



**PALEOSALINITAS DAN PALEOTEMPERATUR
KALA MIOSEN AKHIR – PLIOSEN
BERDASARKAN FORAMINIFERA BENTONIK KECIL
PADA LINTASAN KALI DOLOG, JAWA TENGAH**

¹Bayana Eka Putri, ¹Lia Jurnaliah, ¹Lili Fauzielly
¹Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran, Bandung

*Korespondensi: bayanaep@gmail.com

ABSTRAK

Stratigrafi daerah penelitian termasuk ke dalam Formasi Kalibeng dan secara administratif, terletak di Desa Batusari, kecamatan Mranggen dan Kabupaten Demak, Provinsi Jawa Tengah. Foraminifera bentonik bersifat sangat responsif terhadap perubahan kondisi lingkungan sehingga baik digunakan untuk memahami dan mempelajari mengenai paleosalinitas dan paleotemperatur. Analisis kluster foraminifera bentonik kecil berasal dari tujuhbelas sampel sedimen menghasilkan empat Asosiasi sampel, yaitu Asosiasi A, Asosiasi B, Asosiasi C, dan Asosiasi D. Berdasarkan keempat Asosiasi sampel, pada Kala Miosen Akhir-Pliosen. Paleosalinitas daerah penelitian relatif stabil yaitu salinitas normal marin, sedangkan paleotemperatur dasar laut mengalami delapan kali perubahan yaitu dari dingin ke dingin-sedang.

Kata Kunci : Formasi Kalibeng, Miosen Akhir-Pliosen, Foraminifera, Asosiasi sampel, Paleosalinitas, Paleotemperatur.

ABSTRACT

The stratigraphy of the research area belongs to Kalibeng Formation and administratively, it is located in Batusari Village, Mranggen district and Demak Regency, Central Java Province. Benthonic foraminifera are very responsive to changing environmental conditions therefore is great for understanding and studying about paleo salinity and paleo temperature. Cluster Analysis of small benthonic foraminifera derived from seventeen sediment samples yielded four- sample associations, namely Association A, Association B, Association C, and Association D. Based on the four sample associations, at Late Miocene - Pliocene the Paleo salinity of the research area was relatively stable i.e. normal marine salinity. Meanwhile, seabed paleo temperature had eight times changes from cold to cold-cool.

Keywords: Kalibeng Formation, Late Miocene – Pliocene, Foraminifera, Sample Associations, Paleo salinity, Paleo temperature.

1. PENDAHULUAN

Foraminifera diklasifikasikan ke dalam Kerajaan Protista dan masuk ke dalam Filum Protozoa yang hidup secara akuatik, memiliki satu atau lebih kamar yang terpisah satu sama lain oleh septa yang ditembus oleh banyak lubang halus atau foramen (Pringgoprawiro dan Kapid, 2000). Pada umumnya, foraminifera mensekresi materi cairan mineral sehingga menghasilkan cangkang (test) berongga dan menjadi fosil dalam sedimen batuan (Albani, 1979 dalam Puspasari dkk., 2012). Secara umum, foraminifera dapat hidup dan tumbuh pada semua tipe perairan termasuk laut, danau, rawa dan perairan tawar (Boltovskoy dan Wright, 1976; Murray, 2006).

Banyak faktor yang mempengaruhi kehidupan foraminifera seperti jenis sedimen, kedalaman kolom air, salinitas, nutrient, tingkat keasaman (pH), arus dan lain-lain. Secara biologis, foraminifera bentonik lebih mudah dipelajari karena mempunyai sifat hidup yang tetap, siklus hidupnya telah diketahui dengan pasti serta dapat memberikan informasi mengenai paleoekologi (Kennett, 1982). Sebaran foraminifera sangat dipengaruhi oleh kondisi ekologi, sehingga spesies tertentu akan mencerminkan kondisi ekologi tertentu sehingga foraminifera baik digunakan untuk mengetahui kondisi ekologi masa lalu (Sen Gupta, 2003).

Foraminifera bentonik kecil digunakan sebagai objek penelitian untuk melihat perubahan paleosalinitas dan paleotemperatur pada lintasan Kali Dolog, Desa Batusari, kecamatan Mranggen dan Kabupaten Demak, Provinsi Jawa Tengah. Geologi regional daerah penelitian menunjukkan daerah penelitian termasuk kedalam Formasi Kalibeng (Sukardi dan Budhitisna,

1992). Formasi Kalibeng diperkirakan berumur Miosen Akhir – Pliosen dan terendapkan pada lingkungan laut dalam. Formasi Kalibeng dipilih sebagai daerah penelitian karena memiliki kandungan foraminifera yang melimpah. Penelitian ini dilakukan untuk menentukan perubahan paleosalinitas dan paleotemperatur yang terjadi pada Miosen Akhir – Pliosen pada daerah penelitian.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Geologi regional daerah penelitian termasuk kedalam Formasi Kalibeng. Formasi Kalibeng pada daerah penelitian berada pada Cekungan Jawa Timur bagian utara dan terdiri dari napal bersisipan batupasir gampingan (Noya dkk, 1992). Formasi Kalibeng dicirikan dengan litologi napal pejal di bagian atas dan napal bersisipan batupasir tufan dan bintal batugamping di bagian bawah. Napal pejal berwarna kelabu cerah, kaya akan fosil planktonik dan bentonik, bagian permukaannya menunjukkan *conchoidal fracture*, setempat karbonatan dan terdapat jejak binatang. Batupasir tufan berwarna kelabu cerah, berbutir sedang, dan setempat gampingan serta kaya akan fosil planktonik. Batugamping berwarna kecoklatan, berbutir sangat halus dan sangat padat. Formasi ini berumur Miosen Akhir – Pliosen (N16-N21) yang terendapkan pada lingkungan laut dalam, setempat terjadi pendangkalan sehingga mengakibatkan terjadinya pengendapan Anggota Bayak, Damar, Kapung, dan Klitik, semua anggota tersebut mengandung bahan gunungapi. (Karmini, 1982 dalam Sukardi dan Budhitisna, 1992).

Foraminifera bentonik hidup di lapisan permukaan sedimen dasar perairan dan terdapat pada hampir semua lingkungan laut dan transisi. Ada

dua jenis foraminifera bentonik yaitu foraminifera bentonik kecil dan foraminifera bentonik besar. Material penyusun cangkang (*test*) merupakan agglutinin, arenaceous, khitin, dan gampingan. Foraminifera bentonik kecil digunakan untuk penentu batimetri karena hidupnya peka terhadap lingkungan, sehingga hanya hidup pada kedalaman tertentu. Penyebarannya sangat berhubungan dengan kedalaman, karena faktor 'ini' mengontrol parameter lingkungan lain seperti intensitas cahaya, persediaan unsur hara, temperatur, salinitas, tekanan hidrostatik, kandungan oksigen dan karbondioksida (Kennett, 1982).

3. METODE

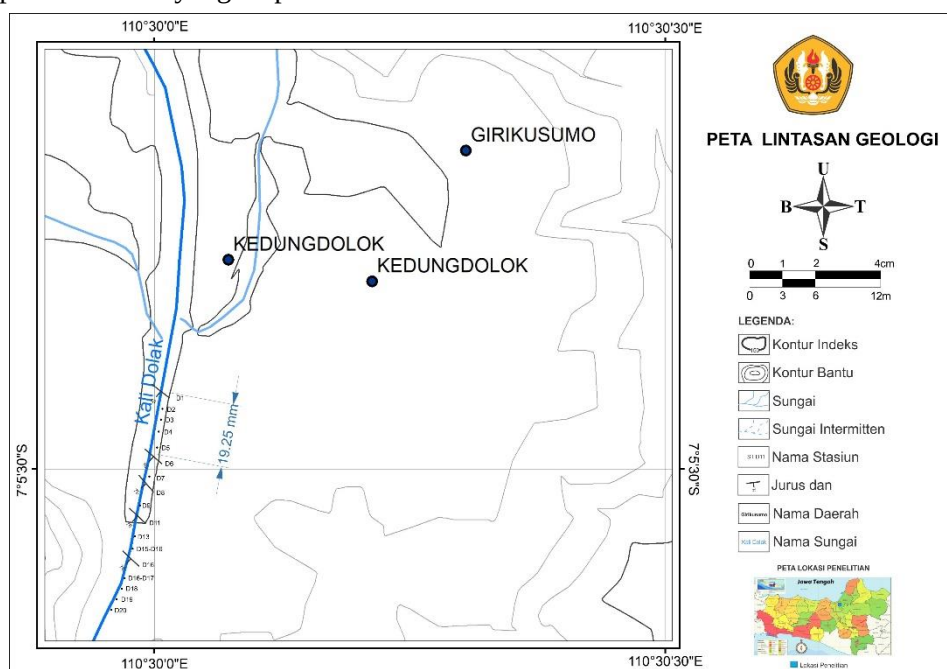
Tahap pengerjaan lapangan dilakukan dengan pengambilan sampel sedimen pada penampang terukur (*measured section*) secara sistematis. Lintasan penelitian memiliki panjang 210 meter. Dari lintasan tersebut, diambil 17 sampel sedimen yang digunakan untuk analisis foraminifera dengan interval pengambilan sampel 10 meter (Gambar 1).

Sampel sedimen yang diperoleh dari

lapangan lalu dipreparasi. Tahap preparasi sampel sedimen pada penelitian ini terdiri dari proses mengubah sampel sedimen menjadi residu, penjentikan fosil, dan menempelkan fosil foraminifera pada *plate* fosil. Penjentikan fosil dilakukan secara kuantitatif dengan menghitung semua jumlah individu dalam 1 gram residu. Determinasi dari setiap fosil foraminifera mengacu pada Loeblich & Tappan (1994)

Analisis kluster dilakukan untuk menentukan Asosiasi sampel dengan menggunakan program SPSS (*Statistical Product Solution Service*) yang nantinya akan menghasilkan dendrogram. Hasil analisis kuantitatif kemudian dipresentasikan. Setiap Asosiasi dicirikan oleh foraminifera bentonik kecil terpilih untuk menentukan zona lingkungan. Penentuan zona lingkungan dari setiap Asosiasi mengacu pada Murray (1991).

Foraminifera bentonik kecil terpilih adalah foraminifera dengan jumlah spesimen $\geq 5\%$ dan hadir minimal dalam satu sampel (Lewis, 2006 dan



Rai&Singh, 2012 dalam Jurnaliah, 2019).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Foraminifera

Dari hasil analisis kuantitatif, 17 sampel yang diteliti mengandung foraminifera bentonik kecil. Pada 17 sampel tersebut terdapat 93 genus fosil foraminifera bentonik kecil berjumlah 64,264 individu.

Hasil dari analisis kluster menggunakan SPSS menghasilkan sebuah dendrogram yang menunjukkan Asosiasi antar sampel sedimen berdasarkan kandungan fosil foraminifera bentonik di dalamnya. Dari diagram tersebut diperoleh 4 kelompok Asosiasi Sampel yaitu Asosiasi A, Asosiasi B, Asosiasi C, dan Asosiasi D (Gambar 2).

4.2.1. Asosiasi A

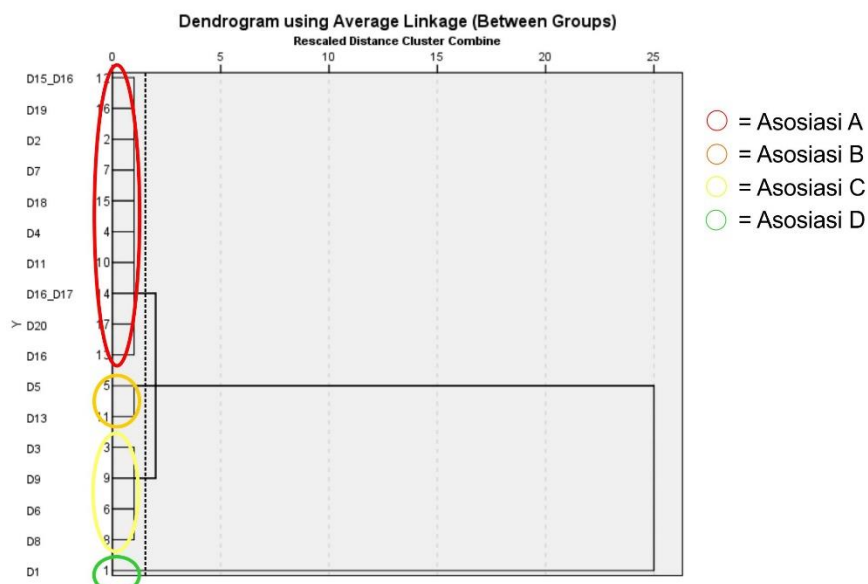
Asosiasi A terdiri dari sepuluh sampel sedimen dengan kode D2, D4, D7, D11, D15-D16, D16, D16-D17, D18, D19 dan D20. Pada Asosiasi A terdapat total 22,424 individu dari 78

sedimen tersebut didapatkan genus-genus terpilih yaitu *Lenticulina*, *Bolivina*, *Cibrostomoides*, dan *Amphistegina*.

Kondisi salinitas dan temperatur masing – masing genus terpilih pada Asosiasi A yaitu kondisi salinitas normal marin (32 – 37 %) dengan keadaan suhu yang dingin. Pada Asosiasi A terdapat foraminifera bentonik yang paling besar kehadirannya yaitu *Lenticulina*, dengan jumlah individu sebesar 3,208 individu dan dengan persentase 14.31%. *Lenticulina* merupakan hewan epifaunal (hewan yang hidup diatas permukaan sedimen), hidup pada pada substrat lumpuran dengan salinitas normal *marine* dan temperatur dingin, dan hidup pada zona neritik luar – batial.

4.2.2. Asosiasi B

Pada Asosiasi B terdapat dua sampel sedimen dengan kode D5 dan D13. Pada Asosiasi B terdapat total 8,000 individu dari 23 genus yang terakumulasi dari dua sampel sedimen. Dari dua sampel sedimen tersebut didapatkan genus-



Gambar 2. Dendrogram Hasil Analisis Kluster menggunakan SPSS

genus yang terakumulasi dari sepuluh sampel sedimen. Dari sepuluh sampel

genus terpilih yaitu *Bolivina*,

Lenticulina, *Heterolepa*, *Hyalinea*, dan *Quinqueloculina*.

Berdasarkan kondisi salinitas dan temperatur masing – masing genus terpilih, kondisi salinitas sosiasi B adalah normal marin (32 – 37 %) dengan keadaan suhu yang dingin – sedang.

Asosiasi B terdapat foraminifera bentonik yang paling berbeda kehadirannya dari Asosiasi lainnya yaitu *Hyalinea*, dengan jumlah individu sebesar 512 individu dengan persentase 6.4%. *Hyalinea* merupakan hewan epifaunal (hewan yang hidup diatas permukaan sedimen), hidup pada pada substrat lumpur dan lanau dengan salinitas normal *marine*, temperatur dingin – sedang, dan hidup pada zona neritik – batial atas.

4.2.3. Asosiasi C

Asosiasi C terdiri dari empat sampel sedimen dengan kode D3, D6, D8 dan D9. Pada Asosiasi C terdapat total 16.640 individu dari 37 genus. Dari empat sampel sedimen tersebut didapatkan genus-genus terpilih yaitu *Bolivina*, *Bulimina*, *Anomalinoidea*, *Uvigerina* dan *Hyalinea*

Berdasarkan kumpulan genus terpilih, Asosiasi C memiliki kondisi salinitas normal marin (32 – 37 %) dengan keadaan suhu yang dingin – sedang.

Di dalam Asosiasi C terdapat foraminifera bentonik penciri yaitu *Bulimina*, dengan jumlah individu sebesar 4,224 individu dengan persentase 25.38%. *Bulimina* merupakan hewan infaunal (hewan yang hidup pada lapisan sedimen) hidup pada pada substrat lumpur – pasir halus dengan salinitas normal marin, temperatur dingin – sedang, dan berada pada zona neritik dalam – batial.

4.2.4. Asosiasi D

Asosiasi D hanya terdiri dari satu sampel sedimen dengan kode D1. Pada Asosiasi D terdapat total 14,848

individu dari 22 genus yang terakumulasi dari satu sampel sedimen. Dari satu sampel sedimen tersebut didapatkan genus-genus terpilih yaitu *Lenticulina*, *Bolivina*, *Cibrostomoides*, dan *Amphistegina*.

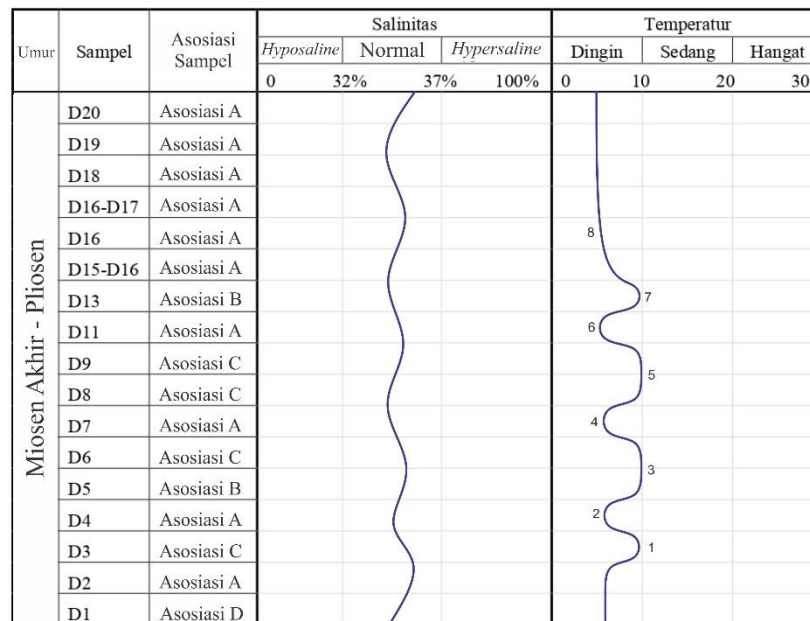
Berdasarkan kondisi salinitas dan temperatur masing – masing genus terpilih, kondisi salinitas Asosiasi D yaitu salinitas normal marin (32 – 37 %) dengan keadaan suhu yang dingin.

Asosiasi D terdapat foraminifera bentonik yang paling berbeda kehadirannya dari Asosiasi lainnya yaitu *Fissurina*, dengan jumlah individu sebesar 1.024 individu dan dengan persentase 6.9%. *Fissurina* hidup pada substrat sedimen berlumpur dengan salinitas normal marin, temperatur dingin, dan berada pada zona neritik.

4.3. Diskusi

Kondisi salinitas pada D1-D20 menunjukkan kondisi yang sama yaitu kondisi salinitas normal marin (32-37%). Temperatur D1 hingga D13 mengalami kenaikan dan penurunan berulang yaitu suhu dingin hingga dingin – sedang sebanyak tujuh kali. Temperatur pada D11 – D20 mengalami perubahan dan cenderung stagnan yaitu dengan suhu yang dingin (Gambar 3). Temperatur dingin – sedang pada Indonesia mungkin dipengaruhi oleh tektonik dan paleoseanografi di Indonesia.

Menurut Kenneth. J. P. (1985), Kuhnt, dkk. (2004), dan Akmaluddin, dkk. (2010), adanya perubahan tektonik pada Miosen Akhir hingga Pliosen Awal di Indonesia yang menyebabkan tertutupnya *deepwater* Indonesia Gateway, yaitu jalur perpindahan massa air pada kedalaman 600 m dari Samudra Pasifik menuju Samudra Hindia melalui wilayah Indonesia. Karena tertutupnya jalur itu, maka volume air panas dari Samudra Pasifik yang masuk ke Samudra Hindia berkurang, dan



Gambar 3. Perubahan Salinitas dan Temperatur Pada Kala Miosen Akhir - Pliosen

menyebabkan mendinginnya suhu air Samudra Hindia pada batas 600 m. Tang (2015) menjelaskan bahwa pada Miosen Akhir adanya angin Monsoon yang lebih dingin daripada angin Monsoon resen, sehingga menyebabkan suhu yang lebih dingin pada permukaan (*cooling surface*). Selanjutnya pada Pliosen terjadi Glasial Arktik. Karena kedua global events tersebut menyebabkan terjadinya penurunan temperatur secara global.

5. KESIMPULAN

Dari analisis 17 sampel sedimen pada lintasan Kali Dolog dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada daerah penelitian terdapat 4 Asosiasi yaitu Asosiasi A dengan genus penciri *Lenticulina*, Asosiasi B dengan genus penciri *Hyalinea*, Asosiasi C dengan genus penciri *Bulimina*, dan Asosiasi D dengan genus penciri *Fissurina*.
2. Pada lintasan Kali Dolog terjadi delapan kali perubahan temperatur dari dingin ke dingin-sedang pada sampel D1 – D13 dan kondisi

salinitas stabil pada kondisi salinitas normal marin (32% - 37%).

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji dan syukur yang sebesar-besarnya saya hantarkan ke Tuhan Yang Maha Esa yang telah mengizinkan penulis menyelesaikan penelitian ini. Ucapan terima kasih yang sebesar – besarnya ditujukan kepada dosen Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran yang telah mengizinkan penggunaan sampel dalam kegiatan analisis dan telah membimbing dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Akmaluddin, Koichiro Watanabe, Akihiro Kano dan Wartono Rahardjo. 2010. Miocene Warm Tropical Climate: Evidence Based on Oxygen Isotope in Central Java, Indonesia. *International Journal of Environmental and Earth Science*. 1:2, h/52-56
- Boltovskoy, E. dan Wright, R., 1976. *Recent Foraminifera*. Dr. W.Junk b.v. publishers the Hague; hal. 513.

- Jurnaliah, L., Syafri, I., Sudrajat, A., dan Kapid, R. 2019. *Asosiasi dan Ekologi Perairan Jawa Tengah Bagian Utara Berdasarkan Kumpulan Foraminifera Bentik Kecil*. Jurnal Geologi Kelautan Vol. 17 No. 2
- Kennet, J.P. 1982. *Marine Geology*. Prentice Hall Inc: Englewood Cliffs, New York.
- Kennet, J.P. 1985. *Miocene Planktonic Foraminiferal Biogeography and Paleoceanography Development of the Indo-Pacific Region*. Geological Society of America Memoir 163, h.197-235.
- Kuhnt, Wolfgang, Ann Holbourn, Robert Hall, Maja Zuvela, dan Rolf Kase. 2004. *Neogene History of the Indonesia Throughflow*. American Geophysical Union.
- Loeblich, A. R., dan Tappan, H., 1994. *Foraminifera of the Sahul Shelf and Timor Sea*. Special Publication no. 31. Cushman Foundation For Foraminiferal research Inc. Department of Invertebrate Paleontology. Harvard University. Cambridge, USA; 661 hal.
- Murray, J.W. 1991. *Ecology and Palaeoecology of Benthic Foraminifera*. Logman Scientific & Technical, London.
- Murray, J. W. 2006. *Ecology & Applications of Benthic Foraminifera*. Cambridge University Press. UK; hal. 327-343.
- Noya Y., Suwanti T., Harsono dan Sarmili L. 1992. *Peta Geologi Lembar Mojokerto Jawa Timur*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Indonesia. Bandung.
- Pringgoprawiro, H. dan Kapid, R., 2000. *Foraminifera Pengenalan Mikrofosil dan Aplikasi Biostratigrafi*. Penerbit ITB, Bandung
- Puspasari, R., Marsoedi, A. Sartimbul., & Suhartati. (2012). *Kelimpahan foraminifera bentik pada sedimen permukaan perairan dangkal pantai timur Semenanjung Ujung Kulon*. Kawasan Taman Nasional Ujung Kulon, Banten, Jurnal Penelitian Perikanan, 1(1), 1-9.
- Sen Gupta, B. K. 2003. *Introduction to modern foraminifera dalam Barun K. Sen Gupta (ed), modern foraminifera*. Kluwer Academic Publishers, Great Britain, 3–6.
- Sukardi dan Budhitrisna T. 1992. *Peta Geologi Lembar Salatiga, Jawa*. Skala 1 : 100.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi: Bandung.
- Tang H., J.T. Eronen et al. 2015. *Strong winter monsoon wind cause surface cooling over India and China in the Late Miocene*. Publisher: Copernicus Publications on behalf of the European Geosciences Union, hal. 63-77