



## Perubahan Iklim Kala Miosen Akhir Berdasarkan Analisis Palinologi Di Formasi Lemau, Bengkulu

Sakilla Gia Mentari<sup>1\*</sup>, Muhammad Eval Juni Wijaya<sup>1</sup>, Adesti Audina Ulfah<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sumatera, Lampung, Universitas Jenderal Soedirman

DOI: <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v6i4.599>

### Article Info:

Received : 20 September 2025

Revised : 15 Oktober 2025

Accepted : 29 Oktober 2025

Published : 14 November 2025

### Correspondence:

Sakilla Gia Mentari

Phone: +628121547421

**Abstract:** Fossil pollen and spores can be used to determine the age and depositional environment of sedimentary rocks, as well as to reconstruct the paleoclimate at the time the rocks were formed. The use of pollen and spores for paleoclimate reconstruction in Sumatra remains limited. This study aims to identify the pollen and spore assemblages of the Lemau Formation and to reconstruct Late Miocene climatic changes based on these assemblages. Sampling was conducted through a measured stratigraphic section at 5–8 cm intervals, and laboratory analysis employed the hydrogen peroxide method. A total of ten rock samples were collected and analyzed. The results indicate that the study area experienced a warm climate with five episodes of humidity variation, interpreted from changes in the abundance of arboreal pollen, non-arboreal pollen, Graminae, spores, and montane pollen. The warm climatic conditions and humidity fluctuations are inferred to be related to the global Middle Miocene Climate Optimum (MMCO) event, as well as to uplift activity of the Bukit Barisan Range in the study area.

**Keywords:** Lemau Formation, Late Miocene, climate change, pollen, spores

**Citation:** Mentari, S., & Wijaya, M. E. J. (2025). Perubahan Iklim Kala Miosen Akhir Berdasarkan Analisis Palinologi Di Formasi Lemau, Bengkulu. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, Dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*, 6(4), 2092–2096. <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v6i4.599>

## Pendahuluan

Polen dan spora merupakan alat perkembangbiakan pada tanaman. Polen atau serbuk sari merupakan alat perkembangbiakan jantan pada tanaman jenis *Spermatophyta* (*Angiospermae* dan *Gymnospermae*). Sedangkan spora merupakan alat perkembangbiakan yang dihasilkan oleh tumbuhan tingkat rendah *non vaskuler*, seperti tumbuhan jamur, alga, lumut (*Bryophyta*) dan tumbuhan paku (*Pteridophyta*) (Buvat, 1989; Azizah dkk., 2016).

Fosil polen dan spora oleh beberapa ahli telah digunakan untuk membantu dalam menentukan umur, lingkungan pengendapan maupun iklim purba. Beberapa penelitian menggunakan fosil polen dan spora dalam menentukan iklim yaitu Rahardjo (1999), Yulihanto dkk., (2019), Rachman dkk., (2020) dan Istiana & Zulfiah (2022). Rahardjo (1999) menganalisis perubahan iklim pada umur Pliosen-Plistosen di daerah Mojoroto Jawa Timur. Yulihanto dkk., (2019) melakukan

analisis untuk menentukan iklim Plistosen Awal pada Formasi Pucangan di Daerah Sangiran. Kemudian Rachman dkk., (2020) melakukan analisis untuk mengetahui perubahan iklim pada danau Bandung purba dan Istiana & Zulfiah (2022) melakukan analisis perubahan iklim Pliosen Akhir pada Formasi Tapak di daerah Bentarsari di Kabupaten Brebes, Jawa Tengah.

Iklim merupakan kondisi rata-rata cuaca di titik lokasi tertentu di permukaan bumi pada suatu jangka waktu yang panjang (Ramadhani, 2014; Rachman, 2020). Pada Miosen Akhir-Pliosen, wilayah Asia Tenggara terjadi pendinginan dengan iklim yang berubah menjadi menjadi lebih dingin dan kering berdasarkan data foraminifera (Holbourn dkk., 2018). Penelitian Rachmadhan (2019) di Jalur Ngioro pada batuan berumur Miosen Tengah-Pliosen dan Ulfah dkk., (2023) di Formasi Oyo, Jalur Sungai Oyo berumur. Miosen Akhir menggunakan fosil foraminifera, menunjukkan hasil yang sama yaitu terjadi iklim dingin di daerah

Email: [sakilla.mentari@gl.itera.ac.id](mailto:sakilla.mentari@gl.itera.ac.id)

penelitian. Selain berdasarkan data foraminifera, penelitian menggunakan nanofosil di di Sungai Kedung Sumber, Zona Kendeng oleh Choiriah & Prasetyadi (2020) menunjukkan pada Miosen Akhir terjadi trend pendinginan. Di Bengkulu sendiri, penelitian tentang paleoklimat menggunakan makrofosil dilakukan oleh Maulia & Idarwati (2023) pada Formasi Simpangaur. Hasil penelitian menunjukkan Formasi Simpangaur yang berumur Miosen Akhir-Pliosen diendapkan pada iklim yang hangat.

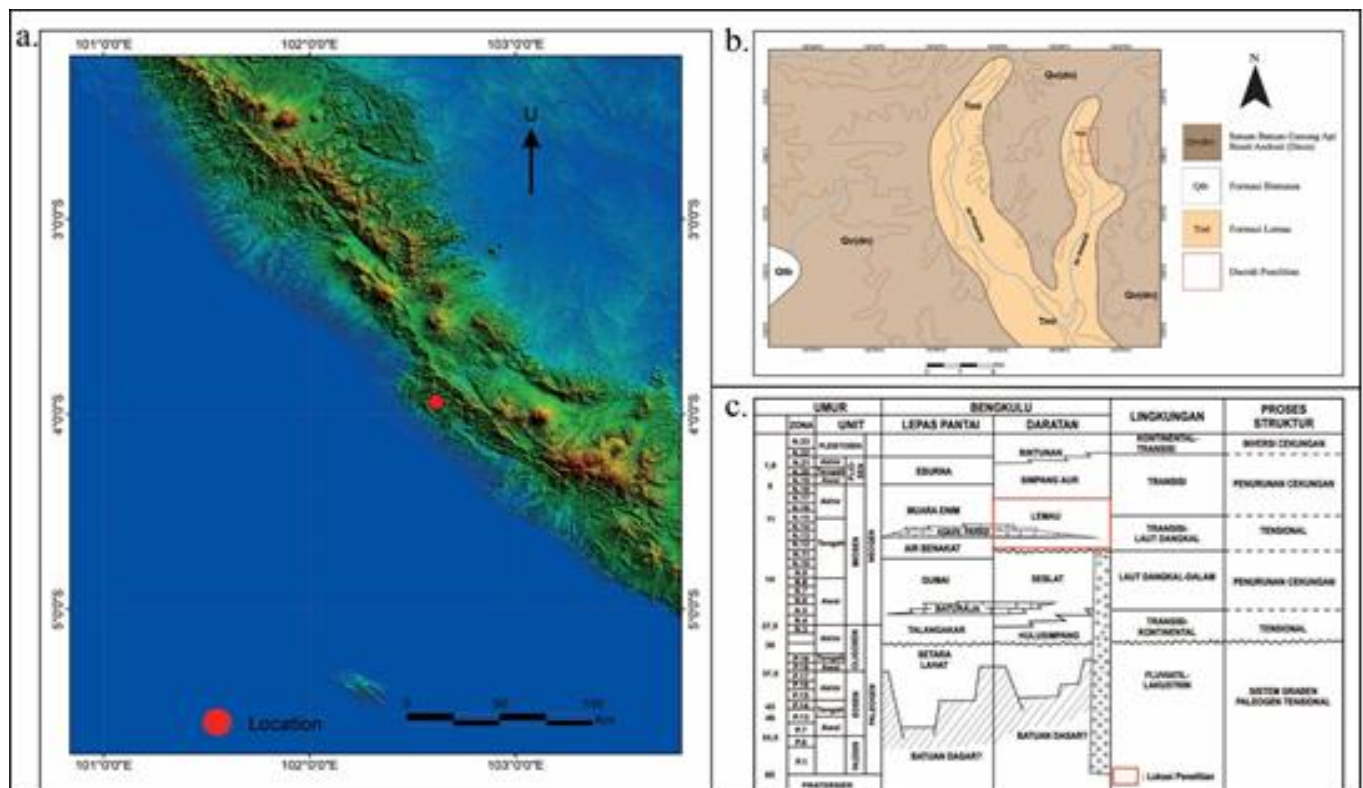
Cekungan Bengkulu merupakan salah satu cekungan depan busur yang ada di Pulau Sumatra. Salah satu formasi batuan penyusun cekungan ini yang adalah Formasi Lemau yang berumur Miosen. Saat ini, penelitian iklim purba di Pulau Sumatra masih sangat jarang dilakukan, terutama penelitian di Formasi Lemau. Sebagian besar penelitian tentang paleoklimat juga menggunakan formanifera sebagai proxinya, padahal dapat juga menggunakan fosil polen dan spora. Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat kandungan polen dan spora yang ada di Formasi Lemau serta perubahan iklim yang terjadi pada Miosen Akhir berdasarkan kandungan polen dan sporanya.

**Geologi Regional**

Cekungan Bengkulu merupakan salah satu cekungan depan busur di Pulau Sumatra, akibat terjadinya pengangkatan Pegunungan Bukit Barisan

pada Miosen Tengah (Hastuti dkk., 2001; Husein dkk., 2018) (**Gambar 1a**). Fase kedua aktivitas tektonik di Pulau Sumatera terjadi pada Kapur Akhir-Tersier Awal yang menghasilkan struktur berupa sesar mendatar kanan dan sesar mendatar kiri (Pullonggono dkk., 1992; Aini & Hastuti, 2022). Sebelum terjadi pengangkatan, cekungan ini dulunya merupakan bagian dari Cekungan Sumatra Selatan. Akibat kegiatan tektonik tersebut, membentuk jalur vulkanik dengan Cekungan Bengkulu menjadi *forearc*, Pegunungan Bukit Barisan sebagai *volcanic arc*, dan Cekungan Sumatra Selatan menjadi *back arc*.

Formasi Lemau tersusun dari litologi breksi gunung api epiklastik, batupasir gunungapi epiklastik bersusun dasit, batupasir dengan sisipan batubara, batupasir mengandung moluska, batulempung dan batugamping, berumur Miosen Tengah-Akhir (Gafoer dkk., 1992). Formasi ini diendapkan pada lingkungan transisi-laut dangkal (Yulihanto dkk., 1995) (**Gambar 1c**). Berdasarkan analisis foraminifera di Daerah Tanjungdalam, Bengkulu Utara, formasi ini diendapkan pada lingkungan delta hingga laut dangkal dan berasosiasi membentuk lingkungan *marsh/swamp*, *lagoon*, *back barrier* dan *foreshore* (Tarigan dkk., 2018). Sedangkan berdasarkan analisis polen dan spora di Selama, formasi ini diendapkan pada lingkungan *lagoon* hingga *freshwater* (Mentari dkk., 2023).



**Gambar 1.** Lokasi penelitian; a. Lokasi penelitian dalam Citra DEM; b. Peta geologi daerah penelitian (modifikasi Gafoer dkk., 1992); posisi formasi batuan dalam stratigrafi Cekungan Bengkulu (Yulihanto dkk., 1995).

**Metode**

Penelitian dilakukan pada Formasi Lemau yang berada pada lapangan batubara PT. Bara Indah Lestari, Seluma, Bengkulu dan termasuk dalam Peta Geologi Lembar Bengkulu menurut Gafoer dkk., (1992) (**Gambar 1.b**). Penelitian dilakukan dalam dua tahap, yaitu tahap pengumpulan data dan pengumpulan sampel batuan serta tahap laboratorium dan interpretasi data. Pengambilan data lapangan menggunakan metode stratigrafi terukur. Pengambilan sampel dilakukan pada interval 5-8cm pada *outcrop* singkapan dengan litologi yang memiliki ukuran butir halus, seperti batulempung, batulanau atau batupasir halus. Sampel yang ada selanjutnya dideskripsikan secara megaskopis yang meliputi warna, ukuran butir, tekstur, struktur maupun pengujian menggunakan HCl.

Tahap analisis laboratorium menggunakan metode hidrogen peroksida yang mengacu pada alur preparasi menurut Ridding dkk., (2007) (**Gambar 2**). Setelah sampel selesai di preparasi, tahapan selanjutnya berupa determinasi. Palinomorf yang ada diidentifikasi berdasarkan ciri yang ada menggunakan mikroskop dengan perbesaran 400x dan 1000x. Selanjutnya dibandingkan dengan beberapa sumber referensi palinomorf di Indonesia dan Asia Tenggara pada umur Tersier-Kuarter, antara lain Muller (1968), Germeraad (1968), Anderson (1975), dan Morley (1991 dan 1998).

Tahap interpretasi untuk penentuan iklim menggunakan perbandingan kehadiran AP (*aboreal pollen*) dan NAP (*non aboreal pollen*) serta persentase kehadiran jenis spora, *Graminae* dan *Montane Pollen*. *Arboreal pollen* merupakan jenis tumbuhan berkayu yang mengindikasikan iklim yang panas dan basah. *Non arboreal pollen* merupakan polen dari tumbuhan tidak berkayu yang mengindikasikan iklim yang dingin dan kering. Kelompok spora dan *Graminae* dapat digunakan untuk menentukan kelembaban suatu daerah. Ketika kelompok spora mendominasi, maka kondisi lingkungan yang ada lembab. Tetapi jika kelompok *Graminae* mendominasi, maka kondisi lingkungan tersebut kurang lembab (Tantawi, 2007; Rachman dkk., 2020). Semakin kering iklim yang ada, kehadiran *Graminae*, akan semakin tinggi (Fajrina dkk., 2016). Rumus perhitungan perbandingan AP, NAP dan spora menurut Rahardjo dkk. (2014):

$$\% \text{ NAP} = \frac{\text{NAP}}{\text{AP} + \text{NAP}} \times 100\%$$

$$\% \text{ AP} = \frac{\text{AP}}{\text{AP} + \text{NAP}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Spora} = \frac{\text{Spora}}{\text{AP} + \text{NAP} + \text{Spora}} \times 100\%$$



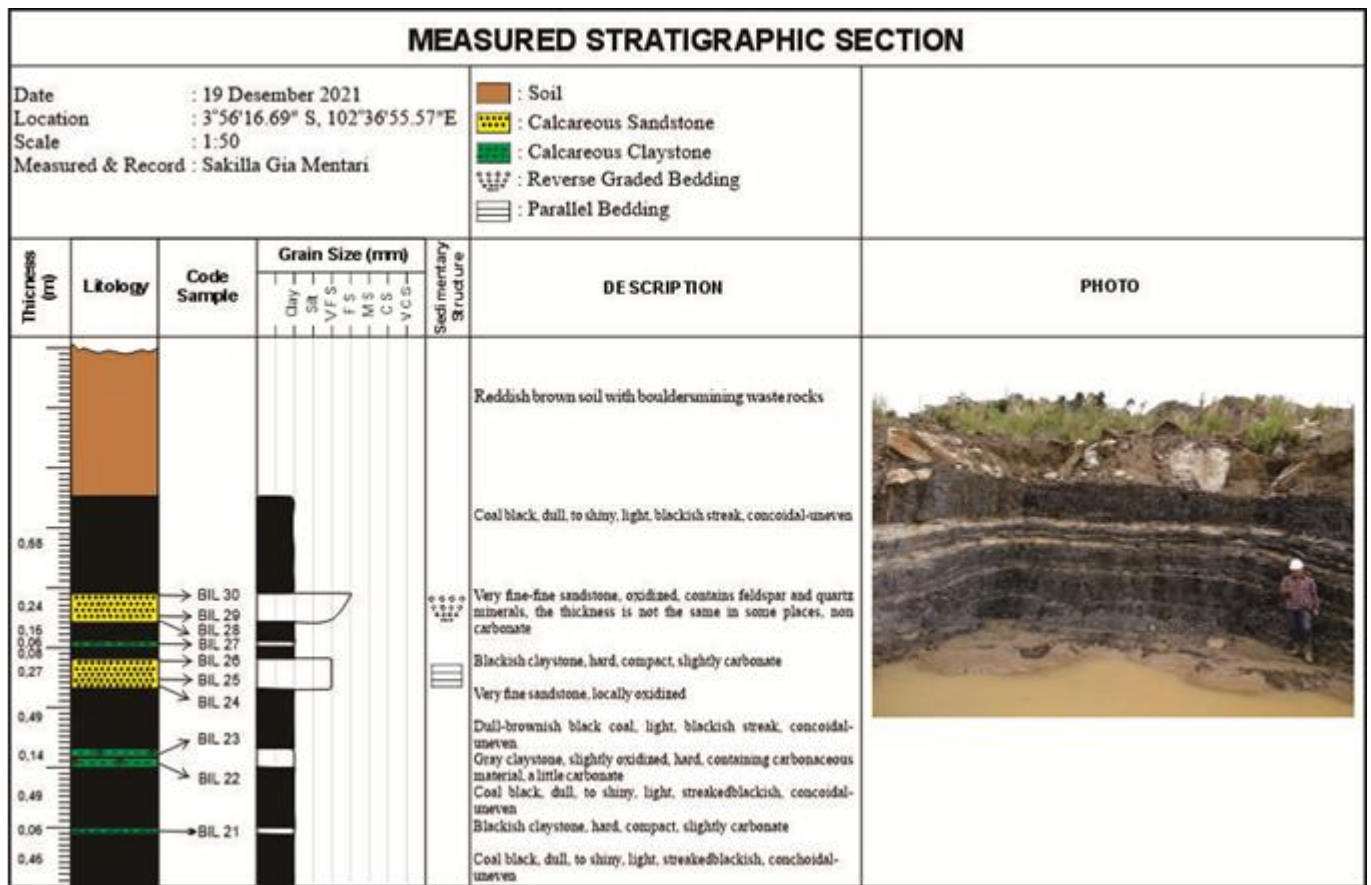
**Gambar 2.** Alur preparasi metode hidrogen peroksida (modifikasi Riding dkk., 2007).

**Hasil dan Pembahasan**

Berdasarkan penampang stratigrafi, terdapat 3 litologi di daerah penelitian, (**Gambar 3**). Batubara berwarna hitam, mengkilap, ringan dan terdapat pecahan konkoidal. Batulempung karbonatan berwarna abu-abu, kompak, mengandung material karbon, dan sedikit karbonatan. Sedangkan batupasir berwarna krem kecoklatan, ukuran butir pasir halus-sedang, oksidasi, mengandung material feldspar dan kuarsa, non karbonatan dan di beberapa tempat memiliki ketebalan yang tidak sama. Didapatkan 10 sampel batuan yang selanjutnya dianalisis di laboratorium.

Kelimpahan polen dan spora dari 10 sampel berbeda-beda. Kehadiran terbanyak pada sampel BIL 21 dan BIL 27, sedangkan yang paling sedikit pada sampel BIL 30. Sebanyak 816 individu polen dan spora berhasil diidentifikasi, dengan rincian 19 jenis *arboreal pollen*, 9 jenis *non arboreal pollen* dan 14 jenis spora. Penentuan umur pada daerah penelitian berdasarkan kehadiran fosil indeks penciri umur dan juga umur secara regional. Kehadiran *Stenochlaenidites papuanus* yang berumur Miosen Akhir-Pliosen (Morley, 1991) pada sampel BIL 21 menjadi batas awal umur pada *section*. Sehingga, berdasarkan kehadiran fosil indeks dan dibatasi umur regional, batuan di lokasi penelitian berumur Miosen Akhir.

Berdasarkan kehadiran polen dan spora penciri, iklim yang ada berupa iklim hangat. Terjadi 5 kali perubahan kelembaban yang terbagi dalam 5 zona (**Gambar 5**). Zona 1 terdiri dari sampel BIL 21. Didominasi oleh spora sebanyak 167 individu, serta AP 51 individu, NAP 21 individu, *Graminae* 5 individu dan *Montane Pollen* 0 individu. Tingginya AP dan spora yang hadir dibandingkan *Graminae* dan *Montane pollen*, menandakan kondisi iklim yang ada berupa iklim hangat dan lembab. Zona 2 terdiri dari sampel BIL 22 dan BIL 23. Terjadi penurunan spora pada zona ini menjadi 55 individu, AP 32 individu, NAP 36 individu, *Graminae* 14 individu dan *Montane Pollen* 6 individu. Terjadi kenaikan *Graminae* dan *Montane Pollen* dari zona sebelumnya, menandakan iklim yang ada berubah menjadi iklim hangat dengan kelembaban menjadi sedang.



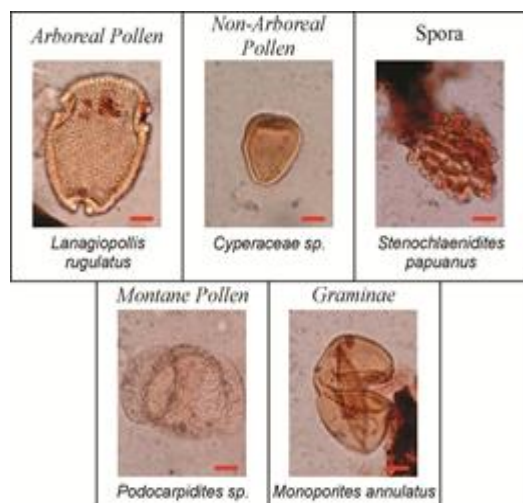
Gambar 3. Penampang stratigrafi daerah penelitian

Zona 3 terdiri dari sampel BIL.24-BIL 26. Spora yang hadir sebanyak 7 individu, AP 12 individu, NAP 5 individu, *Graminae* 2 individu dan *Montane Pollen* 3 individu. Masih tingginya penciri iklim hangat menandakan iklim yang ada masih berupa iklim hangat. Penurunan *Graminae* dan *Montane Pollen* dari zona sebelumnya, mengindikasikan kelembaban yang ada mengalami kenaikan dari zona sebelumnya menjadi lembab.

Zona 4 terdiri dari sampel BIL 27. Terjadi kenaikan palinomorf pada zona ini. Kehadiran spora sebanyak 70 individu, AP 71 individu, NAP 35 individu, *Graminae* 15 individu dan *Montane Pollen* 0 individu. Masih tingginya spora menandakan iklim yang ada masih hangat dan kelembaban menjadi sedang dikarenakan peningkatan *Graminae* dari zona sebelumnya.

Zona 5 terdiri dari sampel BIL 28-BIL 30. Terjadi penurunan palinomorf secara signifikan dari sampel sebelumnya, dimana spora yang hadir sebanyak 2 individu, AP 4 individu, NAP 4 individu, *Graminae* 0 individu dan *Montane Pollen* 0 individu. Ketidakhadiran *Graminae* dan *Montane Pollen* menandakan iklim berupa iklim hangat dan lembab. Pada Miosen Akhir-Pliosen Awal, berdasarkan data foraminifera, wilayah Asia Tenggara mengalami perubahan iklim menjadi iklim yang dingin dan kering (Holbourn dkk., 2018). Selain

itu, pada Miosen Tengah terjadi iklim hangat secara global yang dikenal dengan *Middle Miocene Climate Optimum* (MMCO) (You dkk., 2009; Hansen dkk., 2013).

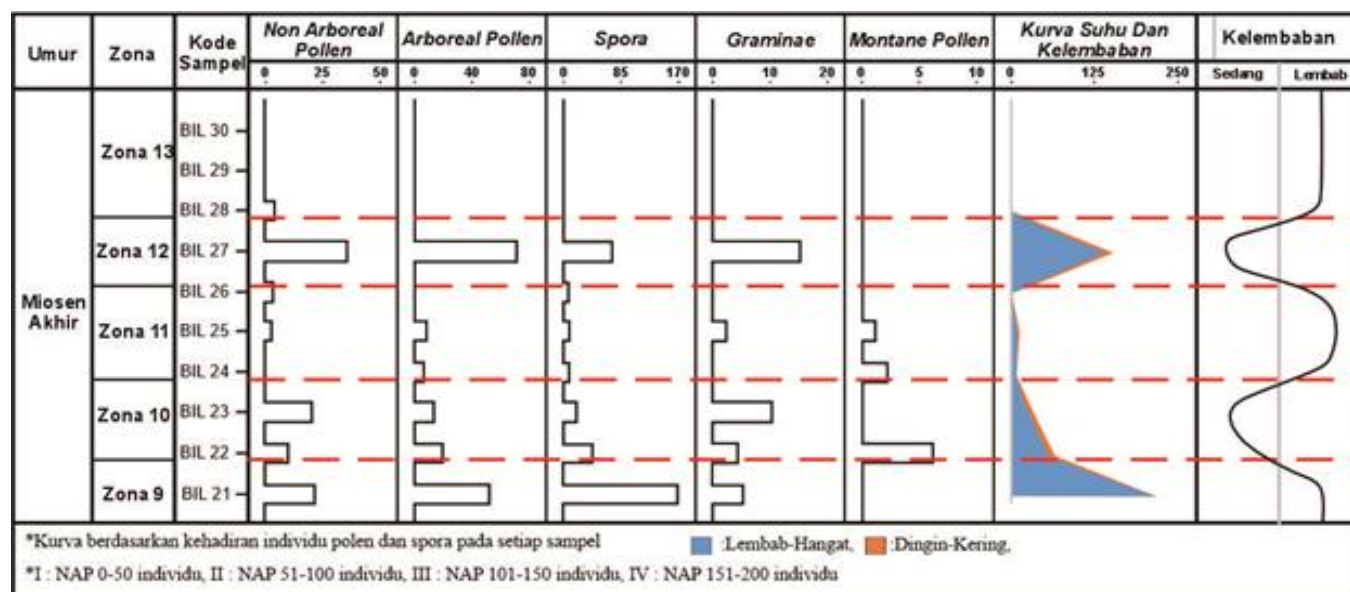


Gambar 4. Fosil penentu iklim didaerah penelitian.

Di daerah penelitian sendiri, iklim yang ada masih didominasi iklim hangat dan lembab. Hal ini diindikasikan masih erat hubungannya dengan adanya transisi iklim akibat *Middle Miocene Climate Optimum* (MMCO) yang terjadi pada Miosen Tengah dan masih

berlanjut hingga Miosen Akhir di daerah penelitian. Selain itu, aktivitas tektonik berupa pengangkatan Pegunungan Bukit Barisan pada Miosen Tengah

(Hastuti dkk., 2001; Husein dkk., 2018) dan masih berlanjut di Miosen Akhir, diindikasikan memiliki peran dalam perubahan kelembaban yang ada.



**Gambar 5.** Grafik kelimpahan AP, NAP, spora, Graminae dan Montane Pollen dan hubungannya dalam perubahan kelembaban di daerah penelitian.

**Kesimpulan**

Berdasarkan pengukuran stratigrafi terukur, didapat 10 sampel batuan untuk dianalisis. Dijumpai beberapa jenis fosil polen dan spora hasil analisis laboratorium. Berdasarkan interpretasi, iklim yang ada berupa iklim hangat dengan terjadi 5 kali perubahan kelembaban. Pada Zona 1 berupa suhu hangat yang lembab, Zona 2 suhu hangat dengan kelembaban sedang, Zona 3 suhu hangat yang lembab, Zona 4 suhu hangat dan kelembaban sedang dan Zona 5 suhu hangat dan lembab. Adanya suhu hangat diindikasikan masih erat hubungannya dengan *Middle Miocene Climate Optimum (MMCO)* dan pengangkatan Pegunungan Bukit Barisan di daerah penelitian.

**Ucapan Terimakasih**

Saya mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, dan dukungan selama proses penelitian ini. Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada rekan-rekan laboratorium yang membantu dalam proses pengambilan dan analisis sampel. Tidak lupa saya berterima kasih kepada keluarga dan sahabat atas doa serta motivasi yang tiada henti. Seluruh bantuan dan dukungan tersebut sangat berarti dalam penyelesaian penelitian ini.

**Daftar Pustaka**

Aini, S.N., & Hastuti, E.W.D. (2022). Tectonic Evolution of Granitoid Rock Granit Garba Based on Major Element in Tanjung Beringi, Muaradua, South OKU, South Sumatra. *GeoScienceEd*, 3(1); 1-5.

<https://doi.org/10.29303/goescienceedu.v3i1.168>  
 Azizah, N., Suedy, S.W.A., & Prihasranti, E (2016). Keanekaragaman Tumbuhan Berdasarkan Morfologi Polen Dan Spora dari Sedimen Telaga Warna Dieng, Kabupaten Wonosobo, Jawa Tengah. *Buletin Anatomi Dan Fisiologi*, 24(1), 66-75. <https://doi.org/10.14710/baf.v24i1.11695>  
 Choiriah, S.T. & Prasetyadi (2020). Paleotempertaure Interpretation Based On Calcareous Nannoplankton Of Kedung Sumber River Section, Soko. *Prosiding SEMNAS LPPM.*, 2(1), pp. 75-83.  
 Dam, M. A. C. (1994). *The Late Quaternary Evolution of The Bandung Basin, West Java, Indonesia*. Thesis, Vrije Universiteit, Amsterdam.  
 Fajrina, D, Winantris, & Fauzielly, L. (2016). Sejarah Perubahan Iklim Berdasarkan Analisis Palinologi Daerah Derwati, Bandung, Jawa Barat. *Prosiding Seminar Nasional MIPA Jatinangor 2016*, Oktober, 198-204.  
 Gafoer, S., Amin, T.C., & Pardede, R. (1992). *Peta Geologi Lembar Bengkulu, Sumatra, Skala 1:250.000*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.  
 Hastuti, S., Sukandarrumidi & Pramumijoyo, S. (2001). Kendali Tektonik Terhadap Perkembangan Cekungan Ekonomi Tersier Ombilin, Sumatera Barat. *Teknosains*, 14(1), 1-12.

- Hansen, J., Sato, M., Russell, G., & Kharecha, P. (2013). Climate sensitivity, sea level and atmospheric carbon dioxide. *Phil. Trans. Roy. Soc. A*, 371. <https://doi.org/10.1098/rsta.2012.0294>
- Heryanto, R & Suyoko. (2007). Karakteristik batubara di Cekungan Bengkulu. *Jurnal Geologi Indonesia*, 2(4), 247-259. <https://doi.org/10.17014/ijog.2.4.247-259>
- Holbourn, A.E., Kuhnt, W., Clemens, S.C., Kochhann, K.G.D., Johnck, J., Lubbers, J., & Andersen, N. (2018). Late Miocene Climate Cooling and intensification of Southeast Asian Winter Monsoon. *Nature Communications*, 9(1), 1-13. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-03950-1>
- Husein, S., Barianto, D.H., Novian, M.I., Putra, A.F., Saputra, R., Rusdiyantara, M.A., & Nugroho, W. (2018). Persepektif Baru Dalam Evolusi Cekungan Ombilin Sumatera Barat. *Proceeding Seminar Nasional Kebumihan Ke 11, September 2018*.
- Istiana & Zulfiah. (2022). Perubahan Iklim Pada Pliosen Akhir Berdasarkan Studi Palinologi Formasi Tapak, Daerah Bentarsari, Kabupaten Brebes, Jawa Tengah. *Jurnal Ilmiah geologi Pangea*, 9(1), 45-52. <https://doi.org/10.31315/jigp.v9i1sp.9409>
- Maulia, D., & Idarwati, (2023). Macrofossil Characteristics and Bathymetric Environment of Sumber Makmur Village, Muara Sahung, Kaur, Bengkulu. *Journal of Earth and Marine Technologi*, 4(1), 18-28. <https://doi.org/10.31284/j.jemt.2023.v4i1.4651>
- Mentari, S.G., Winantris & Jurnaliah, L. (2023). Paleoenvironment of the Miocene Lemau Formation Based on the Palynology Analysis in Seluma, Bengkulu. *Jambura Geoscience Revier*, 5(1), 33-41. <https://doi.org/10.34312/jgeosrev.v5i1.17150>
- Morley, R. J. (1991). Tertiary Stratigraphic Palynology In Southeast Asia: Current Status And New Directions. *Geological Society Of Malaysia*, 28, 1-36. <https://doi.org/10.7186/bgsm28199101>
- Morley, R.J. (1998). Palynological Evidence For Tertiary Plant Dispersals In The SE Asian Region In Relation To Plate Tectonics And Climate. *Biogeography And Geological Evolution Of SE Asia*, 211-234.
- Rachmadhan, H.D. (2019). *Biostratigrafi dan Paleoklimat Menggunakan Foraminifera Kecil, Pada Jalur Ngioro Di Cekungan Rembang*. Universitas Gadjah Mada.
- Rachman, R., Winantris, Muljana, B., & Sulaksana, N. (2020). Perubahan Iklim Danau Bandung Purba Berdasarkan Analisis Palinologi, Daerah Cihideung, Lembang, Jawa Barat. *Jurnal Geologi Dan Sumberdaya Mineral*, 21(1), 1-8. <https://doi.org/10.33332/jgsm.geologi.v21i1.404>
- Rahardjo, A.T. (2014). Bahan Ajar Kuliah Palinologi. Program Pasca Teknik Geologi ITB, Bandung, Indonesia.
- Rahardjo, A.T. (1999). Perubahan Iklim dan Batas Umur Pliosen-Plistosen Berdasarkan Analisis Foraminifera dan Palinologi di daerah Mojoroto Jawa Timur. *Buletin Geologi ITB*. Bandung.
- Riding, J.B., Huges, J.E.K., & Owens, B. (2007). An Effective Palynological Preparation Procedure Using Hydrogen Peroxide. *Palynology*, 31, 19-36. <https://doi.org/10.2113/gspalynol.31.1.19>
- Tarigan, S.A., & Sutriyono, E. (2018). *Geologi Dan Lingkungan Pengendapan Formasi Lemau Daerah Tanjungdalam Dan Sekitarnya, Bengkulu Utara*. Skripsi, Universitas Sriwijaya.
- Ulfah, A.A., Akmaluddin, & Barianto, D.H. (2023). Biostratigraphy and Climate Change in the Late Miocene Age Based on Foraminifera in the Oyo Formation, Oyo River Section, Gunung Kidul, Yogyakarta. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*, 8(02), 1-18. <https://doi.org/10.22146/jtbb.81769>
- You, Y., Huber, M., Muller, D.R., Poulsen, S.J., & Ribbe, J. (2009). Simulation of the Middle Miocene Climate Optimum. *Geophysical Research Letters*, vol 36. <https://doi.org/10.1029/2008GL036571>
- Yulihanto, B., Situmorang, B., Nurdjajadi, A., & Sain, B. (1995). Structural Analysis of the onshore Bengkulu Forearc Basin and Its Implication for Future Hydrocarbon Exploration Activity. 24 Annual Convention *Proceedings Indonesian Petroleum Association* (pp.85-96).
- Yulianto, E., Sukpti, W.S., & Setiawan R. (2019). Palinostratigrafi, Paleokologi Dan Paleoklimatologi Plistosen Awal Berdasarkan Studi Palinologi Formasi Pucangan Di Daerah Sangiran. *Jurnal Geologi Dan Sumberdaya Mineral*, 20(3),133-141. <https://doi.org/10.33332/jgsm.2019.v20.3.133-141p>