



**PERUBAHAN LINGKUNGAN PENGENDAPAN BERDASARKAN DATA
PALINOLOGI DAERAH PEMALUAN, KECAMATAN SEPAKU, KABUPATEN
PENAJAM PASER UTARA, KAWASAN IBU KOTA NEGARA (IKN)**

Rima Selviani Lukman^{1*}, Lili Fauzielly¹, Winantris¹

¹*Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran, Bandung*

*Korespondensi: rima18002@mail.unpad.ac.id

SARI

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui umur dan lingkungan dari sampel batuan di daerah penelitian yaitu daerah Pemaluan, Kecamatan Sepaku, Kabupaten Penajam Paser Utara, Kawasan Ibu Kota Negara (IKN), melalui analisis polen dan spora. Hasil analisis menunjukkan umur daerah penelitian yaitu Oligosen awal–Miosen awal, berdasarkan kemunculan awal *Alnipollenites verus* dan *Scolocyamus magnus*. Analisis lingkungan pengendapan menunjukkan adanya perubahan lingkungan pengendapan dari tua ke muda. Lingkungan pengendapan dimulai dari lingkungan rawa gambut ditunjukkan dengan kelimpahan palinomorf lingkungan *freshwater peat swamp*, kemudian berubah kearah lingkungan *brackish water* dengan ditemukannya polen *mangrove* dan *backmangrove*. Kemudian lingkungan pengendapan berubah kembali kearah rawa gambut seiring dengan tidak ditemukannya polen *mangrove* dan *backmangrove*.

Kata kunci: Ibu Kota Negara (IKN), Daerah Pamaluan, palinologi, umur, lingkungan pengendapan

ABSTRACT

*The purposes of this study are determining age and environment of rock samples from the research area, which located in Pemaluan, Sepaku Sub-district, North Penajam Paser Regency, The New National Capital City (IKN) areas, through pollen and spore's data.. The result of the analysis shows that the age of research area is from Early Oligocene to Early Miocene, based on first appearance of *Alnipollenites verus* and *Scolocyamus magnus*. Analysis of the depositional environment shows a change in the depositional environment from old to young. The depositional environment started from the peat swamp environment, indicated by the abundance of freshwater peat swamp environments palynomorphs, changed towards brackish water environment with the discovery of mangrove and backmangrove pollen. The depositional environment changed back towards the peat swamp environment because no mangrove and backmangrove pollen found.*

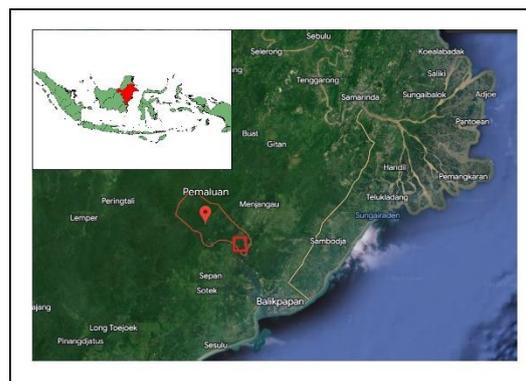
Keywords: *The New National Capital City (IKN) areas, Pamaluan area, palynology, age, depositional environment*

PENDAHULUAN

Mikrofosil merupakan fosil berukuran kecil yang karakteristiknya dapat diamati dengan baik dibawah mikroskop (Saraswati, 2015). Studi mengenai mikrofosil disebut dengan mikropaleontologi dan ilmu yang mempelajari mengenai mikrofosil ber dinding organik disebut dengan palinologi. Mikrofosil ber dinding organik yang tahan terhadap zat asam yang ditemukan dalam preparasi palinologi disebut dengan palinomorf (Askin, 2003). Secara umum, palinomorf mencakup tiga kelompok besar yaitu zoomorf (*foraminifera test lining*, *chitinozoa*, dan *scelodont*), fitoplankton (*dynocysts*, meroplankton, *acritarch*, rhodofita, *cyanobacteria*), dan sporomorf (polen, spora, dan spora jamur) (Tyson, 1955 dalam Nugroho, 2014).

Polen dan spora memiliki dinding yang cukup resisten terhadap faktor perusak, tekanan, dan suhu, sehingga dapat tersimpan dengan baik pada batuan sedimen. Selain itu, polen dan spora juga dihasilkan dalam jumlah yang banyak dengan ukuran mikroskopik, menjadikannya alat yang berguna dalam studi bidang biostratigrafi terutama dalam korelasi lapisan batuan yang berada di daratan dan transisi, paleoekologi, dan studi *paleoenviromtent* (Traverse, 2007).

Daerah penelitian berada di Kelurahan Peraluan, Kecamatan Sepaku, Kabupaten Penajam Paser Utara, Kalimantan Timur, yang termasuk ke dalam kawasan Ibu Kota Negara (IKN). Sampel diambil dari batuan sedimen Formasi Pamaluan (Tim Sedimen dan Stratigrafi IKN Selatan, 2019).



Gambar 1.1 Lokasi daerah penelitian

Tumbuhan yang hidup di lingkungan tertentu menghasilkan polen dan spora yang kemudian dapat terfosilisasi pada batuan sedimen. Identifikasi yang dilakukan pada fosil polen dan spora dapat digunakan untuk merekonstruksi vegetasi yang merepresentasikan sebaran vegetasi dan kondisi lingkungan daerah tertentu pada suatu waktu tertentu (Suedy, 2012 dalam Nugroho, 2014). Penelitian dilakukan untuk mengetahui perubahan lingkungan pengendapan daerah penelitian dengan cara dilakukannya analisis data polen dan spora.

1. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Geologi Regional

Menurut Supriatna dkk. (2011), daerah penelitian termasuk ke dalam Peta Geologi Regional Lembar Samarinda dengan skala 1:250.000. Titik pengambilan sampel terdapat pada Formasi Pamaluan yang termasuk ke dalam cekungan Kutai. Cekungan Kutai merupakan cekungan tersier terbesar dan terdalam di Indonesia. Di bagian utara, cekungan Kutai dibatasi oleh Tinggian Mangkalihat, dibagian timur dibatasi oleh Selat Makassar, bagian selatan oleh Adang *Flexure*, dan di bagian barat dibatasi oleh Tinggian Kuching (Satyana et al., 1999).

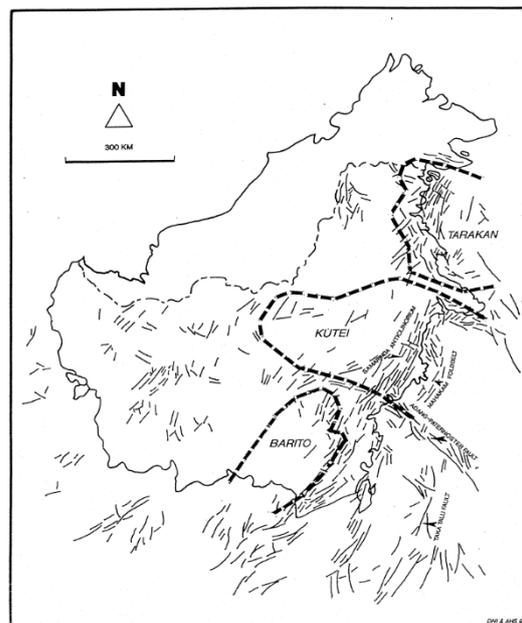
Keterbentukan formasi Pamaluan dalam cekungan Kutai diawali saat Oligosen Akhir, dimana terjadi pengangkatan secara regional dan

penurunan cekungan. Pengangkatan dihubungkan dengan pengendapan vulkanik Sembulu di bagian timur cekungan. Pada Miosen Awal, terjadi *uplift* dan inversi pada cekungan. Pada saat itu, banyak endapan aluvial dan *deltaic* yang terendapkan di cekungan yang kemudian menjadi sedimen *deltaic* Formasi Pamaluan, Formasi Pulubalang, Formasi Balikpapan, dan Formasi Kampung Baru, progradasi ke arah timur. Progradasi delta berlanjut ke arah timur sampai saat ini. (Satyana et al., 1999)

AGE	KUTEI BASIN	REGIONAL STRATIGRAPHIC CHART	
		THREE BASINS	REGIONAL
QUARTERNARY	MARAKAH	BASIN INVERSION	INVERSION (UP/LT)
PLIOCENE	SAMPANG BARU, COAL, MEGASEPANG		
MIOCENE	LATE	BASIN SUBSIDENCE LITHOSTATIC OVERBURDEN	RUCINGING (UP/LT)
	MIDDLE		
	EARLY		
OLIGOCENE	LATE	POST-RIFT SAGGING THERMAL	S. CHINA SEA SPREADING SUBDUCTION & COLLISION
	EARLY		
EOCENE	LATE	EXTENSIONAL RIFTING	INDONESIA SUBDUCTION
	MIDDLE		
PRE-TERTIARY BASEMENT		BASIN INITIATION	INDONESIA COLLISION

Gambar 2.1 Stratigrafi cekungan Barito, cekungan Kutai, dan cekungan Tarakan dan peristiwa tektoniknya (Modifikasi Satyana et al., 1999)

Struktur regional cekungan Kutai berupa lipatan berarah timur laut-barat daya yang sejajar seperti garis pantainya, dikenal dengan Samarinda *Anticlinorium*–Mahakam *Fold Belt*. Sabuk lipatan memiliki karakteristik yang rapat, antiklin yang asimetri, dipisahkan oleh sinklin yang lebar, dan terdiri dari batuan silisiklastik miosen (Satyana et al., 1999).



Gambar 2.2 Trends struktur Kalimantan (Satyana et al., 1999)

2.2 Palinologi

Menurut Traverse 2007, palinologi merupakan studi mengenai mikrofosil organik yang ditemukan dalam preparasi batuan sedimen. Subjek dari studi palinologi adalah palinomorf. Mikrofosil organik dikatakan palinomorf apabila mempunyai ukuran 5–500 μm (kecuali sampel dari Paleozoikum yang berukuran lebih besar) dan tahan terhadap zat asam yang mengenyainya dalam proses preparasi palinologi. Secara umum, palinomorf mencakup tiga kelompok besar yaitu sporomorf (polen, spora, dan spora jamur), zoomorf (*foraminifera test lining*, *chitinozoa*, dan *scelodont*) serta fitoplankton (*dynocysts*, meroplankton, *acritarch*, rhodofita, dan *cyanobacteria*) (Tyson, 1955 dalam Nugroho, 2014).

Polen atau serbuk sari merupakan alat perkembangbiakan jantan pada tumbuhan berbiji (*spermatophyta*), baik berbiji terbuka (*gymnospermae*) maupun tumbuhan berbiji tertutup (*angiospermae*) (Puspaningrum, 2008 dalam Nugroho, 2014). Sedangkan spora merupakan alat perkembang-

biakan yang dihasilkan oleh tumbuhan non vaskuler serta tumbuhan vaskuler tingkat rendah, yaitu jamur, lumut, dan paku (Suedy, 2012 dalam Nugroho, 2014).

Menurut Traverse (2007), analisis polen dan spora menjadi metode yang berguna dalam studi bidang biostratigrafi (terutama dalam korelasi lapisan di lingkungan darat-transisi), paleoekologi, dan *paleoenvironment*. Hal tersebut dikarenakan beberapa faktor, diantaranya:

1. Dinding yang resisten terhadap serangan mikrobial, efek tekanan, dan suhu.
2. Dihasilkan dalam jumlah banyak dalam batuan sedimen.
3. Ukurannya yang mikroskopik, sehingga memungkinkan untuk tertransportasi cukup jauh oleh angin atau air.
4. Palinomorf merupakan salah satu kelompok yang selalu ada kehadirannya dalam batuan sedimen dalam litologi tertentu.

Polen dan spora dapat dibedakan antar spesiesnya melalui pengamatan terhadap morfologi yang dimiliki setiap individu. Morfologi yang dapat diamati untuk menentukan spesies dari polen dan spora tersebut antara lain ukuran dan bentuk, polaritas, *unity*, aperture, serta ornamentasi permukaan polen atau spora.

2. METODE PENELITIAN

Sampel didapat dari hasil survey pemetaan oleh Tim Sedimentologi dan Stratigrafi, Pusat Survey Geologi, Badan Geologi dalam program Pemetaan Ibu Kota Negara (IKN) dengan skala 1:50.000. Sampel diambil dari batuan sedimen Formasi Pamaluan pada daerah pemetaan tersebut. Sampel yang telah diambil kemudian di preparasi oleh tim Pusat Survey Geologi, menghasilkan preparat

berjumlah masing-masing dua buah preparat persampelnya.

Sampel diamati dengan menggunakan mikroskop binokuler Olympus CX. Lensa objektif yang digunakan yaitu perbesaran 100x dan lensa okuler yang digunakan yaitu perbesaran lensa 10x. Pengamatan dilakukan terhadap 12 sampel, dengan 2 preparat setiap sampelnya. Saat melakukan pengamatan, preparat diolesi minyak imersi (*immersion oil*) agar gambar yang dihasilkan jelas. Penambahan minyak imersi dapat menghasilkan gambar yang lebih terang dan jelas karena minyak mengisi celah udara antara kaca penutup (*cover glass*) preparate dengan lensa objektif sehingga mengurangi pembiasan cahaya (Sacher, 2000).

Pengamatan butir palinomorf dilakukan dengan menggunakan metode analisis LO (*Lux Obscurus*) menurut Erdtman, 1966. Pengamatan dilakukan dengan menggunakan perubahan fokus pada mikroskop yaitu, *low focus* untuk melakukan pengamatan eksin dan ornamentasi, *medium focus* untuk melakukan pengamatan butir palinomorf secara keseluruhan, dan *high focus* untuk melakukan pengamatan aperture. Butir polen dan spora yang telah ditemukan melalui pengamatan pada mikroskop kemudian di-dokumentasikan dengan menggunakan kamera digital untuk kemudian dideterminasi.

Determinasi butir polen dan spora dilakukan dengan mendeskripsikan karakteristik morfologi pada setiap butir polen dan spora, diantaranya bentuk dan ukuran butir, apertur, dan ornamentasi yang dimiliki polen atau spora. Butir polen dan spora yang telah di deskripsi lalu dibandingkan dengan gambar pada penelitian sebelumnya yang mempunyai deskripsi karakteristik yang

sama, sehingga nama genus atau spesies butir polen dan spora dapat diketahui.

Pengolahan data dilakukan setelah seluruh palinomorff selesai dideterminasi dan digolongkan. Dilakukannya pengolahan data untuk memudahkan dalam pembacaan hasil analisis polen dan spora. Pengolahan data yang dilakukan yaitu pengolahan umur dan pengolahan lingkungan.

Umur polen dan spora dapat diketahui mengacu pada penelitian palinologi yang dilakukan oleh Morley (1991) dan penelitian lainnya yang masih relevan. Rentang umur tersebut digunakan untuk acuan dalam interpretasi umur batuan dengan cara menentukan keberadaan awal dan/atau keberadaan akhir dari fosil penunjuk atau fosil *marker* yang terdapat pada sampel penelitian.

Diagram lingkungan dibuat dengan mengelompokkan polen dan spora setiap sampelnya sesuai dengan klasifikasi lingkungan pengendapan berdasarkan Haseldonckx, 1974. Kemudian perubahan lingkungan pengendapan dapat dianalisis dengan melihat masing-masing lingkungan pengendapan setiap sampelnya sesuai dengan stratigrafi batuan sampel penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kelimpahan Butir Palinomorff

Determinasi palinomorff dilakukan terhadap 12 sampel preparasi palinologi dengan masing-masing 2 preparat persampelnya. Proses tersebut menghasilkan 39 taksa, terdiri dari 962 individu palinomorff mencakup polen, spora, *fungus spore*, dan *body fruiting*. Total polen pada semua sampel penelitian yaitu 398, spora berjumlah 125, *fungus spore* atau spora jamur berjumlah 441, dan *body fruiting* sebanyak 3 buah.

Tabel 4.1 Jumlah palinomorff setiap sampel (FS= *Fungal Spore*, BF=*Body fruiting*)

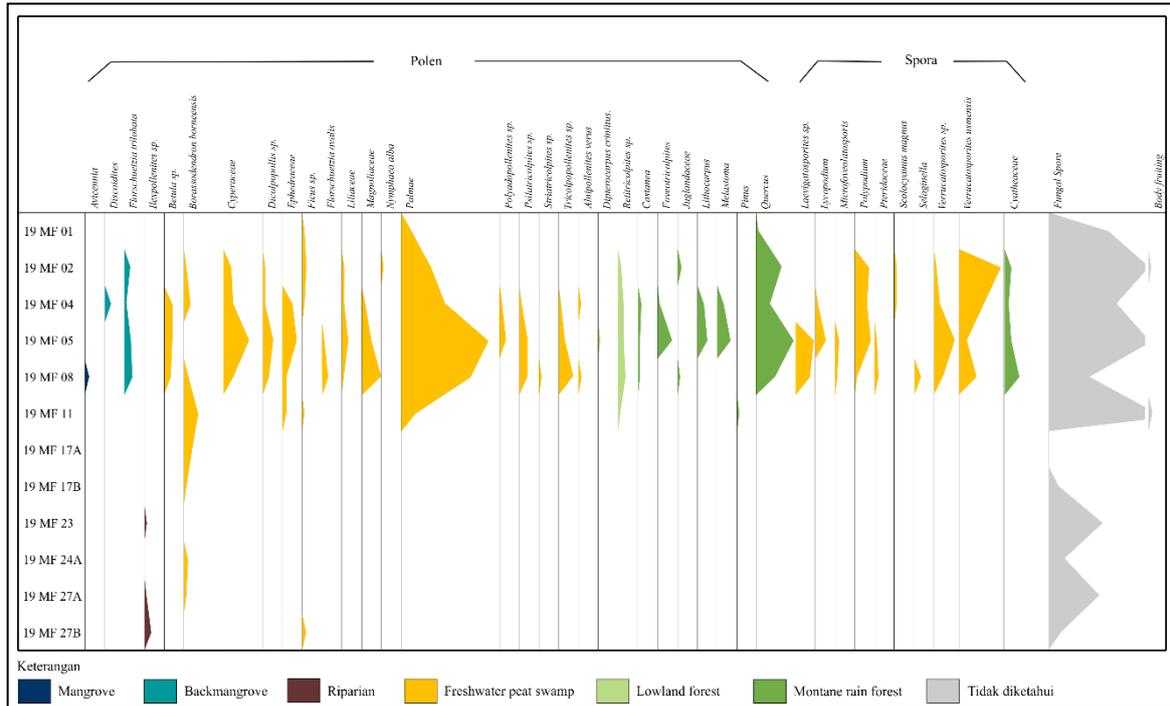
Sampel	Polen	Spora	FS	BF
19 MF 01	7	0	31	0
19 MF 02	45	34	69	1
19 MF 04	70	13	35	0
19 MF 05	141	43	81	0
19 MF 08	101	35	21	0
19 MF 11	18	0	131	2
19 MF 17A	5	0	0	0
19 MF 17B	1	0	5	0
19 MF 23	1	0	28	0
19 MF 24A	2	0	8	0
19 MF 27A	2	0	26	0
19 MF 27B	5	0	6	0
Jumlah	398	125	441	3

Fungal spore merupakan spora yang dihasilkan oleh fungi (jamur) dan *body fruiting* merupakan bagian dari fungi dimana spora diproduksi. *Fungal spore* termasuk ke dalam *non-pollen palynomorph* (NPP) dimana identitas taksonomi dari kebanyakan NPP masih belum diketahui, sehingga pendekatan indikator spesiesnya sulit untuk diterapkan (Birks and Birks, 1990, dalam Montoya, 2010). Hal tersebut yang menjadikan *fungus spore* tidak diikutsertakan dalam analisis umur maupun lingkungan meskipun memiliki jumlah banyak.

4.2 Analisis Umur

Dari 12 sampel, terdapat empat *fosil marker* umur yang tersebar di empat sampel penelitian yang ditunjukkan oleh gambar 4.1. *Fosil marker* tersebut antara lain *Alnipollenites verus*, *Florschuetzia trilobata*, *Scolocyamus magnus*, dan *Verrucatosporites usmensis*.

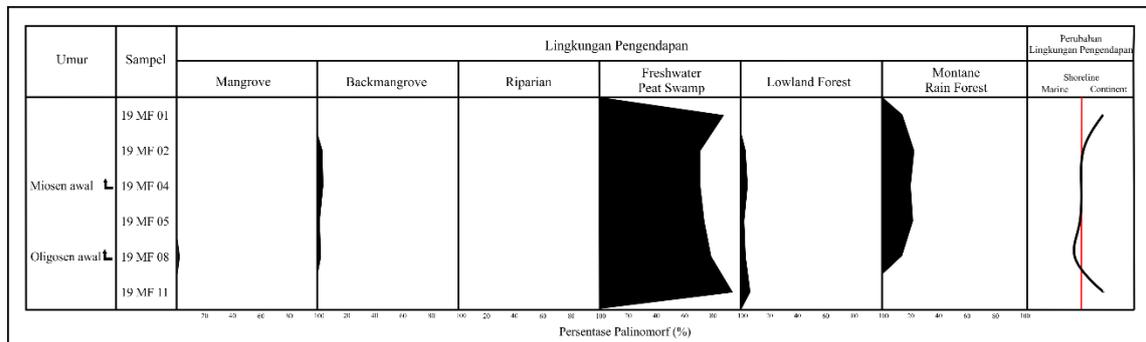
Penentuan umur lapisan pada Formasi Pamaluan ditunjukkan oleh kemunculan awal *Alnipollenites verus* dan kemunculan awal *Scolocyamus magnus*. Kemunculan awal *Anipollenites verus* terdapat pada sampel 19 MF 08 yang menunjukkan umur Oligosen awal dan kemunculan



Gambar 4.2 Kelimpahan palinomorf dan lingkungan pengendapannya

Enam sampel penelitian yang memiliki kandungan polen dan spora dengan jumlah yang cukup kemudian dianalisis lingkungan pengendapannya. Secara keseluruhan, sampel batuan yang merupakan bagian dari Formasi Pamaluan diinterpretasikan diendapkan pada lingkungan *brackish water* yang ditunjukkan dengan adanya palinomorf lingkungan *mangrove* dan *backmangrove* serta lingkungan rawa gambut yang didominasi oleh material

asal daratan dan ditunjukkan dengan tingginya persentase palinomorf lingkungan *freshwater*. Secara umum, lingkungan pengendapan daerah penelitian dimulai dari pengendapan pada lingkungan darat, kemudian lingkungan pengendapan berubah ke arah *marine*, dan berangsur-angsur berubah kembali ke daratan atau *continent*. Perubahan lingkungan pengendapan tersebut ditunjukkan pada gambar 4.3.

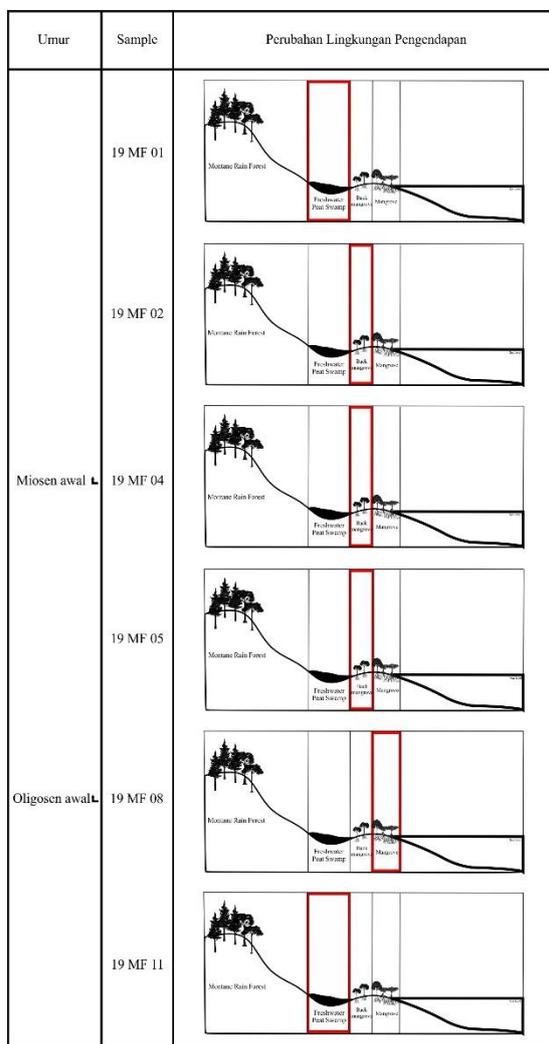


Gambar 4.3 Perubahan lingkungan pengendapan daerah penelitian

Lapisan paling tua pada daerah penelitian menunjukkan pengendapan terjadi pada lingkungan rawa gambut dan tidak terdapat pengaruh dari

palinomorf lingkungan *mangrove* maupun *backmangrove*. Semakin muda, batuan terendapkan dengan adanya pengaruh dari palinomorf lingkungan

mangrove dan *backmangrove*, menunjukkan lingkungan pengendapan berubah menjadi semakin mendekati *marine*, yaitu terendapkan pada lingkungan *brackish water*. Lingkungan pengendapan berangsur-angsur berubah kembali ke lingkungan rawa gambut. Hal tersebut dipengaruhi oleh keberadaan palinomorf *mangrove* dan *backmangrove* yang semakin tidak ditemukan. Perubahan lingkungan pengendapan berdasarkan analisis palinologi ditunjukkan oleh gambar 4.4.



Gambar 4.4 Model perubahan lingkungan pengendapan daerah penelitian (modifikasi Yulianto, dkk., 2019)

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis terhadap sampel batuan Formasi Pamaluan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Terdapat palinomorf berupa body fruiting, fungal spore, serta polen dan spora yang dikelompokkan menjadi 39 taksa. Dari total tersebut, terdapat 4 taksa penciri umur yaitu *Alnipollenites verus*, *Florschuetzia trilobata*, *Scolocyamus magnus*, dan *Verrucatosporites usmensis*. Penentuan umur ditentukan dari pemunculan awal *Alnipollenites verus* dan pemunculan awal *Scolocyamus magnus*, yang menunjukkan umur Oligosen awal–Miosen awal bagian atas.
2. Analisis lingkungan berdasarkan data polen dan spora menunjukkan dominasi palinomorf lingkungan *freshwater peat swamp* serta keberadaan palinomorf lingkungan *backmangrove* dan *mangrove*. Formasi Pamaluan yang terletak di Kelurahan Sepaku, Kabupaten Penajam Paser Utara, Kalimantan Timur, diendapkan pada lingkungan rawa gambut. Semakin muda, lingkungan pengendapan mengalami perubahan menjadi lebih dekat dengan lingkungan *brackish water* karena adanya pengaruh dari palinomorf *mangrove* dan *backmangrove*. Kemudian lingkungan pengendapan berubah kembali ke lingkungan rawa gambut karena palinomorf *mangrove* dan *backmangrove* yang tidak ditemukan keberadaannya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada Bapak Amir Hamzah, S.T., M.T. serta Tim Sedimen dan Stratigrafi IKN Selatan, Pusat Survey Geologi sebagai penyedia sampel preparat palinologi

DAFTAR PUSTAKA

- Erdtman, G. (1986). Pollen morphology and plant taxonomy: Angiosperms (Vol. 1). Brill Archive.
- Germeraad, J. (1968). Palynology of tertiary sediments from tropical areas. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 6.
- Haseldonckx, P. (1974). A palynological interpretation of paleoenvironments in SE Asia. *Sains Malaysiana*, 3(2), 119-127.
- Mao, L., & Foong, S. Y. (2013). Tracing ancestral biogeography of *Sonneratia* based on fossil pollen and their probable modern analogues. *Palaeoworld*, 22(3-4), 133-143. <https://doi.org/10.1016/j.palwor.2013.09.002>
- Montoya, E., Rull, V., & Van Geel, B. (2010). Non-pollen palynomorphs from surface sediments along an altitudinal transect of the Venezuelan Andes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 297(1), 169-183.
- Morley, R. J. (1991). Tertiary stratigraphic palynology in Southeast Asia: current status and new directions. *Bulletin of the Geological Society of Malaysia*, 28(July), 1-36. <https://doi.org/10.7186/bgsm28199101>
- Nugroho, S. H. (2014). Karakteristik Umum Polen Dan Spora Serta Aplikasinya. *Oseana*, XXXIX(3), 7-19.
- Rosemary A. Askin, Stephen R. Jacobson. (2003). Palynology. Encyclopedia of Physical Science and Technology (Third Edition). *Academic Press*. 563-578. <https://doi.org/10.1016/B0-12-227410-5/00930-3>
- Sacher, R. (2000). Microscope Immersion Oil. *Microscopy Today*, 8(8), 33-35. doi:10.1017/S1551929500060442
- Saraswati, P. K., & Srinivasan, M. S. (2015). Micropaleontology: Principles and applications. Springer.
- Satyana, A. H., Nugroho, D., & Surantoko, I. (1999). Tectonic controls on the hydrocarbon habitats of the Barito, Kutei, and Tarakan Basins, Eastern Kalimantan, Indonesia: Major dissimilarities in adjoining basins. *Journal of Asian Earth Sciences*, 17(1-2), 99-122. [https://doi.org/10.1016/S0743-9547\(98\)00059-2](https://doi.org/10.1016/S0743-9547(98)00059-2)
- Supriatna S., Sukardi, & Rustandi E. (2011). Peta Geologi Lembar Samarinda, Kalimantan skala 1: 250.000. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Tim Sedimen dan Stratigrafi IKN Selatan. (2019). Laporan Rekaman Data Lapangan. Tidak dipublikasikan. Pusat Survey Geologi.
- Traverse, A. (2007). Paleopalynology (Vol. 28). Springer Science & Business Media.
- Van Bemmelen, R. W. (1949). The geology of Indonesia, vol. 1A. Government Printing Office, The Hague, 732.
- Yulianto, E., Sukapti, W. S., & Setiawan, R. (2019). Palinostratigrafi, Paleoekologi dan Paleoklimatologi Plistosen Awal Berdasarkan Studi Palinologi Formasi Pucangan di Daerah sangiran. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, 20(3), 133-141.