (FO. *Discoaster berggrenii*) baru ditemukan di sampel B9 (Tabel 3). Spesies nannofosil *Braarudosphaera* sp. dominan di NN8 Zone dan *Rhabdosphaera* sp. serta

Umbilicosphaera sp. perlahan menghilang pada sampel yang berumur semakin tua. *Phontosphaera multipora* dominan muncul pada NN8 dan menghilang pada sampel berumur muda (NN11 Zone).

KESIMPULAN

Umur batupasir Formasi Bentang yang terletak di Babakan kabupaten Pangandaran, Jawa Barat berdasarkan observasi menggunakan metode kuantitatif dari kelimpahan nannofosil dan datum marker nannofosil spesies yang terdiri dari LO. *Coccolithus miopelagicus* (Zona 10.613 Ma), FO. *Discoaster hamatus* (10,541 Ma), LO. *Discoaster hamatus* (9.560 Ma), FO. *Discoaster berggrenii* (8.52 Ma), dan *top of small Reticulofenestra interval* (7.167 Ma), dapat disimpulkan bahwa sekuen tersebut berkorelasi dengan Miosen akhir. Kisaran umur dari Formasi Bentang pada NN8 sampai NN11 yaitu sekitar 7.167 Ma berdasarkan kemunculan *top of small Reticulofenestra interval*, hingga lebih dari 10.613 Ma berdasarkan datum LO. *Coccolithus miopelagicus*, dan hasil distribusi spesies nannofosil menunjukkan kelimpahan pada NN11 dan pengawetan spesimen nannofosil baik (sampel B13, B12, B11).

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



Gambar 2. Fotomikrograf (*crossed nicols*) *preservation* Nannofosil pada sampel Batupasir Formasi Bentang, Pangandaran, Jawa Barat. Fotomikrograf dari sampel B15 menunjukkan kondisi *poor preservation*, sampel B11 *moderate preservation*, dan sample B3 nannofosil menunjukkan kondisi *good preservation* nannofossil.

Tabel 3. Distribusi Nannofosil dan Datum Marker Spesies pada Formasi Bentang, Pangandaran

Formation (S. Supriatna, 1992)	Samples	Age	Zone (Martini, 1971)	Nannofossil Zone (Sato and Chiyonobu, 2012)	Preservation		Abundance	Coccolithus miopelagicus	Coccolithus pelagicus	Calcidiscus leptoporus	Calcidiscus macintyreii	Reticulofenestra pseudumbilicus	Reticulofenestra sp. (<5 microns)	Sphenolithus moriformis	Sphenolithus sp.	Sphenolithus abies	Umbilicosphaera jafari	Umbilicosphaera rotula	Umbilicosphaera sp.	Helicosphaera carteri	Helicosphaera sp.	Discoaster brouweri	Discoaster berggrenii	Discoaster hamatus	Discoaster sp.	Braarudosphaera sp.	Phontosphaera multipora	men		
					P	R																								
Formasi Bentang	B15	Late Miocene	NN11			P	R	3	3	2	5	1	2	1	3			2	1	2	1	1	1				1			
	B14		NN11			M	R	2	5		15	0	2	5	2				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	2		1	1	2		
	B12		NN11			G	A	4	9	2	19	30	4	5	10	2	5	5	1	2	1	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	2	1	1	1	
	B10		NN11			P	R	1	1	2	4	4	2	2	1		1	1	1	1	1				2	1	1	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	1	
	B8		NN9-NN10			M	F	3	1	2	8	24	1	3	3				1	1	1	1	1			1	1			
	B7		NN9-NN10			P	R	4	1	1	7	9	1	4	1	1			1	1					1	2				
	B6		NN9-NN10			G	A	17	15	3	11	56		8	2	1	1	5	4	5	3				1	2	3	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	1	
	B4		NN8			G	C	12	12	2	10	11	4	5	4		2	1	2	4	5				1	2	1	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	1	1	1
	B2		NN8			P	F	3	11	6	1	8	15	3	1	9		1	7	2	1	2	2			1	1	1	1	1
	B1		NN8			P	R	1	1		2	1		1							1	1	1							

DAFTAR PUSTAKA

- Bukry, D. 1971. Discoaster Evolutionary Trends. *Micropaleontology*. Vol **17**:43-52.
- Farida, M., Imai, R., dan Sato, T. 2012. Miocene to Pliocene Paleoceanography of the western equatorial Pacific Ocean based on Calcareous Nannofosils. ODP Hole 805B. *Open Journal of Geology*, **2**:72-79.
- Gaspersz, G.C.N., Isnaniawardhani, I., Pratiwi, S.D., Nurdijat., dan Rieuwpassa, L.C. 2020. Biostratigrafi Calcareous Nannofosil Miosen Pada Anggota Batugamping Formasi Pamutuan Pangandaran, Jawa Barat. *Bulletins of Scientific Contribution : Geology*, **18** : 3.
- 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 Nannofosils in building age models for Cenozoic Marine Sediments: a review. *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali*, **33**:25-38.
- Rieuwpassa, L.C., Isnaniawardhani, I., Pratiwi, S.D., Nurdijat., dan Gaspersz, G.C.N. 2021. Sebaran Nannofosil Pada Anggota Batugamping Formasi Pamutuan, Pangandaran, Indonesia. *Bulletins of Scientific Contribution : Geology*, **19** : 2.
- 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 nannofosils 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. Paleoceanographic implications of Eocene Oligocene calcareous nannofosils 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. 1998. Neogene. In: Bown, P.R. (Editor), *Calcareous Nannofossil Biostratigraphy. British Micropalaeontological Society Publications Series*. Chapman & Hall, London, 225-265.
- 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., 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.