

**UMUR RELATIF DAN PERUBAHAN LINGKUNGAN PENGENDAPAN PURBA  
DAERAH SEPAKU KABUPATEN PENAJAM PASER UTARA KALIMANTAN  
TIMUR BERDASARKAN DATA PALINOLOGI**

**Anggi Ayu Lestari<sup>1</sup>, Lili Fauzielly<sup>1</sup>, Winantris<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran, Bandung

\*Korespondensi: anggi18003@mail.unpad.ac.id

**SARI**

Daerah penelitian terletak di Kecamatan Sepaku, Kabupaten Penajam Paser Utara, Provinsi Kalimantan Timur. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui umur relatif dan lingkungan pengendapan purba berdasarkan analisis data palinologi. Sampel penelitian berasal dari program penelitian pemetaan geologi daerah calon ibu kota baru, Kalimantan Timur oleh Pusat Survei Geologi. Sampel-sampel tersebut dideterminasi dan dianalisis taksa beserta umur dan kelimpahannya kemudian disusun ke dalam suatu tabel yang menunjukkan spesies penunjuk, kelimpahan dan keragamannya, zona palinologi, umur, dan lingkungan pengendapan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daerah penelitian diendapkan pada umur Oligosen Akhir hingga Miosen Tengah. Ditandai dengan kemunculan awal *Magnastriatites howardii* serta kemunculan akhir *Florschuetzia*. Daerah penelitian diendapkan pada lingkungan *freshwater peat swamp* dengan adanya pengaruh air laut.

Kata kunci: Sepaku, Calon Ibu Kota Baru, Palinologi, Oligosen Akhir, Miosen Tengah

**ABSTRACT**

*The research area is located in Sepaku District, North Penajam Paser Regency, East Kalimantan Province. This study was conducted to determine the relative age and ancient depositional environment of the study area based on palinology data analysis. The research sample came from the geological mapping research program of the prospective new capital city, East Kalimantan by the Geological Survey Center. The samples were determined and analyzed for taxa along with their age and abundance and plotted into a table showing their abundance and diversity, marker species, palinological zone, age, and depositional environment. The results showed that the study area was deposited in the Late Oligocene to Middle Miocene age. Characterized by the early appearance of *Magnastriatites howardii* as well as the late appearance of *Florschuetzia trilobata*. The research area was deposited in a freshwater peat swamp environment with the influence of sea water.*

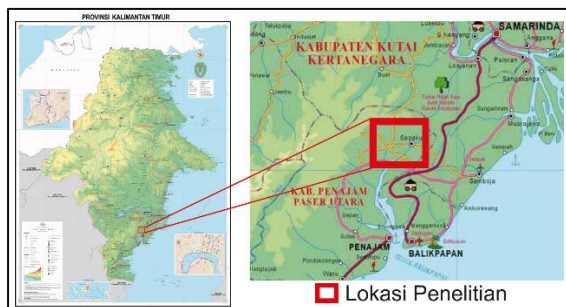
**Keywords:** Sepaku, Candidates for the New Capital City, Palinology, Late Oligocene, Middle Miocene

## PENDAHULUAN

Analisis fosil khususnya mikrofosil polen, spora, acritarch, dinoflagellate dapat menjadi salah satu alternatif yang tepat dalam penentuan umur batuan secara relatif. Selain untuk mengetahui umur batuan, polen dan spora juga dapat diaplikasikan menganalisis lingkungan pengendapan purba.

Polen, spora, dan alga memiliki suatu sifat yang material ini tahan terhadap zat asam dimana material yang tahan ini disebut sebagai palinomorf. Oleh karena ukurannya yang kecil serta daya tahannya terhadap faktor perusak maka material ini relatif mudah untuk tersimpan di dalam batuan hingga menjadi fosil. Polen, spora, dan alga ini memiliki distribusi dan jumlah yang relatif banyak di dalam lapisan-lapisan batuan, dimana fosil yang terdapat dalam suatu batuan akan merepresentasikan keadaan saat mereka terendapkan beserta vegetasi yang menghasilkan material organik tersebut (Tyson, 1995).

Daerah penelitian terletak di Kecamatan Sepaku, Kabupaten Penajam Paser Utara, Provinsi Kalimantan Timur dimana sampel dalam penelitian ini merupakan hasil dari program penelitian pemetaan geologi daerah calon ibu kota baru, Kalimantan Timur oleh tim Pusat Survei Geologi. Daerah ini tersusun atas Formasi Pamaluan dan Formasi Pulau Balang yang mengandung banyak material organik seperti tumbuhan berupa polen dan spora yang tersimpan baik dalam perlapisan batuannya.



**Gambar 1.1** Lokasi Daerah Penelitian (Atmadilaga, dkk., 2003)

Dalam melakukan penelitian ini penulis melakukan analisis interpretasi umur relatif dan lingkungan pengendapan purba daerah penelitian menggunakan data palinomorf berdasarkan asosiasi polen dan spora dapat mencerminkan lingkungan tumbuhan yang di hidup di masa lampau beserta dengan umur satuan batuan pada daerah penelitian

## TINJAUAN PUSTAKA

### Geologi Regional

Daerah penelitian termasuk ke dalam bagian Tinggian Kuching yang berumur Pra-Tersier dan merupakan inti dari benua Kalimantan yaitu pada Cekungan Kutai. Secara garis besar, Cekungan Kutai dari Eosen hingga Tersier Muda tersusun oleh Formasi Pamaluan, Formasi Bebulu (Miosen Awal - Miosen Tengah), Formasi Pulau Balang (Miosen Tengah-Miosen Akhir), Formasi Balikpapan (Miosen Tengah), Formasi Kampung Baru (Miosen Akhir – Pliosen) dan endapan rawa yang merupakan endapan Kuartar (Gambar 2.1) Daerah penelitian terletak pada Cekungan Kutai Bagian Bawah (Lower Kutai Basin) yaitu mencakup Formasi Pamaluan dan Formasi Pulau Balang.

Formasi Pamaluan memiliki ketebalan formasi mencapai 1500-2500 meter dengan susunan batuan berupa batupasir kuarsa sebagai batuan utama dan dengan sisipan batulempung, serpih batugamping, dan batulanau. Formasi yang diendapkan di lingkungan laut dalam ini banyak mengandung foraminifera seperti *Lepidocyclina* sp., *Miogypsinoidea* sp., *Cycloclypeus* sp. dan *Operculina* sp. Juga dijumpai fosil plangton: *Globigerina venezuela* HEDBERG, *Globigerina ciperdensis* BOLLI, *Globorotalia nana* dan fosil bentos seperti : *Dentalina* sp., *Uvigerina* sp., *Epinoides* sp., *Nodosaria* sp., dan *Bolivia* sp., yang menunjukkan umur Oligosen Akhir-Miosen Tengah (Purnamaningsih, 1979 dan Aziz, 1981 dalam Hidayat, dkk. (1994)).

| AGE            | Pelagic Zone Blow | Tertiary Letter Stages | SE-Kutai between Sangatta and the Balikpapan-bay (Möller, 1943)                                                               | East Kutai Basin (Marks, 1982) | Balikpapan Quadrangle (Hidayat & Umar, 1994) | Samarinda Quadrangle (Supriatna et al., 1995) |
|----------------|-------------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Quaternary     | N23/22            | Q                      |                                                                                                                               | MAHAKAM GROUP                  | Alaium                                       | Alaium                                        |
| Pliocene       | Late              | N21                    | Mahakam-delta sediments, clay and sand with plant remains. Small foraminifera chiefly <i>Rotalia</i> and <i>Operculinidae</i> | HANDIL DUA FM                  | KAMPUNG BARU FM.                             | KAMPUNG BARU FM.                              |
|                | Early             | N20                    |                                                                                                                               |                                |                                              |                                               |
| Miocene        |                   | N19                    |                                                                                                                               |                                |                                              |                                               |
|                |                   | N18                    |                                                                                                                               |                                |                                              |                                               |
|                |                   | N17                    |                                                                                                                               |                                |                                              |                                               |
|                |                   | N16                    |                                                                                                                               |                                |                                              |                                               |
|                | Late              | N15                    |                                                                                                                               | Tanjung Batu FM                | BALIKPAPAN FM.                               | BALIKPAPAN FM.                                |
|                |                   | N14                    |                                                                                                                               |                                |                                              |                                               |
|                |                   | N13                    |                                                                                                                               |                                |                                              |                                               |
|                | Middle            | N12                    |                                                                                                                               | BALIKPAPAN GROUP               | PULAU BALANG FM.                             | PULAU BALANG FM.                              |
|                |                   | N11                    |                                                                                                                               |                                |                                              |                                               |
|                |                   | N10                    |                                                                                                                               |                                |                                              |                                               |
| Late Oligocene |                   | N9                     | Pulubalang-layers, clay and marl with sandstone intercalation                                                                 | MENTAWIR FM                    | GELINGSEH FM                                 |                                               |
|                |                   | N8                     | Pulubalang-layers, chiefly clay and coal, sandstone, sometimes with <i>Lepidocyclina</i>                                      |                                |                                              |                                               |
|                |                   | N7                     |                                                                                                                               |                                |                                              |                                               |
|                |                   | N6                     |                                                                                                                               |                                |                                              |                                               |
|                |                   | N5                     |                                                                                                                               |                                |                                              |                                               |
|                |                   | N4                     |                                                                                                                               |                                |                                              |                                               |
| Late Oligocene |                   | N3                     |                                                                                                                               |                                |                                              |                                               |
|                |                   | N2                     |                                                                                                                               |                                |                                              |                                               |
|                |                   |                        | Unknown                                                                                                                       |                                |                                              |                                               |

**Gambar 2.1** Korelasi Stratigrafi Regional Bagian Tenggara Cekungan Kutai (Sejumlah rekonstruksi oleh Peneliti terdahulu dalam Yuniardi, 2012)

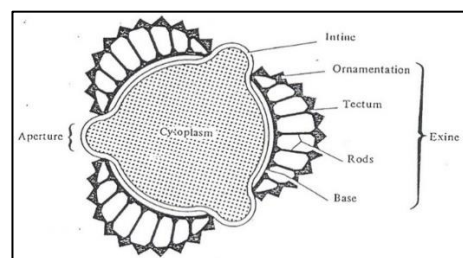
Formasi Pulau Balang memiliki ketebalan formasi sekitar 900 m yang terdiri atas litologi berupa perselingan greywacke dan batupasir kuarsa dengan sisipan batugamping, batulempung, batubara dan tuf dasit. Formasi ini diendapkan pada lingkungan sublitoral dangkal, menunjukkan umur Miosen Tengah (Purnamaningsih, 1978) yang dicirikan oleh hadirnya beragam foraminifera penunjuk umur seperti *Cyclopeus sp.*, *Lepidocyclina sp.*, *Miogypsina*, *Miogypsinoides* dan *Flusculinella bontangensis*.

### Palinologi

Palinologi adalah cabang ilmu dari mikropaleontologi yang mempelajari mikrofosil dengan dinding yang tersusun atas material organik (organic-walled) seperti (Brasier, 1980). Palinologi merupakan suatu studi yang mempelajari polen, spora, dan mikrofosil organik, yang bersifat mikroskopik dan memiliki kesamaan sifat kimia dan sisa organik (Morley,1990).

### Polen dan Spora

Polen atau serbuk sari adalah bagian bunga yang berupa kantung berisi gametofit jantan pada tumbuhan berbunga Anthophyta baik gymnospermae (Pinophyta) maupun angiospermae (Magnoliophyta) (Puspaningrum, 2008).

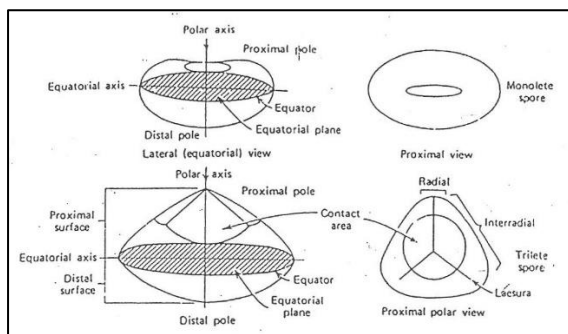


**Gambar 2.2** Morfologi Umum Polen (Sawyer,1981)

Dalam prosesnya, polen yang sudah matang akan terlepas dan lalu menuju ke putik yang mengandung sel kelamin betina, dan kemudian menghasilkan biji yang menjadi bakal tumbuhan selanjutnya. Dalam proses pelepasan polen ini, tidak semua polen akan mencapai putik, apalagi dengan adanya ragam agen transportasi polen, semisal angin, hewan, maupun campur tangan manusia itu sendiri. Polen

yang tidak mencapai putik, dan kemudian jatuh ke tanah itulah yang kemudian akan mengalami sedimentasi, dan lalu menjadi rekaman fosil pada tubuh batuan.

Sedangkan spora dihasilkan dari tumbuhan non vaskuler seperti alga, jamur, lumut serta tumbuhan vaskuler tingkat rendah lain yaitu tumbuhan lumut (Bryophyta) dan paku (Pteridophyta). Polen dan spora berasal dari tumbuhan yang hidup pada suatu lingkungan tertentu, sehingga dapat digunakan untuk merekonstruksi flora dan vegetasi yang berada di sekelilingnya (Suedy, 2012).



**Gambar 2.3** Morfologi Umum Spora  
(Tschudy and Scott, 1969)

Polen dan spora memiliki morfologi yang membedakannya dari palinomorfl lainnya sehingga lebih mudah dikenali seperti bentuk, ukuran, aperture pada polen dan laesura pada spora, serta ornamentasi atau struktur dinding.

### **Zona Palinologi di Indonesia**

Berdasarkan sandi stratigrafi Indonesia, zona adalah satuan dasar biostratigrafi, dimana suatu lapisan atau tubuh batuan yang dicirikan oleh suatu takson fosil atau lebih. Di Indonesia terdapat beberapa fosil polen dan spora penunjuk atau polen marker sebagai penciri di umur geologi tertentu. Contohnya zonasi palinologi Pulau Jawa yang dibuat oleh Rahardjo, dkk (Rahardjo dkk, 1994 ; dalam Lelono, 2007) yang membagi zona-zona palinologi berdasarkan kehadiran polen dan spora marker tertentu.

### **Lingkungan Pengendapan**

Lingkungan pengendapan adalah karakteristik dari suatu tatanan geomorfik dimana proses fisik, kimia, dan biologi berlangsung yang menghasilkan suatu jenis endapan sedimen tertentu (Boggs, 1995). Lingkungan pengendapan dapat dijadikan sebagai salah satu bentuk rekam jejak untuk mengetahui proses-proses geologi apa saja yang telah dilalui dalam pembentukan batuan yang ada di bumi saat ini. Dimana saat pembentukannya, sangat besar potensi terkandungnya spesies-spesies baik tumbuhan maupun hewan yang hidup pada skala waktu geologi tertentu di dalamnya.

Haseldonckx (1974) dan Morley (1977) telah mengelompokkan lingkungan pengendapan berdasarkan zona vegetasi dari polen dan spora.

### **METODE PENELITIAN**

Objek penelitian merupakan sampel berupa preparat palinologi yang berasal dari hasil program penelitian pemetaan geologi daerah calon ibu kota baru, Kalimantan Timur oleh tim Sedimen dan Stratigrafi IKN Selatan Pusat Survei Geologi. Terdapat sebanyak 12 sampel titik pengambilan data dengan jumlah preparat polen dan spora sebanyak 24 preparat. Preparat polen dan spora yang ada kemudian dilakukan pengamatan dan determinasi untuk mengidentifikasi karakteristik polen dan spora untuk selanjutnya dianalisis terkait umur dan lingkungan pengendapan polen dan spora tersebut. Dari keseluruhan sampel, hanya terdapat 10 sampel yang layak dan dapat dianalisis lebih lanjut dikarenakan 2 sampel lainnya dinyatakan rusak dan tidak layak analisis dan determinasi.

Penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan yang terdiri dari tahap persiapan berupa studi literatur, tahap pengamatan dan determinasi, tahap pengolahan data, tahap analisis dan interpretasi, serta tahap akhir penyusunan laporan.

Dalam tahap pengamatan dan identifikasi, pada butir polen dan spora dilakukan deskripsi karakteristik morfologi

untuk memudahkan dalam determinasi berdasarkan identifikasi karakteristik pada setiap butir polen dan spora, yaitu apertur, eksin, ornamentasi serta ukuran butir. Lalu dibandingkan dengan gambar atau fotomikrograf polen dan spora yang ada pada penelitian terdahulu.

Hasil identifikasi berupa nama-nama fosil dan kelimpahannya kemudian diplotkan ke dalam suatu tabel polen dan yang menunjukkan umur, spesies penunjuk, lingkungan pengendapan, kelimpahan, keragaman, dan jumlah absolut polen dari tiap kelompok ekologi.

Seluruh data yang telah diubah tampilannya ke dalam bentuk tabel umur dan lingkungan pengendapan kemudian dianalisis untuk diinterpretasikan hasilnya.

Dalam menentukan umur relatif batuan pada daerah penelitian, dilakukan analisis pendekatan kehadiran atau ketidakhadiran (Morley, 1990), serta rentang umurnya diidentifikasi berdasarkan kehadiran bersama takson-takson penciri zona atau yang diwakilkan oleh kehadiran polen dan/atau spora marker. Dalam penelitian ini, penentuan umur polen dan spora mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Morley (1991) serta penelitian relevan lainnya.

Polen dan spora penunjuk umur kemudian menjadi proxy untuk menentukan umur relatif daerah penelitian yang dalam penelitian ini dikorelasikan dengan urutan stratigrafi per sampel penelitian. Kepada hasil rentang umur yang didapatkan kemudian dilakukan pula penyesuaian kembali dengan referensi zonasi-zonasi palinologi peneliti terdahulu, contohnya zonasi palinologi oleh Rahardjo dkk, 1994; dalam Lelono, 2007. Rentang umur polen dan spora daerah penelitian selanjutnya dimuat ke dalam bentuk tabel umur.

Dalam melakukan rekonstruksi lingkungan pengendapan, dibuat diagram lingkungan pengendapan berdasarkan pada perhitungan dalam bentuk persentase kuantitatif terhadap kelompok-kelompok taksa berdasarkan ekologinya. Kelompok-

kelompok taksa tersebut dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus berikut:

$$\% \frac{\text{Palinomorff}}{\text{conto}} = \frac{\sum \text{Palinomorff} / \text{conto}}{\sum \text{Seluruh Palinomorff} / \text{conto}} \times 100\%$$

Untuk diagram lingkungan pengendapan, kumpulan fosil akan dikelompokkan ke dalam ragam asosiasi lingkungan pengendapan dengan hasil perhitungan persentase yang telah dibuat sebagai pertimbangan dominansi asosiasi taksa tersebut. Asosiasi lingkungan pengendapan yang digunakan mengacu pada Haseldonckx (1974).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

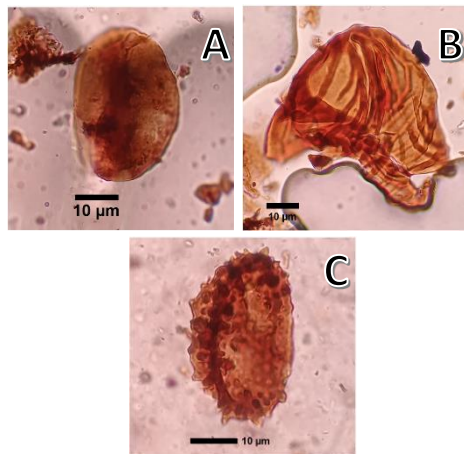
Dari sepuluh sampel yang telah diidentifikasi diperoleh sebanyak 439 individu dari 37 taksa teridentifikasi. Diantaranya terdapat 319 individu polen dan 120 individu spora.

Dari keseluruhan sampel didominasi oleh polen spora lingkungan air tawar atau *Freshwater* yaitu melalui kelimpahan *Palmaepollenites sp.* dan *Cyperaceae* serta jenis spora berupa *Verrucatosporites sp.* dan *Microfoveolatosporites* yang mendominasi seluruh sampel. Diikuti dengan kelimpahan polen *Ephedra* dan *Quercopollenites sp.* yang merupakan penciri lingkungan montane. Jenis palinomorff yang sedikit ditemukan diantaranya yaitu *Discoidites acutus* penciri lingkungan *backmangrove* dan *Striaticolpites sp.* penciri lingkungan riparian.

## Interpretasi Umur Relatif

Dalam penelitian ini, dari keseluruhan 10 sampel didapatkan 5 sampel yang menunjukkan kehadiran taksa-taksa penciri umur atau polen marker. Dimana pada sampel 19 FB 04 B terdapat satu taksa penciri umur yaitu *Verrucatosporites usmensis* yang mencirikan umur geologi mulai dari Eosen Akhir sampai kuartar (Morley, 1991). Selanjutnya pada sampel 19 FB 08 A terdapat taksa penciri yaitu

*Magnastriatites howardii* sebagai penciri umur Oligosen Akhir – Kuarter (Germeraad, 1968). Pada sampel 19 FB 31 B, hadir jenis taksa penciri yaitu *Florschuetzia trilobata* sebagai penciri umur Eosen-Miosen Tengah (Morley, 1991). Kemudian pada sampel 19 FB 02 C, ditemukan taksa penciri umur diantaranya *Florschuetzia trilobata* sebagai penciri umur Eosen-Miosen Tengah (Morley, 1991) dan *Verrucatosporites usmensis* yang memiliki cakupan umur yang cukup panjang mulai dari Eosen Akhir sampai kuartar (Morley, 1991). Selanjutnya pada 19 FB 02 B yang mengandung satu jenis taksa penciri yaitu *Florschuetzia trilobata* yaitu penciri umur Eosen-Miosen Tengah (Morley, 1991). Sehingga total sebanyak 3 fosil marker (Gambar 4.1) yang tersebar pada 5 sampel penelitian yaitu *Florschuetzia trilobata*, *Magnastriatites howardii*, dan *Verrucatosporites usmensis*.



**Gambar 4.1** Fosil polen dan spora penunjuk umur yang digunakan dalam penelitian (A: *Florschuetzia trilobata*, B: *Magnastriatites howardii*, C: *Verrucatosporites usmensis*)

Penentuan umur relatif dalam penelitian ini selain berdasar kepada kehadiran polen dan spora marker juga dikorelasikan dengan urutan stratigrafi lapisan per titik sampel yang merujuk kepada urutan berdasarkan rekonstruksi arah jurus dan kemiringan lapisannya,

khususnya pada sampel 19 FB 01 AD, 19 MF 27 C, 19 FB 03 B, dan 19 MF 30 yang tidak mengandung polen ataupun spora penunjuk umur.

Sehingga jika dibandingkan dengan kedudukan stratigrafi per sampel yang telah direkonstruksi dari data arah jurus dan kemiringan tiap lapisannya menunjukkan dari tua ke muda (bawah ke atas) secara berurutan yaitu 19 FB 04 A, 19 FB 08 A, 19 MF 31 B, 19 MF 27 C, 19 FB 03 B, 19 MF 30 yang diperkirakan termasuk ke dalam Formasi Pamaluan yang berumur Oligosen Akhir-Miosen Tengah (Purnamaningsih (1979) dan Aziz (1981)), dan 19 FB 02 C, 19 FB 02 B, 19 FB 01 AD, 19 FB 01 B yang diperkirakan termasuk ke dalam Formasi Pulau Balang yang berumur Miosen Tengah-Miosen Akhir (Supriatna dkk., 1995). Dapat dilihat pada gambar 4. 2.

| Kolom Stratigrafi Daerah Penelitian |                                |             |
|-------------------------------------|--------------------------------|-------------|
| Umur                                | Formasi                        | Kode Sampel |
| Miosen Tengah                       | Tmpt<br>(Formasi Pulau Balang) | 19 FB 01 B  |
|                                     |                                | 19 FB 01 AD |
|                                     |                                | 19 FB 02 B  |
|                                     |                                | 19 FB 02 C  |
| Miosen Awal                         | ?                              | ?           |
| Oligosen Akhir                      | Tomp<br>(Formasi Pamaluan)     | 19 MF 30    |
|                                     |                                | 19 FB 03 B  |
|                                     |                                | 19 MF 27 C  |
|                                     |                                | 19 MF 31 B  |
|                                     |                                | 19 FB 08 A  |
|                                     |                                | 19 FB 04 A  |

**LEGENDA**

**Tmpt** Formasi Pulau Balang  
Formasi ini memiliki ketebalan formasi sekitar 900 m yang terdiri atas litologi berupa perisiran greywacke dan batupasir kuarsa dengan sisipan batugamping, batulempung, batubara dan tuf dasit.

**Tomp** Formasi Pamaluan  
Formasi ini memiliki ketebalan 1500-2500 meter. Batupasir kuarsa sebagai batuan utama dan dengan sisipan batulempung, serpih batugamping, dan batubara. Memiliki struktur sedimen silang-silang dan perlapisan sejajar yang berlipis sangat baik.

**19 FB 01 B** Kode Sampel

**Gambar 4.2** Kolom Stratigrafi Daerah Penelitian

Berdasarkan kehadiran polen dan spora marker dikorelasikan dengan urutan stratigrafi perlapisan tiap sampel maka batas bawah dari zona palinologi daerah penelitian yaitu berdasarkan kemunculan *Magnastriatites howardii* sebagai penciri umur Oligosen Akhir – Kuarter (Germeraad, 1968) pada sampel 19 FB 08 A dan batas atas dari zona palinologi daerah penelitian yaitu berdasarkan kemunculan akhir *Florschuetzia trilobata* pada sampel 19 02 B yaitu pada Miosen tengah (Morley, 1991). Serta didukung dengan kehadiran fosil marker lainnya yaitu *Verrucatosporites usmensis* pada sampel 19

FB 04 A, 19 FB 08 A, dan 19 FB 02 C yang memiliki rentang umur cukup panjang mulai dari Eosen Akhir sampai Kuartar (Morley,1991). Maka hasil interpretasi umur daerah penelitian menunjukkan bahwa daerah penelitian diperkirakan terbentuk pada umur Oligosen Akhir hingga Miosen Tengah.

### Lingkungan Pengendapan Purba

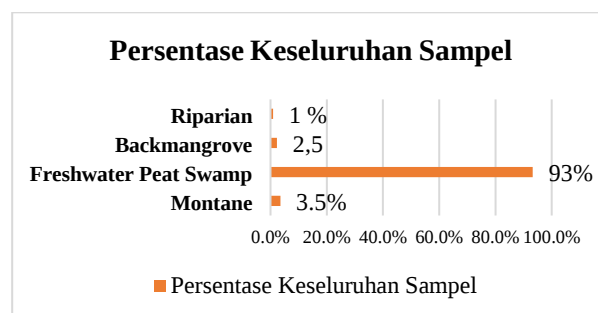
Pada penelitian ini, lingkungan pengendapan purba ditentukan berdasarkan dominansi kelimpahan polen dan spora yang ada di setiap sampel dengan membuat persentase kehadiran tiap polen dan spora per sampel. Kelimpahan polen dan spora dengan lingkungan pengendapan yang digunakan dalam penelitian ini didasarkan pada Haseldonckx (1974), dimana dalam penelitian ini diidentifikasi terdapat 4 jenis ekologi sesuai dengan kehadiran tiap polen dan spora penciri yaitu *Montane*, *Riparian*, *Freshwater Peat Swamp*, dan *Backmangrove*.

Berdasarkan hasil analisis sampel, dapat dilihat pada diagram 4. 1 bahwa lingkungan *freshwater peat swamp* menjadi lingkungan pengendapan utama dengan persentase paling banyak dari semua sampel yang dianalisis yaitu sebesar 93 % dengan diwakilkan oleh dominansi *Palmaepollenites sp.*, *Cyperaceae*, dan *Verruvatosporites usmensis*, serta *Microfoveolatosporites sp* yang hampir dijumpai pada tiap-tiap sampel.

Selanjutnya lingkungan pengendapan *montane* sebagai lingkungan pengendapan dengan persentase kedua terbanyak berdasarkan persentase keseluruhan sampel sebesar 3,5% dengan dicirikan dengan kehadiran *Ephedra sp.*, *Quercopollenites*, dan *Podocarpus sp.*

Lingkungan pengendapan *backmangrove* dengan persentase sebesar 2,5% diwakilkan oleh kehadiran *Florschuetzia trilobata* dan *Acrostichum sp.* pada beberapa sampel tertentu. Persentase kehadiran polen dan spora penciri lingkungan pengendapan paling kecil yaitu riparian dari keseluruhan sampel

hanya berkisar 1% yaitu diwakilkan oleh beberapa kehadiran taksa *Striaticolpites sp.* dan *Dipterocarpus sp.*

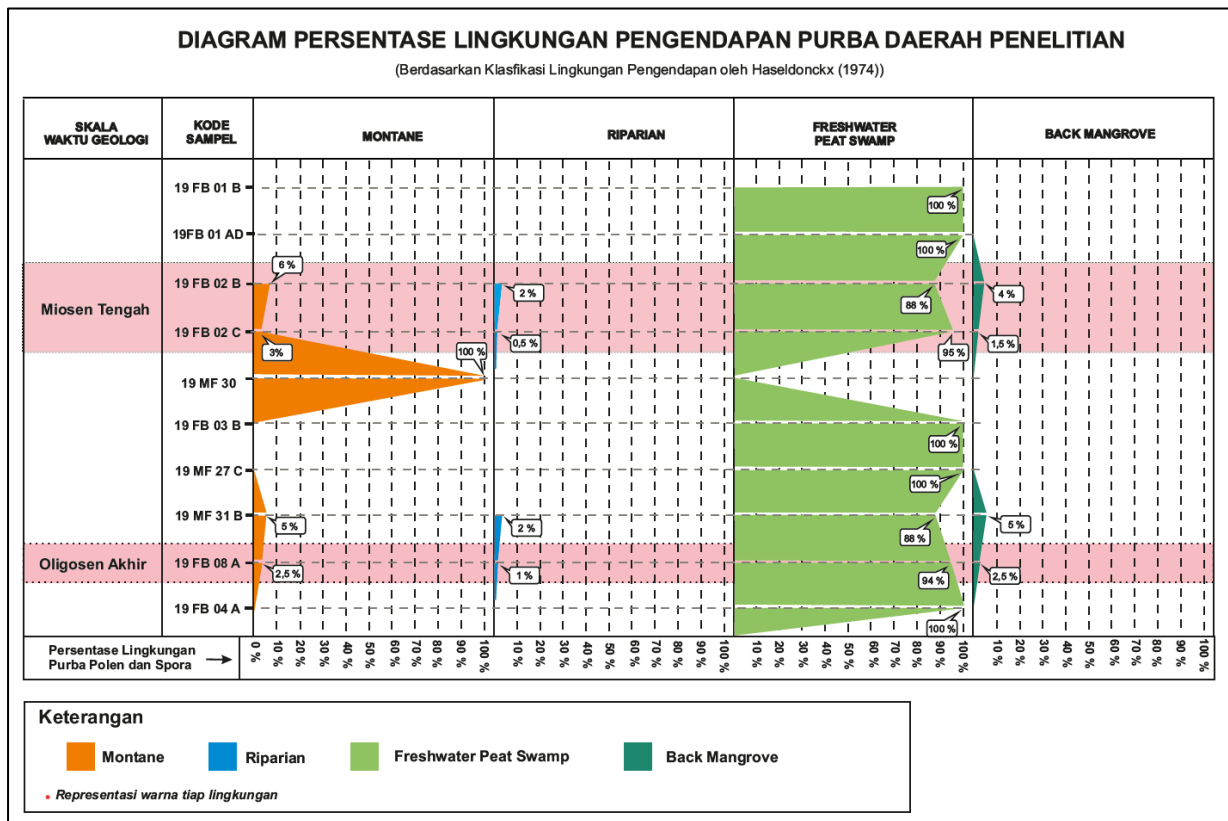


**Diagram 4.1** Diagram Batang Sebaran Lingkungan Pengendapan Keseluruhan Sampel

Diagram 4. 2 menunjukkan persebaran palinomorf yang diasosiasikan dengan lingkungan pengendapan disertai dengan zona umur relatif tiap sampel berdasarkan kehadiran takson penciri pada sampel tertentu untuk melihat perubahan lingkungan purba antar umur relatif sampel sesuai dengan hasil interpretasi umur relatif daerah penelitian (Gambar 4.2).

Hasil dari diagram 4.2 menunjukkan seberapa signifikan perubahan lingkungan daerah penelitian sebagaimana polen dan spora penciri lingkungan pengendapan *freshwater peat swamp* mendominasi daerah penelitian, maka dapat dinyatakan bahwa daerah penelitian diendapkan pada lingkungan yang terus digenangi air tawar yang juga masih terpengaruh oleh material asal daratan serta mendapat pengaruh dari air laut.

Hadirnya polen dan spora penciri lingkungan *backmangrove* pada beberapa sampel dalam penelitian membuktikan bahwa daerah penelitian dalam pengendapannya mendapatkan pengaruh air laut sebagaimana lingkungan *backmangrove* merupakan lingkungan yang terletak pada daerah peralihan antara *mangrove* dengan rawa air tawar, dimana terpengaruhi pasang surut atau lingkungan yang lebih ke arah darat dan berhubungan langsung dengan air laut.



**Diagram 4.2** Diagram Persentase Lingkungan Pengendapan Purba Daerah Penelitian

Serta diimbangi dengan persentase yang hampir sama dengan lingkungan pengendapan *montane* yang mencerminkan polen dan spora asal daratan. Sehingga menjadikan kesimpulan bahwa lingkungan pengendapan purba daerah penelitian terletak diantara keduanya yaitu pada lingkungan *freshwater peat swamp*.

## DISKUSI

Berdasarkan pada diagram 4. 2, perubahan lingkungan yang terjadi pada daerah penelitian dapat dijabarkan dalam beberapa poin berikut:

- Pengendapan yang dimulai pada kala Oligosen Akhir saat diendapkannya sampel 19 FB 08 A divisualisasikan dengan blok berwarna merah muda yang menggambarkan bahwa pada kala Oligosen Akhir tersebut, daerah penelitian mulai mendapatkan pengaruh air laut ditandai dengan

hadirnya polen dan spora penciri lingkungan *backmangrove* yang menerus hingga diendapkannya sampel 19 MF 31 B.

Mengacu kepada hasil analisis umur relatif daerah penelitian pada gambar 4. 2, sampel 19 FB 04 A diendapkan sebelum 19 FB 08 A. Meskipun pada sampel 19 FB 04 A tidak ditemukan polen dan spora yang mencirikan lingkungan *backmangrove* atau lingkungan-lingkungan pengendapan lainnya yang mencirikan pengaruh air laut, dapat diasumsikan bahwa sampel tersebut juga diendapkan pada kala Oligosen Akhir tidak jauh sebelum pengendapan 19 FB 08 A.

- Setelah sampel 19 MF 31 B diendapkan, secara berurutan dari tua ke muda diendapkanlah sampel 19 FB 27 C, 19 FB 03 B, dan 19 MF 30

dimana pada grafik digambarkan berkurangnya polen dan spora penciri lingkungan *backmangrove*. Sehingga diasumsikan bahwa pada saat pengendapan ketiga sampel tersebut pengaruh air laut berkurang.

- Selanjutnya pada pengendapan sampel 19 FB 02 C dan 19 02 B yang kembali memperlihatkan adanya pengaruh air laut saat pengendapan keduanya berlangsung. Kemudian berkurang kembali saat pengendapan sampel 19 FB 01 B dan 19 FB 01 AD.

Serta berdasarkan analisa perbandingan persentase kehadiran polen dan spora penciri lingkungan *backmangrove* dan penciri lingkungan *montane*, dari tua ke muda, persentase lingkungan *backmangrove* yang semula 2,5% sampai 5% pada Kala Oligosen Akhir berkurang menjadi 1,5% sampai 4% pada Kala Miosen Tengah berbanding terbalik dengan peningkatan persentase lingkungan *montane* yang semula 2,5% sampai 5% pada Kala Oligosen Akhir menjadi 3% sampai 6% pada kala Miosen Tengah.

Hal ini menunjukkan bahwa semakin muda, lingkungan pengendapan purba daerah penelitian bergerak menuju ke darat menjauhi lingkungan yang terpengaruh air laut.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis terhadap sampel-sampel yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada penelitian ini terdapat kehadiran fosil polen, spora, dan spora jamur. Fosil polen dan spora marker yang ditemukan yaitu diantaranya *Florschuetzia trilobata*, *Magnastriatites howardii*, dan *Verrucatosporites usmensis*.
2. Daerah penelitian diendapkan pada umur Oligosen Akhir hingga Miosen Tengah. Ditandai dengan kemunculan awal *Magnastriatites howardii* yang merupakan penciri umur Oligosen

Akhir – Kuarter (Germeraad, 1968). Serta kemunculan akhir *Florschuetzia trilobata* sebagai penciri umur Eosen-Miosen Tengah (Morley, 1991).

3. Lingkungan pengendapan purba daerah penelitian didominasi oleh polen dan spora *freshwater peat swamp* dengan adanya pengaruh air laut yang dicirikan hadirnya polen dan spora penciri lingkungan *backmangrove* yang semakin muda bergerak menuju ke daratan.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Kami berterimakasih kepada Bapak Amir Hamzah, ST., MT. beserta Tim Sedimen dan Stratigrafi IKN Selatan pemetaan geologi daerah calon ibu kota baru, Kalimantan Timur Pusat Survei Geologi yang telah memberikan sampel berupa preparat palinologi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Atmadilaga, A. G. Nugrahaningsih, M., Sumarno, Yuwono, P., Wirawan, S. S., Subiyanto, F. (2003). Peta Provinsi Kalimantan Timur skala 1: 1.000.000. Jakarta : Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional.
- Boggs, Sam Jr. (1995). *Principle of Sedimentology and Stratigraphy*. Pearson Education.
- Brasier, M. D. (1980). *Microfossils*. London: G. Allen & Unwin.
- Germeraad, J. H., Hopping, C. A., & Muller, J. (1968). Palynology of Tertiary sediments from tropical areas. *Review of palaeobotany and palynology*, 6(3-4), 189-348.
- Haseldonckx, P. (1974). A palynological interpretation of palaeoenvironments in SE Asia. *Sains Malaysiana*, 3(2), 119-127.
- Hidayat, S., Umar, I. (1994). Peta Geologi Regional Lembar Balikpapan, Kalimantan skala 1:250.000. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

- Indonesia, K. S. S. (1996). *Sandi Stratigrafi Indonesia*. Ikatan Ahli Geologi Indonesia.
- Morley, R. J. (1977). *Palinology of Tertiary and Quaternary sediments in Southeast Asia*.
- Morley, R. J. (1990). *Short Course Introduction to Palinology (with Emphasis in South East Asia)*. Purwokerto: Fakultas Biologi UNSOED
- Morley, R. J. (1991). Tertiary stratigraphic palynology in Southeast Asia: current status and new directions.
- Puspaningrum, M. R. (2008). Holocene Environmental Change Interpreted Based On Pollen Records Of Air Pacah, West Sumatra. *Final Project Report*. Biology Program, School Of Life Sciences And Technology, Institut Teknologi Bandung, Bandung: 49 p.
- Rahardjo, A. T., dkk. (1994). Zonasi Polen Tersier Pulau Jawa. *Makalah Ikatan Ahli Geologi Indonesia, Pertemuan Ilmiah Tahunan*, pp. 77-87.
- Rahmad, B., Santoso, K., Hendaryono, Said, S., Widodo, S. (2013). *Wisata Taman Nasional Bukit Duabelas (TNBD) hubungannya dengan Petrologi Organik dan Polen Sub-Cekungan Jambi, Provinsi Jambi, Sumatera*. UPNV Yogyakarta: Teknik Geologi.
- Sawyer, R., & Pickard, R. S. (1981). *Pollen Identification for Beekeepers*. University College Cardiff Press.
- Suedy, S. W. A., Muhadiono, M., Sabiham, S., & Qoyim, I. (2012). Fosil Polen Mangrove Berumur Pliosen Dari Formasi Tapak Daerah Kedung Randu, Banyumas. *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*, 14(1), 17-24.
- Supriatna, S., Sukardi, dan Rustandi, E. (1995). Peta Geologi Regional 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 Survei Geologi.
- Tschudy, R.H, & R.A. Scott. (1969). *Aspect of Palynology*. USA: John Willey and Sons.
- Tyson, R. V. (1995). *Sedimentary Organic Matter. Organic Facies and Palynofacies*. London: Chapman and Hall
- Yuniardi, Y., Muljana, B., Fakhrudin, R. (2012). Kronostratigrafi Cekungan Kutai Bagian Bawah, Daerah Balikpapan Dan Sekitarnya, Propinsi Kalimantan Timur. *Bulletin of Scientific Contribution*, Volume 10, Nomor 1, April 2012: 42-5741