



**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 19 No.1
April 2021

**IKLIM PURBA FORMASI JATILUHUR BERDASARKAN KUMPULAN FOSIL FORAMINIFERA
PLANKTONIK PADA DAERAH KECAMATAN JATILUHUR DAN SEKITARNYA, KABUPATEN
PURWAKARTA, JAWA BARAT**

Theo Alfredo Ravandi*, Lia Jurnaliah, Winantris

Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran
Jln. Raya Bandung-Sumedang Km. 21. Jatinangor
Kab. Sumedang 45363. Jawa Barat

*korespondensi: theo16003@mail.unpad.ac.id

ABSTRACT

The climatic condition within a certain period of time in a geological time scale is called paleoclimate, which can be known through proxy measurements in a certain time period. The distribution that is controlled by changes in sea surface temperature makes planktonic foraminifera a suitable biological proxy in determining paleoclimate. This research was conducted because there was no research on paleoclimate in the study area, and according to previous studies, there were changes in the diversity of planktonic foraminifera fossils which were likely influenced by the climate during the deposition of the Jatiluhur Formation in the Middle Miocene. A total of 18 sediment samples taken from 7 outcrops in Jatiluhur District, Purwakarta Regency, West Java. Geological cross-section reconstruction was carried out to determine a stratigraphic sequence of the samples. Based on the results of sample preparation using mechanical and chemical methods, as well as quantitative analysis, 61 species of planktonic foraminifera were found with a total of 305.184 individuals. The curve of climate group, cumulative curve, and climatic curve was created to determine the climate zone based on assemblages and abundance data of planktonic foraminifera species. The study area divided into 7 climatic zones, all zones show the Jatiluhur Formation deposited in warm climatic conditions with values ranging from 13.02 to 50.35.

Keywords: Planktonic foraminifera, Paleoclimate, Jatiluhur Formation

ABSTRAK

Keadaan iklim dalam periode waktu tertentu dalam skala waktu geologi disebut iklim purba, dapat diketahui melalui pengukuran proksi pada periode waktu tertentu. Distribusi yang terkontrol oleh perubahan temperatur permukaan laut menjadikan foraminifera planktonik sebagai proksi biologi yang cocok dalam menentukan iklim purba. Penelitian ini dilakukan karena belum ada penelitian mengenai iklim purba pada daerah penelitian, serta menurut penelitian terdahulu terdapat perubahan keberagaman kandungan fosil foraminifera planktonik yang kemungkinan terpengaruh oleh iklim saat pengendapan Formasi Jatiluhur pada Miosen Tengah. Sebanyak 18 sampel sedimen berasal dari 7 singkapan pada wilayah Kecamatan Jatiluhur, Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat. Dilakukan rekonstruksi penampang geologi agar diketahui urutan sampel secara stratigrafi. Berdasarkan hasil preparasi sampel sedimen menggunakan metode mekanik dan kimia serta analisis kuantitatif, ditemukan 61 spesies foraminifera planktonik dengan total individu sebanyak 305.184. Kurva kelimpahan kelompok iklim, kurva kumulatif, dan kurva perubahan iklim dibuat bertujuan untuk menentukan zona iklim berdasarkan data kumpulan dan kelimpahan spesies foraminifera planktonik. Daerah penelitian terbagi menjadi 7 zona iklim, secara keseluruhan menunjukkan Formasi Jatiluhur diendapkan pada kondisi iklim hangat dengan nilai kurva berkisar antara 13,02 hingga 50,35.

Kata Kunci : Foraminifera planktonik, Iklim Purba, Formasi Jatiluhur

PENDAHULUAN

Iklim purba adalah keadaan iklim dalam periode waktu tertentu yang diketahui melalui pengukuran dalam skala waktu geologi tertentu maupun sejarah dimana proksi pada

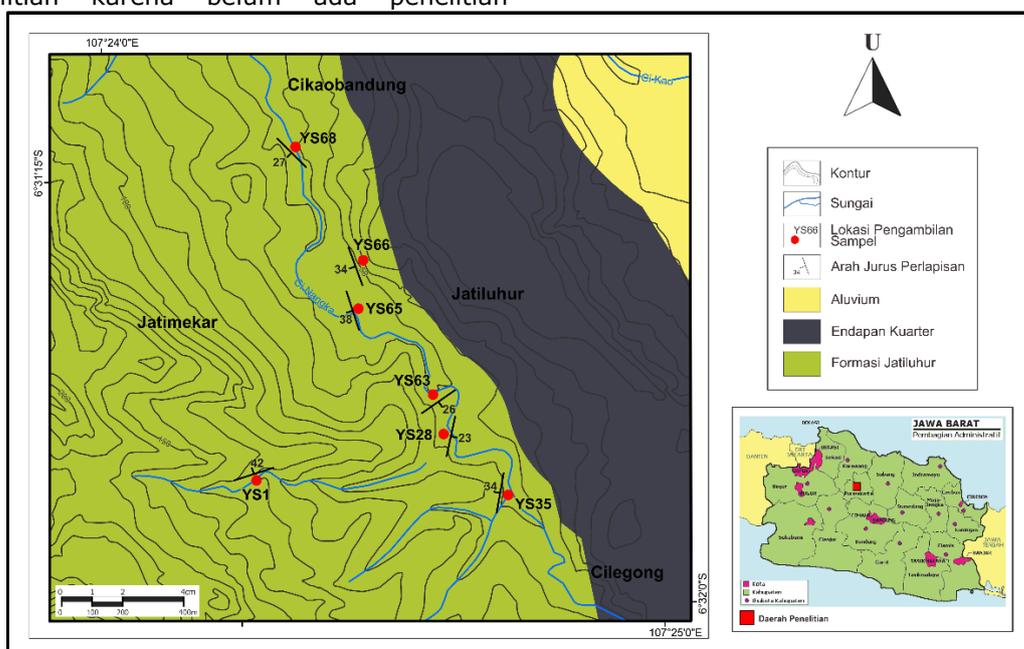
periode waktu tersebut tersedia (Planton, 2013). Iklim purba perlu untuk diteliti karena dapat menjadi data untuk memprediksi iklim yang akan datang (Lionello, 2012).

Proksi untuk mengetahui iklim purba dapat berupa proksi biologi (spesies yang hidup di masa lalu atau mikrofosil) atau geokimia (Henderson-Sellers, 2012; Saraswati & Srinivasan, 2015). Foraminifera planktonik merupakan salah satu proksi biologi yang cocok untuk menentukan iklim purba. Hal tersebut karena distribusi foraminifera planktonik dikontrol oleh perubahan temperatur permukaan laut (Parker (1960) dalam Boltovskoy & Wright (1976)). Temperatur permukaan laut merupakan salah satu variabel iklim yang sangat penting dalam sistem iklim Bumi (Clarke dkk., 2001). Batas-batas temperatur permukaan laut mengikuti garis lintang (Parsons & Lalli, 1997), begitu pula dengan distribusi penyebaran spesies foraminifera planktonik saat ini (Boersma, 1998; Kucera, 2007; Saraswati & Srinivasan, 2015).

Formasi Jatiluhur dipilih menjadi lokasi penelitian karena belum ada penelitian

mengenai iklim purba. Selain itu berdasarkan hasil penelitian terdahulu terdapat perubahan keberagaman dan kelimpahan kandungan fosil foraminifera planktonik (Fauzielly., dkk. 2018; Martodjodjo, 2003). Kemungkinan hal tersebut dipengaruhi oleh perubahan iklim pada saat terbentuknya Formasi Jatiluhur.

Lokasi penelitian secara administratif terletak pada wilayah Desa Jatiluhur dan sekitarnya, Kecamatan Jatiluhur, Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat. Sampel batuan berasal dari 7 singkapan permukaan. Seluruh singkapan termasuk kedalam Formasi Jatiluhur berdasarkan Peta Geologi Lembar Cianjur (Sudjarmiko, 2003) (Gambar 1). Menurut Sudjarmiko (2003), Formasi Jatiluhur memiliki umur Miosen Tengah. Demikian pula menurut Martodjodjo (2003) umur dari Formasi Jatiluhur adalah N12 - N15 atau Miosen Tengah.



Gambar 1. Peta lokasi pengambilan sampel (Modifikasi Peta Geologi Regional Lembar Cianjur (Sudjarmiko, 2003)

METODE PENELITIAN

Sampel yang diambil dari setiap titik lokasi singkapan sejumlah 18 sampel. Sampel kemudian diurutkan secara stratigrafi berdasarkan hasil rekonstruksi penampang geologi. Kemudian dilakukan preparasi terhadap seluruh sampel batuan untuk memisahkan material sedimen dengan individu fosil dengan metode mekanik (penumbukan) dan metode kimia (penambahan larutan hidrogen peroksida) (Hodgkinson, 1991). Analisis kuantitatif dilakukan terhadap 1 gram berat kering residu sampel sedimen, lalu dilakukan pemilahan (*picking*/penjentikkan) hingga individu fosil

yang ditemukan habis, dan dihitung jumlah individunya.

Identifikasi foraminifera planktonik dilakukan dengan mengamati morfologi cangkang seperti bentuk dan tekstur dinding cangkang; jumlah, bentuk dan susunan kamar; bentuk, posisi, dan jumlah dari *apertur*. Penentuan nama spesies mengacu pada literatur perbandingan oleh Bolli dan Saunders (1985). Kennett dkk. (1985) membagi distribusi spesies foraminifera planktonik berdasarkan wilayah iklim untuk Kala Miosen pada daerah Indo-Pasifik, yang terbagi menjadi 4 yaitu: *Tropical*, *Warm-Subtropical*, *Transitional-Temperate* dan *Subantartic*. Spesies

foraminifera planktonik dibagi menjadi 2 kelompok penciri iklim, yaitu kelompok iklim hangat dan kelompok iklim sejuk seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Cita dkk. (1977) dan Spezzaferri (1995). Kelompok iklim hangat terdiri dari spesies *Tropical* ditambahkan spesies *Warm-Subtropical*, sedangkan kelompok penciri iklim sejuk terdiri dari spesies *Transitional-Temperate*

ditambahkan spesies *Subantartic*. Acuan spesies untuk umur Miosen Tengah atau sekitar 15,5 - 11 juta tahun yang lalu digunakan spesies-spesies seperti pada (Tabel 1) berdasarkan Kennett dkk. (1985), dengan kenampakan dari spesies-spesies penciri iklim yang ditemukan pada daerah penelitan seperti pada (Gambar 2).

Tabel 1. Kelompok spesies penciri iklim untuk Miosen Tengah pada wilayah Indo-Pasifik (Modifikasi Kennett, dkk. (1985))

| Umur | Umur (Ma) | Spesies Iklim Hangat | Spesies Iklim Sejuk |
|---------------|------------|--|--|
| Miosen Tengah | 12, 5 - 11 | <i>Globoquadrina altispira</i> <i>Globigerinoides spp.</i> <i>Globigerina venezuelana</i> <i>Globorotalia menardii</i> <i>Globorotalia siakensis</i> | <i>Globigerina decoraperta</i> <i>Globigerina praebulloides</i> <i>Globigerina woodi</i> <i>Globorotalia mayeri</i> |
| | 14 - 15, 5 | <i>Globoquadrina altispira</i> <i>Globigerinoides spp.</i> <i>Globigerina venezuelana</i> | <i>Globigerina druryi</i> <i>Globigerina praebulloides</i> <i>Globigerina woodi</i> <i>Globigerina decoraperta</i> |

Penentuan zona iklim mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Cita dkk. (1977), Van Gorsel & Troelstra (1981) dan Spezzaferri (1995), yaitu pembuatan kurva persentase kelimpahan kelompok iklim, yang akan menunjukkan perbandingan kelimpahan kedua kelompok iklim, lalu pembuatan kurva kumulatif, mengikutsertakan spesies lain selain kelompok iklim agar menggambarkan

keadaan kumpulan foraminifera planktonik, dan terakhir pembuatan kurva perubahan iklim, dengan menjumlahkan secara aljabar persentase kelimpahan kelompok iklim hangat (bernilai positif) dan persentase kelimpahan kelompok iklim sejuk (bernilai negatif) untuk menggambarkan perubahan iklim.

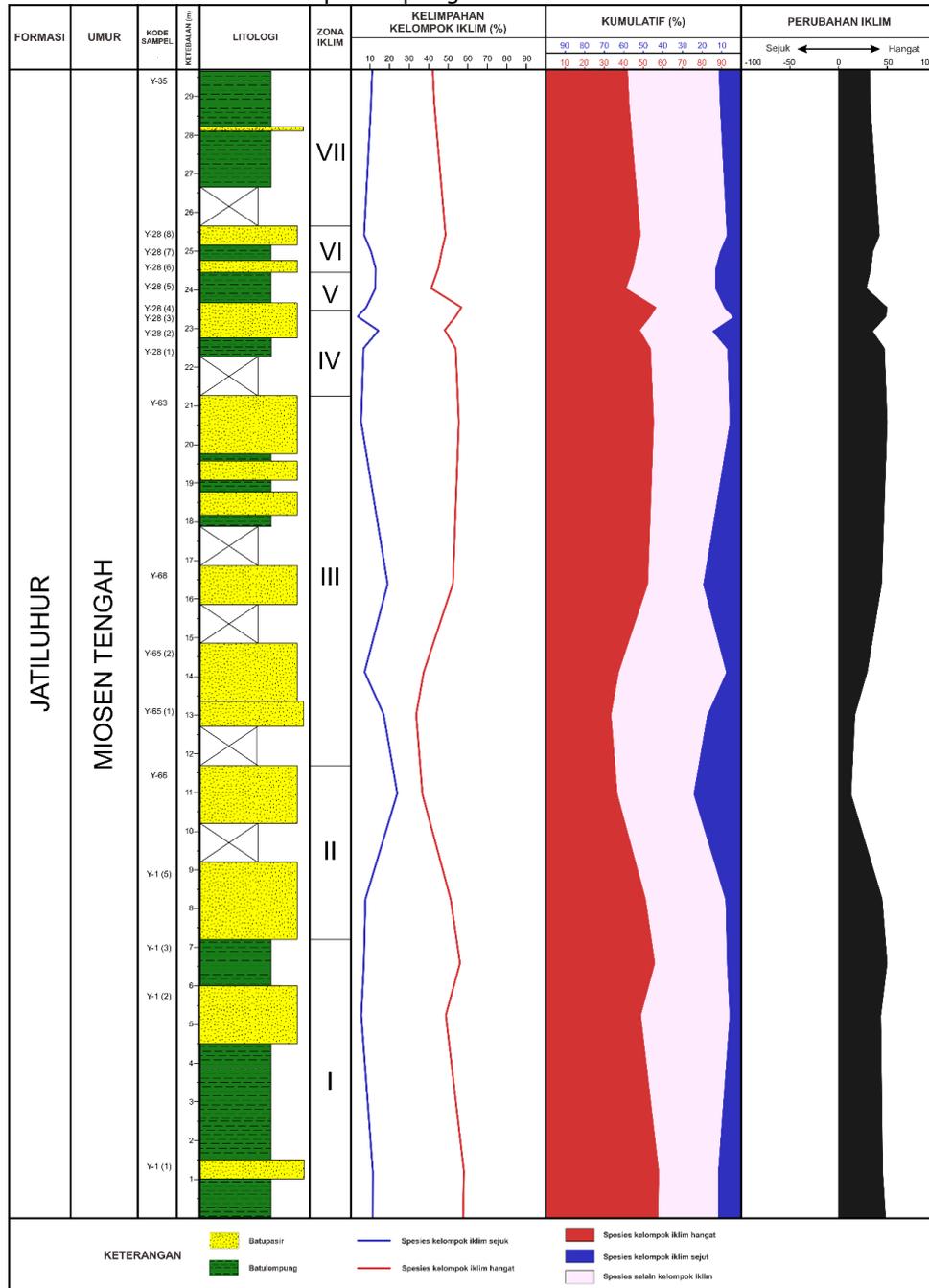


Gambar 2. Spesies foraminifera planktonik penciri iklim yang ditemukan pada daerah penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari 7 singkapan permukaan didapatkan 18 sampel dengan litologi secara umum terdiri dari batupasir dan batulempung (Yesa, 2019). Urutan sampel secara stratigrafi didapatkan berdasarkan hasil rekonstruksi penampang

geologi. Berdasarkan analisis yang dilakukan terhadap seluruh sampel pada daerah penelitian, teridentifikasi 61 spesies foraminifera planktonik dengan total fosil foraminifera planktonik sebanyak 305.184 individu.



Gambar 3. Kurva perubahan iklim Formasi Jatiluhur berdasarkan kumpulan fosil foraminifera planktonik, mengacu kepada Cita dkk. (1977), Van Gorsel & Troelstra (1981) dan Spezzaferri (1995)

Daerah penelitian terbagi menjadi 7 zona iklim berdasarkan kecenderungan perubahan pada kurva perubahan iklim (Gambar 3). Setiap zona dapat dibedakan antara satu dengan yang lainnya dengan penjelasan dari setiap zona iklim adalah sebagai berikut:

A. Zona I (Y1(1)-Y1(3))

Pada zona ini persentase kelimpahan kelompok iklim hangat berkisar antara 49,54% - 57,89%. *Globigerinoides subquadratus* merupakan spesies pada kelompok iklim hangat yang paling melimpah. Persentase

kelimpahan kelompok iklim sejuk antara 6,02% - 11,84%, dengan spesies paling melimpah yaitu *Globigerina praebulloides praebulloides*. Kelimpahan dari kedua kelompok iklim pada zona cenderung fluktuatif. Berdasarkan kurva perubahan iklim, diketahui daerah penelitian berada pada keadaan iklim hangat. Pada zona ini tidak terjadi perubahan iklim, dengan kisaran nilai kurva berkisar 43,52 - 50,35 (Gambar 3).

B. Zona II (Y1(5)-Y66)

Dari awal hingga akhir zona terjadi peningkatan kelimpahan kelompok iklim sejuk dari 7,76% meningkat secara signifikan menjadi 24,19%. Spesies dengan kelimpahan tertinggi dari kelompok iklim sejuk pada zona yaitu *Globigerina woodi woodi*. Terjadi penurunan kelimpahan kelompok iklim hangat dari 51,72% menjadi 37,21% dengan spesies paling melimpah pada zona ini ialah *Globigerina venezuelana*. Akhir dari Zona II merupakan interval relatif paling sejuk pada daerah penelitian dengan nilai kurva perubahan iklim paling rendah yaitu sebesar 13,02. Namun iklim daerah penelitian relatif tidak berubah dari zona iklim hangat, nampak pada nilai kurva yang belum mencapai nilai negatif (Gambar 3).

C. Zona III (Y65(1)-Y63)

Persentase kelimpahan kelompok iklim hangat berkisar antara 34,41% - 55,25%, sedangkan kelimpahan kelompok iklim sejuk berkisar 5,02% - 17,74%. *Globigerinoides obliquus obliquus* dari kelompok iklim hangat dan *Globigerinoides praebulloides occlusa* dari kelompok iklim sejuk merupakan spesies dengan kelimpahan paling tinggi pada masing-masing kelompok iklim. Kelompok iklim hangat secara terus menerus mengalami peningkatan kelimpahan dari awal hingga akhir zona sedangkan kelimpahan kelompok iklim sejuk menjadi cenderung fluktuatif. Pada zona ini, iklim daerah penelitian cenderung kembali menghangat sejalan dengan peningkatan kelimpahan kelompok iklim hangat. Ditunjukkan pula pada kurva perubahan iklim yang pada awal zona bernilai 16,67 menjadi 50,23 pada akhir zona (Gambar 3).

D. Zona IV (Y28(1)-Y28(3))

Pada zona ini kedua kelompok iklim mengalami perubahan persentase, cenderung fluktuatif dan saling berlawanan. Persentase kelimpahan kelompok iklim hangat berkisar antara 48,83% - 54,46% dengan *Globigerinoides obliquus obliquus* sebagai spesies yang paling melimpah, sedangkan persentase kelimpahan kelompok iklim sejuk antara 4,95% - 14,08% dengan spesies kelimpahan tertinggi yaitu *Globigerina woodi woodi*. Kondisi iklim pada awal dan akhir zona relatif sama. Iklim daerah

penelitian relatif menjadi lebih sejuk pada pertengahan zona lalu kembali menghangat pada akhir zona dengan nilai kurva berkisar 34,74 - 49,10 (Gambar 3).

E. Zona V (Y28(4)-Y28(5))

Pada awal zona, kedua kelompok iklim sama-sama mengalami peningkatan kelimpahan bila dibandingkan dengan akhir zona sebelumnya. Pada zona ini terjadi penurunan kelimpahan kelompok iklim hangat pada akhir zona, dari 57,78% menjadi 41,18%. Kelompok iklim sejuk justru mengalami peningkatan kelimpahan dari 8% menjadi 12,83%. *Globigerinoides obliquus obliquus* merupakan spesies dari kelompok iklim hangat dengan kelimpahan paling tinggi pada zona ini, begitu pula dengan *Globigerina decoraperta* juga sebagai spesies paling melimpah pada kelompok iklim sejuk. Bersamaan dengan peningkatan kelimpahan kelompok iklim sejuk, daerah penelitian pada akhir zona berada pada kondisi sedikit lebih sejuk dari sebelumnya, namun masih berada pada zona iklim hangat dengan nilai kurva perubahan iklim pada awal zona bernilai 49,78 menjadi 28,34 pada akhir zona (Gambar 3).

F. Zona VI (Y28(6)-Y28(8))

Pada zona ini, kelompok iklim hangat terus mengalami peningkatan kelimpahan dari awal hingga akhir zona, dari 45,7% menjadi 48,15%. *Globigerinoides obliquus obliquus* sebagai spesies dengan kelimpahan tertinggi dari kelompok iklim hangat. Berlainan dengan kelompok iklim hangat, kelimpahan kelompok iklim sejuk justru semakin berkurang dari 12,37% menjadi 6,3% dengan *Globigerina praebulloides occlusa* sebagai spesies kelimpahan paling tinggi pada zona. Berkurangnya kelimpahan spesies kelompok iklim sejuk menunjukkan pada daerah penelitian terjadi perubahan kondisi yang kembali menghangat, ditunjukkan dari kurva perubahan iklim yang berubah dari 33,33 menjadi 41,85 (Gambar 3).

G. Zona VII (Y35)

Kembali terjadi perubahan kelimpahan yang saling berlawanan antara kedua kelompok iklim. Kelompok spesies iklim sejuk mengalami peningkatan dari akhir zona sebelumnya menjadi 10,67% pada zona ini. Penurunan kelimpahan spesies iklim hangat dari akhir zona sebelumnya, dengan nilai persentase kelimpahan menjadi 43,11% menunjukkan daerah penelitian kembali mengalami sedikit perubahan kondisi relatif lebih sejuk pada zona ini. Sejalan dengan hal tersebut, nilai kurva perubahan iklim berkurang menjadi 32,44. Sama seperti pada beberapa zona sebelumnya, *Globigerinoides obliquus obliquus* dalam kelompok iklim hangat menjadi spesies

dengan kelimpahan tertinggi. *Globigerina praebulloides occlusa* kembali menjadi spesies dengan kelimpahan tertinggi pada kelompok iklim sejuk (Gambar 3).

Secara keseluruhan, dari setiap zona iklim pada Formasi Jatiluhur tidak ditemukan adanya perubahan iklim yang sangat signifikan. Iklim pada daerah penelitian relatif tidak berubah, ditunjukkan dengan persentase kelimpahan kelompok iklim hangat dengan nilai yang tidak pernah lebih rendah dari nilai persentase kelimpahan kelompok iklim sejuk. Kurva perubahan iklim, menyatakan keadaan iklim Formasi Jatiluhur relatif tidak berubah dari zona hangat dengan nilai kurva yang selalu bernilai positif (Gambar 3).

Walaupun iklim secara keseluruhan selalu berada pada zona iklim hangat, fluktuasi pada kurva perubahan iklim mengindikasikan keterdapatannya bukti peristiwa iklim global (*global event*) saat pengendapan Formasi Jatiluhur pada 15,5 - 11 juta tahun yang lalu. Pada Zona I, kurva menunjukkan tidak adanya perubahan iklim yang signifikan hingga batas akhir zona (Gambar 3). Zona ini merepresentasikan puncak panas pada akhir Miosen Awal yang berbatasan dengan awal dari Miosen Tengah (Flower dan Kennett, 1994). Pada akhir dari Zona II, dengan nilai kurva perubahan iklim terendah menunjukkan kondisi paling sejuk pada daerah penelitian (Gambar 3), merefleksikan penurunan suhu (*global cooling*) serta pengaruh dari keterbentukan lapisan es pada bagian timur Antartika (East Antarctic Ice Sheet (EAIS)) (Holbourn, dkk., 2007). Pendinginan global yang terus berlangsung menyebabkan penurunan suhu permukaan laut pada wilayah lintang tinggi, sedangkan pada wilayah equatorial Pasifik terjadi peningkatan suhu permukaan (Loutit, dkk., 1983; Keller, 1985). Pada Zona III, daerah penelitian juga mengalami perubahan menjadi semakin hangat, menunjukkan kemungkinan adanya peningkatan temperatur (Gambar 3). Kemudian terjadi fluktuasi perubahan kondisi iklim hingga akhir Zona VII, namun nampak relatif tidak berubah dari zona iklim hangat (Gambar 3). Fluktuasi iklim dari awal Zona III hingga akhir Zona VII menunjukkan peristiwa iklim global terjadinya peningkatan temperatur permukaan wilayah lintang rendah atau *Middle Miocene Climatic Optimum* (MMCO) (Kapid, dkk., 2019).

KESIMPULAN

Berdasarkan kumpulan fosil foraminifera planktonik, pada 15,5 - 11 juta tahun yang lalu atau pada umur Miosen Tengah, keterbentukan dari Formasi Jatiluhur berada pada kondisi iklim hangat. Hal tersebut ditunjukkan dengan persentase kelimpahan kelompok iklim hangat selalu lebih tinggi dibandingkan kelimpahan kelompok iklim

sejuk. Zona iklim terbagi menjadi 7 zona ditinjau dari kecenderungan perubahan iklim pada kurva. Dari zona-zona tersebut, Zona II merupakan zona dengan kondisi paling sejuk dibandingkan zona lainnya. Dari keseluruhan zona tidak ditemukan adanya perubahan iklim yang signifikan atau relatif tidak berubah. Fluktuasi pada kurva perubahan iklim kemungkinan menjadi bukti pengaruh peristiwa iklim global pada saat pengendapan Formasi Jatiluhur. Zona I dengan kondisi iklim hangat mengindikasikan puncak panas pada perbatasan Miosen Awal dan Miosen Tengah, Zona II dengan kondisi paling sejuk kemungkinan dipengaruhi penurunan suhu global dan perkembangan *East Antarctic Ice Sheet* (EAIS) pada Miosen Tengah, dan Zona III hingga Zona VII dengan kondisi iklim hangat menunjukkan peningkatan temperatur permukaan pada wilayah lintang rendah pada Miosen Tengah atau *Middle Miocene Climatic Optimum* (MMCO).

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Laboratorium Paleontologi, Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran dan seluruh pihak yang terlibat atas bantuan serta dorongan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Boersma, A. (1998). Foraminifera. Dalam: Haq, B. U., & Boersma, A (Editor). *Introduction to marine micropaleontology* (pp. 19-77). Elsevier Science.
- Bolli, H.M. and Saunders, J.B. (1985). Oligocene to Holocene low latitude planktic foraminifera. Dalam: H.M. Bolli, J.B. Saunders, and K. Perch-Nielsen (Eds.), *Plankton Stratigraphy*. Cambridge Univ. Press, pp. 155-262.
- Boltovskoy, E and Wright, R. (1976). *Recent Foraminifera*, The Hague
- Cita, M. B., Vergnaud-Grazzini, C., Robert, C., Chamley, H., Ciaranfi, N., & d'Onofrio, S. (1977). Paleoclimatic record of a long deep sea core from the eastern Mediterranean. *Quaternary Research*, 8(2), 205-235.
- Clarke, A., Church, J., & Gould, J. (2001). .2 Ocean processes and climate phenomena. Dalam: Siedler, G., Gould, J., & Church, J. A. (Eds). *Ocean circulation and climate: observing and modelling the global ocean*. *International Geophysics* (Vol. 77, pp. 11-30). Academic Press.
- Fauzielly, L., Jurnaliah, L., & Fitriani, R. (2018). Paleobatimetri Formasi Jatiluhur Berdasarkan Kumpulan Foraminifera Kecil Pada Lintasan Sungai Cileungsi, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. *RISSET Geologi dan Pertambangan*, 28(2), 157-166.

- Flower, B. P., & Kennett, J. P. (1994). The middle Miocene climatic transition: East Antarctic ice sheet development, deep ocean circulation and global carbon cycling. *Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology*, 108(3-4), 537-555.
- Henderson-Sellers, A. (2012). Seeing Further: The Futurology of Climate. Dalam: Henderson-Sellers, A., & McGuffie, K. (Eds.). *The future of the world's climate*. (Edisi I, pp. 3-25) Elsevier.
- Hodgkinson, R. L. (1991). Microfossil processing; a damage report. *Micropaleontology*, 37(3), 320-326.
- Holbourn, A., Kuhnt, W., Schulz, M., Flores, J. A., & Andersen, N. (2007). Orbitally-paced climate evolution during the middle Miocene "Monterey" carbon-isotope excursion. *Earth and Planetary Science Letters*, 261(3-4), 534-550
- Kapid, R., Santoso, W. D., Ikhsan, B., Jambak, M. A., & Erwin, D. (2019). The Mid Miocene Climatic Optimum (MMCO) Indication at Low Latitude Sediment Case Study: The Miocene Cibulakan Formation, Bogor Basin, Indonesia. *International Journal on Advanced Science Engineering and Information Technology*. Vol 9 (2):594
- Keller, G. (1985). Depth stratification of planktonic foraminifers in the Miocene ocean. *The Miocene ocean: paleoceanography and biogeography*, 163, 177-196.
- Kennett, J. P., Keller, G., Srinivasan, M. S. (1985). Miocene planktonic foraminiferal biogeography and paleoceanographic development of the Indo-Pacific region. *The Miocene Ocean: Paleoceanography and biogeography: Boulder, Colorado Geologic Society of America Memoir*, 197-236.
- Kucera, M. (2007). Planktonic foraminifera as tracers of past oceanic environments, Chapter 6. Dalam Hillaire-Marcel, C., & De Vernal, A. (Eds.) *Developments in marine geology: Proxies in Late Cenozoic Paleoceanography*. (pp. 213-262). Elsevier, Oxford.
- Lionello, P., Abrantes, F., Congedi, L., Dulac, F., Gacic, M., Gomis, D., ... & Planton, S. (2012). Introduction: mediterranean climate: background information. Dalam: Lionello, P (Editor). *The climate of the mediterranean region: from the past to the future*. Elsevier.
- Loutit, T. S., Kennett, J. P., & Savin, S. M. (1983). Miocene equatorial and southwest Pacific paleoceanography from stable isotope evidence. *Marine Micropaleontology*, 8(3), 215-233.
- Martodjodjo, S., (2003). *Evolusi Cekungan Bogor Jawa Barat*. Jurusan Teknik Geologi. Institut Teknologi Bandung.
- Parsons, T. R., & Lalli, C. (1997). *Biological oceanography: an introduction*. Edisi ke 2. Elsevier.
- Planton, S. (2013). "Annex III. Glossary: IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change". *IPCC Fifth Assessment Report*. p. 1450.
- Saraswati, P. K., & Srinivasan, M. S. (2015). *Micropaleontology: Principles and applications*. Springer.
- Sudjatmiko. (2003). *Peta Geologi Lembar Cianjur, Jawa Barat*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Spezzaferri, S. (1995). Planktonic foraminiferal paleoclimatic implications across the Oligocene-Miocene transition in the oceanic record (Atlantic, Indian and South Pacific). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 114 (1), pp. 43-74.
- Van Gorsel, J. T., & Troelstra, S. R. (1981). Late Neogene planktonic foraminiferal biostratigraphy and climatostratigraphy of the Solo River section (Java, Indonesia). *Marine Micropaleontology*, 6(2), 183-209.
- Yesa, R. (2019). "Geologi Daerah Jatiluhur dan Sekitarnya, Kecamatan Jatiluhur, Kabupaten Purwakarta, Provinsi Jawa Barat". Pemetaan Geologi Lanjut. Fakultas Teknik Geologi. Prodi Teknik Geologi. Universitas Padjadjaran: Sumedang. Tidak dipublikasikan.

