



Umur dan Lingkungan Purba Satuan Batupasir Sisipan Batulempung Formasi Bojongmanik Berdasarkan Data Palinologi

Kuncaraningrat Edi Yoga¹, Teti Syahrulyati¹, Winantris¹
Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran

e-mail : kuncaraningrat16001@mail.unpad.ac.id

Abstrak

Beberapa penelitian sebelumnya menyatakan bahwa Formasi Bojongmanik memiliki umur dimulai dari sekitar N9 hingga sekitar N15 atau kala Miosen Tengah dan terendapkan pada lingkungan transisi, pada daerah pantai sampai lagoon. Satuan batas atas Formasi Bojongmanik merupakan Satuan Batupasir Sisipan Batulempung. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui umur relatif dan lingkungan purba Satuan Batupasir Sisipan Batulempung Formasi Bojongmanik berdasarkan data palinologi yang belum diamati pada penelitian sebelumnya. Enam sampel batuan sedimen ditentukan umur relatifnya menggunakan pendekatan Zona Kumpulan dan pendekatan kehadiran - ketidakhadiran, sementara penentuan lingkungan purba ditentukan menggunakan metoda statistika dengan Microsoft Excel dan analisis kluster menggunakan perangkat lunak *PAleontological STatistics* (Past). Pada penelitian ini Satuan Batupasir Sisipan Batulempung Formasi Bojongmanik diinterpretasikan terendapkan pada kala Miosen Akhir dan lingkungan purba *back mangrove*.

Katakunci: Satuan Batupasir Sisipan Batulempung, Formasi Bojongmanik, Palinologi, Umur batuan, Lingkungan purba.

Abstract

Previous studies have stated that Bojongmanik Formation has the age of approximately N9 to N15 zone or in the Middle Miocene and was deposited in the transitional environment, along the coastal to lagoonal settings. The Sandstone Mudstone Flaser unit was considered as the upper boundary of Bojongmanik Formation. This research has the aim to determine the relative age and paleoenvironment of the Sandstone Mudstone Flaser unit based on palynological data that has yet to be observed in previous researches. The relative age of six sedimentary rock samples were to be determined by using the assemblage zone and presence-absence approach, while their paleoenvironment were to be determined using statistical method done using Microsoft Excel and cluster analysis done using PAleontological STatistics (Past) software. The Bojongmanik Formation Sandstone with Mudstone Flaser unit was interpreted to be deposited in the Late Miocene and back mangrove paleoenvironment.

Keyword: Sandstone with Mudstone Flaser Unit, Bojongmanik Formation, Palynology, Age of Rock, Paleoenvironment.

PENDAHULUAN

Formasi Bojongmanik merupakan salah satu endapan dari Cekungan Banten yang secara litostratigrafi dapat dibedakan menjadi dua satuan batuan dari tua ke muda yaitu Satuan Batulempung Sisipan Batupasir dan Batugamping yang ditutupi secara selaras oleh Satuan Batupasir Sisipan Batulempung dan Batugamping (Syahrulyati, 1989). Beberapa penelitian sebelumnya menyatakan bahwa Formasi Bojongmanik secara keseluruhan mulai terendapkan dan memiliki umur dimulai dari sekitar N9 hingga sekitar N15 atau kala Miosen Tengah berdasarkan Siswoyo (1976), Asikin (1986) dan Syahrulyati (1989). Formasi Bojongmanik pada penelitian sebelumnya juga dinyatakan secara keseluruhan terendapkan pada lingkungan transisi, pada daerah pantai sampai *lagoon* (Martodjodjo, 2003).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui umur relatif dan lingkungan purba Satuan Batupasir Sisipan Batulempung Formasi Bojongmanik berdasarkan data palinologi yang belum diamati pada penelitian – penelitian sebelumnya.

Penelitian ini dilakukan pada tiga kavling pemetaan yang memiliki lingkungan transisi dengan batimetri yang dangkal. Dari tiga kavling pemetaan tersebut diambil enam sampel batuan sedimen dari Satuan Batupasir Sisipan Batulempung yang dianalisa berdasarkan data dan aspek palinologinya.

METODE

Penelitian dilakukan dalam dua tahap, yaitu tahap pengambilan sampel di lapangan dan tahap preparasi sampel di laboratorium serta pengumpulan data pada pengamatan butir

palinomorf dan pengolahan data palinologi.

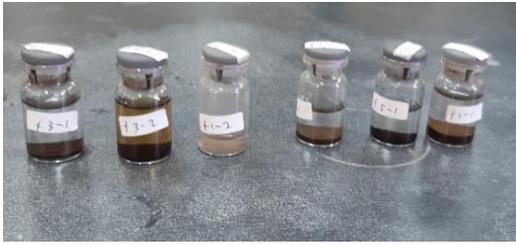
Enam sampel batuan diambil oleh Ir. Teti Syahrulyati, M.Si dengan cara *spot sampling* yang dilakukan pada enam titik mengikuti persebaran Satuan Batupasir Sisipan Batulempung dan Batugamping Formasi Bojongmanik (Syahrulyati, 1989) mengikuti peta geologi yang sudah dibuat pada pemetaan geologi yang telah dilakukan sebelumnya. Enam sampel tersebut merupakan sampel T1-1, T1-2, T3-1, T5-1 dan 272.30.

Sampel yang telah didapatkan selanjutnya dipreparasi untuk menghilangkan material lain yang terdapat pada sampel supaya dapat dianalisis kandungan polen dan sporanya di bawah mikroskop. Sampel batuan dibersihkan dari mineral kalsit (CaCO_3), silikat (SiO_2), florida (F) dan material lain yang dapat menghalangi tahap observasi. Sampel dipreparasi menggunakan Asam klorida (HCL), Asam fluorida (HF) dan Asam nitrat (HNO_3). Setelah sampel bereaksi dengan cairan – cairan kimia tersebut, sampel disaring dan dibuat *slide*/preparat palinologi.

Selanjutnya, dilakukan pencarian polen dan spora pada preparat yang telah dipreparasi menggunakan mikroskop binokuler. Kemudian polen dan spora diidentifikasi untuk mengetahui taksa polen dan sporanya dengan menggunakan perbesaran 400x dan 1000x.



Gambar 1. Sampel batuan.



Gambar 2. Ekstrak sampel palinologi.

Penentuan Umur Batuan

Umur relatif batuan ditentukan menggunakan pendekatan Zona Kumpulan dan pendekatan kehadiran - ketidak hadirannya serta rentang umur fosil dari beberapa peneliti sebelumnya.

Beberapa zonasi biostratigrafi berdasarkan fosil polen dan spora atau palinostratigrafi di Indonesia telah disusun oleh beberapa peneliti, diantaranya oleh Rahardjo (1994), Morley (1991) dan Morley (2000) yang digunakan sebagai dasar acuan mengetahui umur relatif Satuan Batupasir Sisipan Batulempung Formasi Bojongmanik. Semua referensi rentang umur tersebut berasal dari penelitian di Indonesia terutama yang memiliki daerah penelitian di sekitar Laut Jawa. Pembagian zona (Paleogen dan Neogen) skala waktu geologi di dasari pada Zonasi Polen Pulau Jawa oleh Rahardjo dkk (1994) yang juga merupakan sumber referensi polen dan spora marker pada penelitian ini.

Penentuan Lingkungan Purba

Analisis ini dilakukan dengan perhitungan butir polen dan spora menggunakan Microsoft Excel. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui perkiraan daftar seluruh taksa flora/tumbuhan yang pernah tumbuh di lokasi penelitian pada masa lampau. Setelah diidentifikasi, maka dilakukan pengelompokan taksa flora berdasarkan kesamaan habitat lingkungan menurut pengelompokan Haseldonckx (1974)

dan Morley (1977) yang meliputi lingkungan

mangrove, back mangrove, riparian, lowland forest, montane forest, dan swamp. Ditambahkan juga lingkungan *freshwater* yang mencakup taksa – taksa yang tidak tercantum pada klasifikasi Haseldonckx (1974) dan Morley (1977).

Jumlah standar 200 butir palinomorf ditetapkan oleh Morley (1990) yang menyatakan bahwa bila 25% dari kumpulan individu berasal dari lokal, maka jumlah kumpulan yang dibutuhkan adalah 200 butir untuk melakukan analisis statistika.

Persentase polen dan spora yang mewakili lingkungan dalam tiap sampel secara umum dihitung dengan rumus berikut:

$$\% \text{ Lingkungan} = \frac{\sum \text{Takson representatif lingkungan}}{\sum \text{Seluruh Individu}} \times 100\%$$

Hasil perhitungan persentase lingkungan purba akan dipresentasikan dengan diagram polen.

Analisis Kluster R-Mode

Analisis kluster dilakukan untuk memastikan kebenaran hasil lingkungan dari analisis Microsoft Excel. Analisis ini didasari oleh penentuan asosiasi taksa representatif lingkungan sebagai salah satu taksa paling dominan. Past mengolah data menggunakan metoda analisis kluster berhirarki yang hasilnya akan ditampilkan menggunakan dendogram.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil umur relatif dapat diamati pada **Gambar 1**. Terlihat pada **Gambar 1** bahwa sampel T1-1 dan T1-2 tidak memiliki fosil marker dan hanya memiliki dua fosil yang

diketahui umurnya, maka dari itu hasil penentuan umur batuan sampel T1-1 dan T1-2 dianggap kurang akurat dan ditandai dengan arsiran ungu. Pada sampel T1-1 juga tidak terdapat ada perpotongan rentang umur antara kedua fosil. Hasil ini bisa saja disebabkan karena sampel T1-1 dan T1-2 terendapkan pada lingkungan laut, maka bisa saja palinomorf yang terdapat pada sampel T1-1 dan T1-2 merupakan hasil *rework* atau butir palinomorf dari darian yang tertransportasi kembali oleh air dan terendapkan kembali pada lingkungan laut. Asumsi tersebut didukung oleh sedikitnya jumlah butir polen dan spora (< 200 butir) pada sampel T1-1 dan T1-2 (**Tabel 2.b. Lampiran**). Umur relatif sampel T1-1 dan T1-2 tidak akan dibahas lebih lanjut.

Dapat dilihat pada **Gambar 1** bahwa sampel T3-1 dan T3-2 memiliki kesamaan fosil yaitu *Anthocerisporis spp.* yang berumur kala Miosen Akhir hingga zaman Kuartar, *Scolocyamus magnus* yang berumur bagian akhir kala Miosen Awal hingga pertengahan Pliosen Awal (Morley, 1991) dan *Palmaepollenites kutchensis* yang berumur kala Eosen Tengah hingga Eosen akhir (Morley, 2000). Sampel T3-1 juga memiliki fosil marker *Florschuetzia meridionalis* yang berumur N9-N23 yang memiliki kemunculan pertama pada kala Miosen Tengah (Rahardjo dkk., 1994) dan *Chantiumidites sp.* yang berumur kala Miosen Awal hingga zaman Kuartar (Morley, 1991). Hasil perpotongan umur relatif pada sampel T3-1 dan T3-2 merupakan kala Miosen Akhir hingga pertengahan kala Pliosen Awal, atau yang bila disetarakan dengan pembagian zona dan skala waktu geologi berdasarkan Zonasi Polen Pulau Jawa Rahardjo dkk (1994) adalah sekitar N15 hingga N18,5. Perpotongan umur T3-1 dan T3-2 dianggap cukup representatif, karena setidaknya berdasarkan tiga atau lebih fosil dan dua

diantaranya memiliki rentang umur yang tidak terlalu panjang. Sampel T3-1 juga memiliki fosil *marker* yang menambah ke akuratan rentang umur sampel T3-1.

Pada **Gambar 1** dapat dilihat bahwa sampel T5-1 dan 272.30 memiliki kesamaan fosil yaitu *Anthocerisporis spp.* yang berumur kala Miosen Akhir hingga zaman Kuartar, *Verrucatosporites usmensis* yang berumur kala Eosen Akhir hingga zaman Kuartar (Morley, 1991) dan *Discoidites pilosus* yang berumur awal kala Oligosen hingga sekitar pertengahan kala Miosen Akhir (Morley, 2000). Sampel 272.30 juga memiliki empat fosil *marker* berdasarkan Rahardjo dkk (1994) yaitu *Florschuetzia levipoli* yang memiliki kemunculan pertama pada kala Miosen Awal (N6-N23), *Florschuetzia meridionalis* yang memiliki kemunculan pertama pada kala Miosen Tengah (N9-N23), *Florschuetzia trilobata* (P14-N16.5) yang memiliki kemunculan akhir pada kala Miosen Akhir dan *Stenochlaeniidites papuanus* (P17-N21) yang memiliki kemunculan akhir pada kala Pliosen Akhir (Rahardjo dkk, 1994). Selain empat fosil *marker* pada sampel 272.30, sampel 272.30, juga memiliki fosil *Camptostemon schultzei* yang memiliki umur sekitar bagian awal kala Miosen Awal hingga bagian awal zaman Kuartar dan terakhir *Scolocyamus magnus* yang berumur bagian akhir kala Miosen Awal hingga pertengahan kala Pliosen Awal (Morley, 1991). Hasil perpotongan umur relatif pada sampel T5-1 dan 272.30 merupakan awal kala Miosen Akhir hingga bagian akhir kala Miosen Akhir, atau yang bila disetarakan dengan pembagian zona dan skala waktu geologi berdasarkan Zonasi Polen Pulau Jawa Rahardjo dkk (1994) adalah sekitar N15 hingga N17.

Berdasarkan **Gambar 1**, hasil umur relatif batuan Satuan Batupasir Sisipan Batulempung Formasi Bojongmanik memiliki rentang umur dari hasil perpotongan rentang umur batuan sampel T3-1, T3-2 dengan rentang umur sampel T5-1, 272.30 yaitu bagian awal kala Miosen Akhir hingga bagian akhir kala Miosen akhir atau yang bila disetarakan dengan pembagian zona dan skala waktu geologi berdasarkan Zonasi Polen Pulau Jawa Rahardjo dkk (1994) adalah sekitar N15 hingga N17.

Berdasarkan **Gambar 1**, dapat diinterpretasikan juga bahwa sampel batuan T5-1 dan 272.30 terendapkan lebih dulu yaitu pada kala Miosen Akhir, kemudian diikuti dengan terendapkannya sampel batuan T3-1 dan T3-2 yaitu sekitar kala Miosen Akhir hingga Pliosen Awal.

Hasil lingkungan purba dapat diamati dari diagram polen (**Gambar 2**). Dapat dilihat pada diagram polen (**Gambar 2**) bahwa sumbu Y mengurutkan enam sampel batuan Satuan Batupasir Sisipan Batulempung Formasi Bojongmanik berdasarkan hasil umur relatif dari analisis umur (**Gambar 1**). Dapat dilihat juga pada sumbu X pada diagram polen (**Gambar 2**) yang mewakili persentase frekuensi lingkungan yang direpresentasikan dengan jumlah taksa – taksa representatif setiap lingkungan (**Tabel 2.c. Lampiran**). Perlu diingat bahwa sumbu Y tidak mewakili variabel kedalaman karena sampel diambil secara *spot sampling* pada lokasi yang berbeda tetapi pada satuan batupasir yang dianggap sama mengikuti peta geologi yang sudah dibuat pada pemetaan sebelumnya. Maka dari itu nilai lingkungan purba antar sampel bukan berarti perkembangan perubahan lingkungan purba antar kedalaman namun perkembangan perubahan lingkungan purba antar umur relatif sampel yang sebelumnya telah

ditentukan pada

Gambar 1. Diagram polen dapat memberi gambaran seberapa signifikan lingkungan yang terjadi pada sampel batuan berdasarkan luasan bangun ruang pada setiap grafik lingkungan purba.

Pada sampel T1-1 dan T1-2 jumlah butir polen dan spora tidak mencapai 200 butir (**Tabel 2.b.**). Maka dari itu luasan diagram pada titik – titik lingkungan purba pada sampel T1-1 dan T1-2 diberi arsiran ungu, sebagai tanda bahwa hasil persentase lingkungan purba sampel T1-1 dan T1-2 tidak cukup representatif dan tidak akan dibahas lebih lanjut. Mungkin hal ini disebabkan karena sampel T1-1 dan T1-2 bisa saja terendapkan di lingkungan *marine* atau jenis litologi/subtrat tempat butir terendapkan tidak mendukung terawetkannya dan terakumulasinya palinomorf. Jadi lingkungan harus dipastikan kembali dengan memeriksa fosil foraminifera pada satuan batupasir yang sama dan lokasi yang sama, karena ada juga kemungkinan sampel T1-1 dan T1-2 terendapkan pada lingkungan *marine*.

Pada **Tabel 2.b. Lampiran** dapat dilihat bahwa sampel T3-1, T3-2, T5-1 dan 272.30 memenuhi standar jumlah butir polen dan spora untuk analisis satistika. Keempat sampel tersebut memiliki kecenderungan urutan persentase yang sama yaitu persentase lingkungan yang pertama terbesar adalah *freshwater*, kedua terbesar adalah *mangrove* dan ketiga terbesar adalah *back mangrove*, dan urutan lingkungan sisanya berbeda antar sampel (**Gambar 2**). Sampel T3-1, T3-2, T5-1 dan 272.30 merupakan sampel yang akan dibahas lebih lanjut. Persentase lingkungan terbesar dimiliki oleh lingkungan *freshwater* yaitu sebesar 37% - 59%. Lingkungan

freshwater merupakan penggolongan lingkungan yang masih cukup luas dan tidak spesifik. *Freshwater* sendiri dapat mewakili seluruh badan air tawar pada lingkungan *terrestrial* yang terpencair lokasinya. Maka dari itu persentase lingkungan yang akan dipertimbangkan merupakan persentase lingkungan – lingkungan terbesar lainnya setelah *freshwater*.

Persentase lingkungan terbesar kedua merupakan *mangrove* dengan persentase 19% - 36%. Lingkungan *mangrove* pada sampel T3-1, T3-2, T5-1 dan 272.30 direpresentasikan oleh taksa *Zonocostites ramonae* (bakau) yang termasuk sebagai taksa yang paling melimpah atau *abundant*. Dikategorikan melimpah/*abundant* karena berjumlah lebih dari 20 butir pada sampel T3-1, T3-2, T5-1 dan 272.30 berdasarkan Morley (1990; Halaman 37). Taksa lainnya yang mewakili lingkungan *mangrove* adalah *Florschuetzia meridionalis* (perepat) (Morley, 1991), *Camptostemon sp.*, *Casuarina*, dan *Retitricolporites sp.*

Persentase lingkungan terbesar ketiga adalah lingkungan *back mangrove* yaitu sebesar 12%-15% yang direpresentasikan oleh genus *Acrostichum sp.* (paku laut) (Haseldonckx, 1974) yang merupakan salah satu taksa yang paling melimpah/*abundant* juga pada penelitian ini. Taksa lainnya yang merepresentasikan lingkungan *back mangrove* adalah *Florschuetzia levipoli* (pidada merah) (Morley, 1991), genus *Racemonocolpites sp.* (pinang) dan *Spinizonocolpites echinatus* (pinang laut) (Haseldonckx, 1974).

Urutan persentase terbesar selanjutnya adalah lingkungan *swamp* sebesar 7%-11% yang direpresentasikan oleh *Florschuetzia trilobata* (bungur) (Morley, 1991), genus

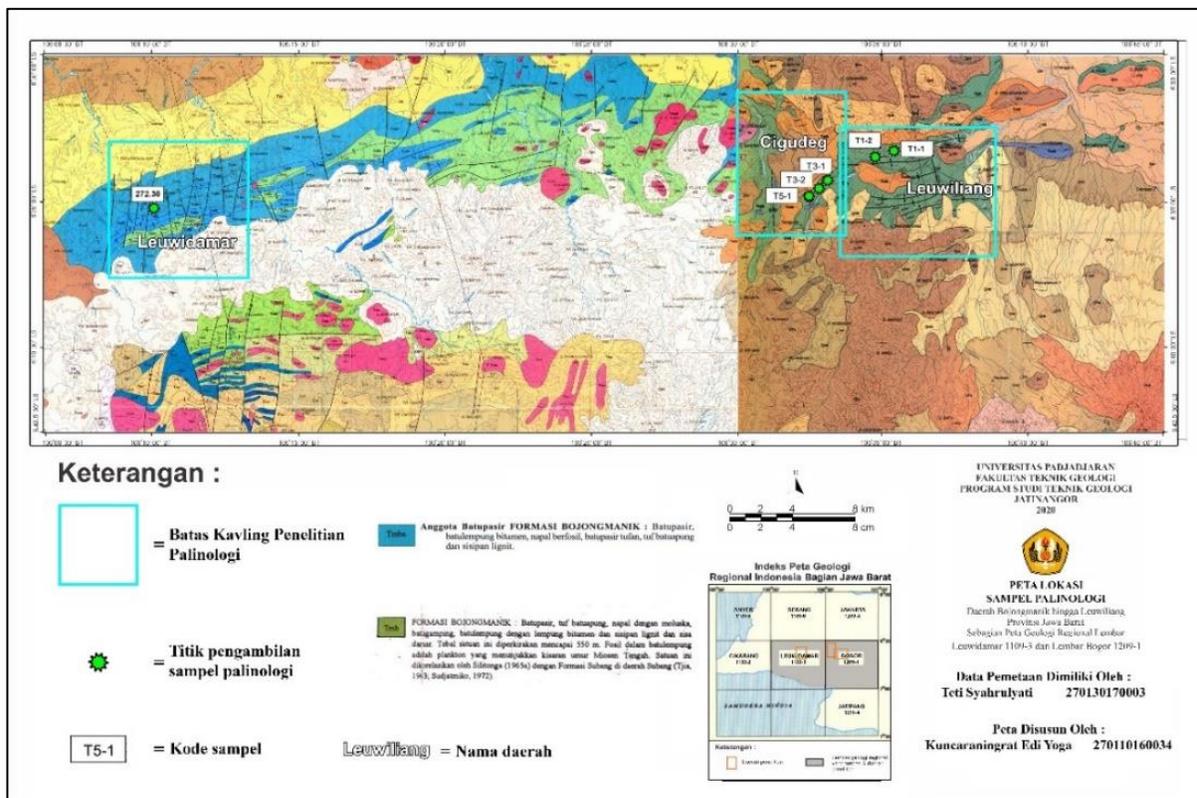
Elaeocarpus (cemara tropis) (Morley, 1977) dan *Araceae* (talas) (Hesse, 1999). Persentase lingkungan sisanya secara berurutan dari paling besar ke paling kecil adalah *lowland forest* sebesar 1%-2%, *montane forest* <1%-1% dan *riparian* 0%-1%. Persentase lingkungan *swamp*, *lowland forest*, *montane forest* dan *riparian* kurang signifikan dan bisa jadi merupakan palinomorf yang tertransportasi dari lingkungan purba lain.

Pada diagram polen (**Gambar 1**) terlihat sebuah anomali pada lingkungan *mangrove* yang memiliki persentase kedua terbesar setelah lingkungan *freshwater*, lingkungan *mangrove* menurut Morley (1977) merupakan daerah yang sering tergenang air payau, bukan air tawar/*freshwater* yang terlihat memiliki persentase terbesar. Hasil lingkungan *mangrove* juga dinilai kurang tepat karena pada seluruh sampel tidak ditemukan *foraminifera test lining*/ lapisan luar cangkang foraminifera sebagai penanda adanya pengaruh lingkungan laut dan penanda lingkungan *mangrove* Haseldonckx (1974).

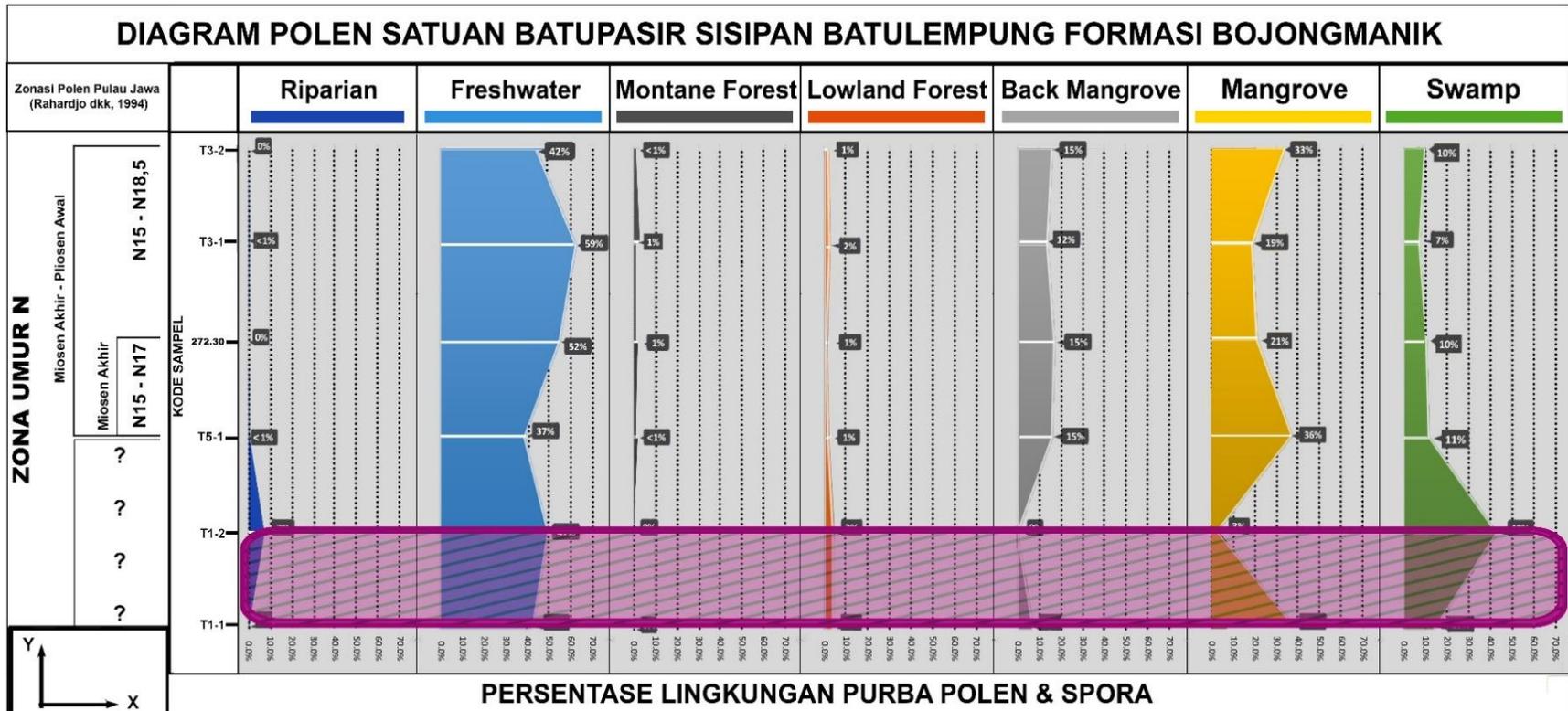
Michelle dkk (2011) juga menjelaskan bahwa dalam zonasi lingkungan *mangrove* konstituen polen *Florschuetzia meridionalis* (yang memiliki *botanical affinity* genus *Sonneratia alba*) dan genus *Avicennia* yang mengisi zona yang lebih menjorok ke laut dan terpengaruh lingkungan laut atau seaward zone sangat sedikit ditemukan dalam sampel. Sementara sampel T3-1, T3-2, T5-1 dan 272.30 lebih didominasi oleh polen *Zonocostites ramonae* (*Rhizophora*) yang mengisi zona yang tidak terlalu menjorok ke laut atau middle zone. Sedikitnya jumlah butir polen selain *Zonocostites ramonae* yang merepresentasikan lingkungan *mangrove* dalam sampel batuan Satuan Batupasir Sisipan

Batulempung Formasi Bojongmanik juga menggambarkan kurang tepatnya kesimpulan lingkungan *mangrove*. Maka dari itu kemungkinan lingkungan *back mangrove* dianggap paling terpercaya. *Back mangrove* dianggap sebagai lingkungan yang lebih dapat diterima dimana Satuan Batupasir Sisipan Batulempung Formasi Bojongmanik diendapkan. *Back mangrove* lebih masuk ke darat (*terrestrial*) dan berbatasan dengan rawa air tawar (Morley, 1977). Asumsi lingkungan *back mangrove* juga akan dibuktikan lebih lanjut pada pembahasan selanjutnya.

Berdasarkan perbedaan umur relatif yang ditunjukkan diagram polen, dapat dilihat bahwa ada dua umur relatif yang diperlihatkan sampel yaitu umur kala Miosen Akhir atau zona umur N15 hingga N17 yang akan disebut interval 1 dan umur kala Miosen Akhir hingga kala Pliosen Awal atau zona umur N15 hingga N18,5 yang akan disebut interval 2. Interval 1 terdiri dari sampel T3-1 dan T3-2 serta Interval 2 terdiri dari sampel T5-1 dan 272.30 (Gambar 2).



Gambar 3. Peta Lokasi Sampel Palinologi pada Peta Geologi Regional Lembar Leuwidamar dan Lembar Bogor.



Gambar 5. Diagram polen lingkungan purba Satuan Batupasir Sisipan Batulempung Formasi Bojongmanik.

Secara keseluruhan pada kala Miosen Akhir hingga Pliosen Awal yang terlihat pada interval 1 dan interval 2 diperkirakan terjadi perubahan lingkungan purba yang makin mengarah ke darat yang ditunjukkan oleh penambahan persentase lingkungan *freshwater* atau air tawar dan pengurangan persentase lingkungan *mangrove* yang merupakan daerah yang sering digenangi air payau (Morley, 1977).

Pada tabel keanggotaan klaster (**Gambar 3.b. Lampiran**) diambil pembagian tujuh klaster agar dendogram yang dihasilkan dapat membuat daftar taksa-taksa representatif dari setiap tujuh lingkungan bila taksa – taksa tersebut memiliki jumlah yang sesuai untuk berkumpul dengan taksa lainnya sehingga terbentuk satu klaster yang dapat mewakili satu lingkungan.

Hasil dari analisis klaster Past (**Gambar 3.b, Lampiran**) yang didapat menunjukkan pembagian taksa – taksa menjadi tujuh klaster. Pada hasil dendogram Past (**Gambar 2.a, Lampiran**) hanya disoroti Klaster 7 yang merupakan klaster yang berisi polen dan spora dengan jumlah terbanyak pada seluruh sampel. Anggota Klaster 7 dendogram Past yaitu: genus *Zonocostites ramonae*, famili Palmae, *Acrostichum sp*, *Laevigatosporites spp.* dan *Verrucatosporites spp.*. Lima taksa ini merupakan taksa paling dominan, dan dikelompokkan menjadi satu klaster oleh perangkat lunak Past. Hal ini membuktikan bahwa genus *Acrostichum sp* sebagai representatif lingkungan *back mangrove* merupakan salah satu taksa konstituen paling dominan pada sampel T3-1, T3-2, T5-1 dan 272.30 (**Tabel 3.a. Lampiran**). Pengelompokan/pengklasteran ini dianggap akurat karena *Zonocostites ramonae* (*Rhizopora*) dan *Acrostichum sp.* memang berasosiasi di daerah pasang surut sekitar Pulau Jawa (Steenis, 1965).

KESIMPULAN

Satuan Batupasir Sisipan Batulempung Formasi Bojongmanik memiliki umur relatif pada bagian awal kala Miosen Akhir hingga bagian akhir kala Miosen Akhir atau zona umur N15 hingga N17. Satuan Batupasir Sisipan Batulempung Formasi Bojongmanik memiliki lingkungan purba *back mangrove* yang merupakan salah satu dari tiga hasil lingkungan dengan persentase terbesar berdasarkan analisis palinologi secara statistik. Hasil lingkungan *back mangrove* dianggap paling akurat karena didukung oleh asosiasi taksa *Acrostichum sp.* dengan taksa – taksa dominan lainnya berdasarkan analisis klaster dendogram.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Tim Laboratorium Paleontologi dan Mikropaleontologi Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran serta seluruh pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam penyusunan penelitian ini.

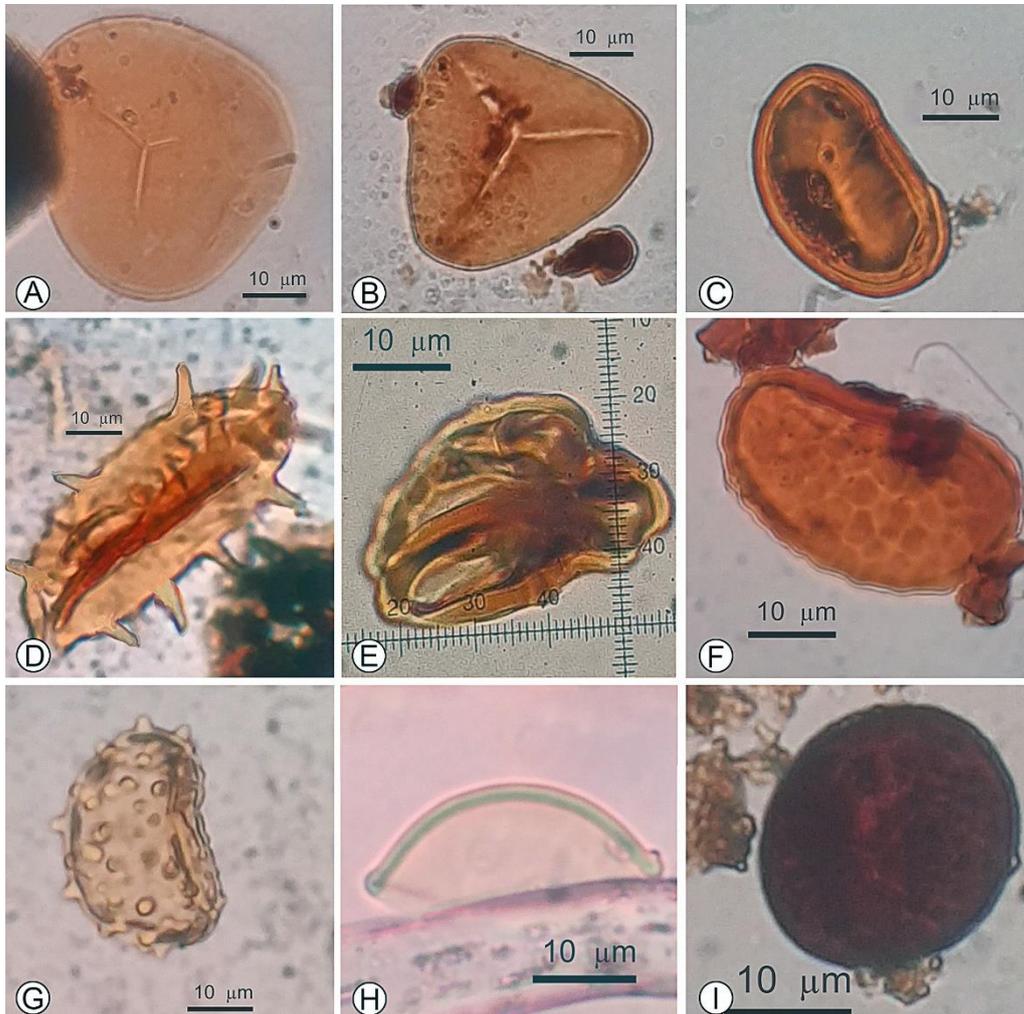
REFERENSI

- Asikin, S., 1986. *Geologi Struktur Indonesia*, Departemen Teknik Geologi Institut Teknologi Bandung.
- Bemmelen, R.v., 1949, “*General Geology of Indonesia and adjacent archipelagos*”, Martinus Nijhoff The Hague, Netherlands, v.IA, p.332.
- Boggs Jr, 1995. “*Principles of sedimentology and stratigraphy*”. Pearson Education.
- Erdtman, G. 1966. *Pollen Morphology and Plant Taxonomy*, Hanfer Publishing Company, New York and London.

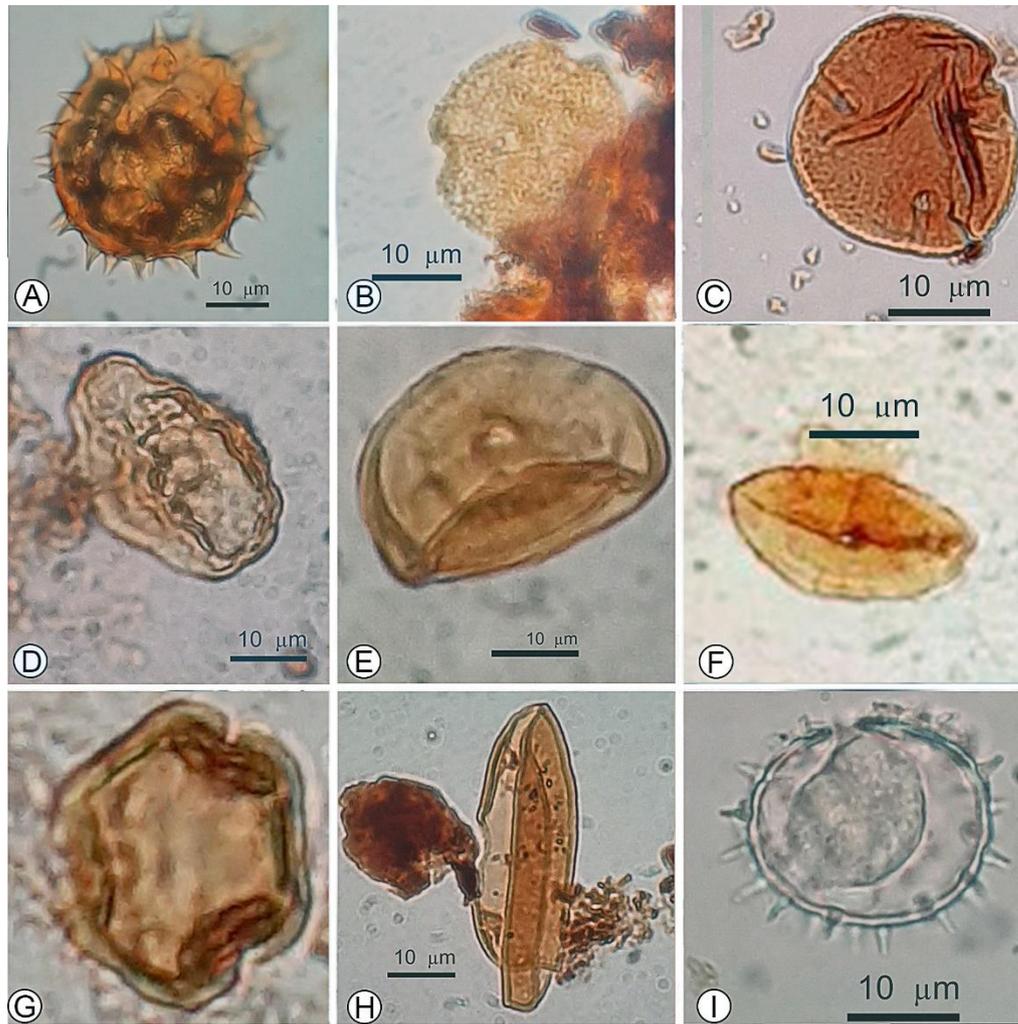
- Haseldonckx, P. 1974. "A palynological interpretation of palaeoenvironments in SE Asia". *Sains Malays*, 3, 119-127.
- Hesse, M., Weber, M., & Halbritter, M. (1999). **Pollen walls of Araceae, with special reference to their fossilization potential.** *Grana*, 38(4), 203-209.
<http://apsa.anu.edu.au/>
<http://www.geocities.ws/pollencenter/>
- Katalog Polen dan Spora. Lab Paleontologi. Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran. Jatinangor.
- Lelono, E. B. 2007. "Zonasi Polen Tersier Indonesia Timur". *Lembaran Publikasi Minyak dan Gas Bumi*, 41(1), 1-8.
- Martodjojo, Soejono. (1984). "Evolusi Cekungan Bogor - Jawa Barat I", Fakultas Pasca Sarjana, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Morley, R. J. 1977. "Palynology of Tertiary and Quaternary sediments in Southeast Asia".
- Morley, R. J. 1990. "Short Course Introduction to palynology with emphasis on Southeast Asia". Fakultas Biologi UNSOED, Purwokerto, 9-29.
- Morley, R. J., 1991. "Tertiary Stratigraphic Palynology in Southeast Asia: Current Status and New Directions". *Geol. Soc. Malaysia, Bulletin* 28, pp. 1-36.
- Morley, R. J., Lelono, E. B., Nugrahaningsih, L., & Hasjim, N. 2000. "LEMIGAS Tertiary Palynology Project: aims, progress and preliminary results from the Middle Eocene to Late Pliocene of Sumatra and Java." *Geological Research and Development Centre, Paleontology Series*, 10, 27-47.
- Rahardjo, Polhaupessy, A., Wiyono, S., Nugrahaningsih, L., & Lelono, E. B. 1994. **Rubia "Zonasi Polen Tersier Pulau Jawa"**. *Makalah Ikatan Ahli Geologi Indonesia, Pertemuan Ilmiah Tahunan ke*, 77-84.
- Siswoyo, Thayyib., (1976). **Formasi Bojongmanik, Suatu Satuan Lithostratigrafi Di Jawa Barat**, IAGI, Desember 1976, Yogyakarta.
- Sudjatmiko, dan Santosa, 1992."Geologi Regional Lembar Leuwidamar-Jawa (Geology of the Leuwidamar Quadrangle - Jawa)". Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Direktorat Jenderal Geologi dan Sumber Daya Mineral, Departemen Pertambangan dan Energi.
- Syahruyati, dan Asikin., 1989. **Perubahan Status Tatanan Stratigrafi Formasi Bojongmanik Suatu Usulan**, PIT IAGI XVIII, Desember 1989, Yogyakarta.
- Traverse, 1989. "Paleopalynology": Boston, pi- xxiii, 1-600.
- Winantris, Syafri, I., dan Rinawan R., 2006. **Kandungan Mikrofosil Dalam Formasi Pembawa Batubara Dari Daerah Perian Kecamatan Muara Muntai, Kabupaten Kutai Kertanegara, Kalimantan Timur**". *Bulletin of Scientific Contribution*.
- Winantris, W., Hamdani, , & Harlia, E. 2017. "Paleoenvironment of Tanjung Formation Barito Basin-Central Kalimantan Based on palynological data". *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 2(2), 110-116.

LAMPIRAN

1. KATALOG PALINOMORF PENELITIAN



Gambar 1.a. Butir palinomorf yang dideterminasi pada sampel-sampel yang diamati. (A). *Acrostichum* sp. (B). *Anthocerisporis* sp. (C). *Laevigatosporites* spp. (D). *Scolocyamus magnus* (E). *Stenochlaenidites papuanus* (F). *Verrucatosporites* spp. (G). *Verrucatosporites usmensis* (H). Diatom air tawar (I). Spora jamur. Skala batang = 10 µm.



Gambar 1.b. Butir polen yang dideterminasi pada sampel-sampel yang diamati. (A). *Camptostemon schultzii* (B). *Chantiumidites* sp. (C). *Discoidites pilosus* (D). *Florschuetzia levipoli* (E). *Florschuetzia meridionalis* (F). *Florschuetzia trilobata* (G). *Lanagiopollis microreculatus* (H). *Palmaepollenites* sp. (I). Dinoflagellata. Skala batang = 10 µm.

Kekerabatan Taksa Polen dan Spora			
No.	Nama Fosil	Botanical Affintity	Famili
1	<i>Chantiumidites sp.</i>	<i>Canthium sp.</i>	Rubiaceae
2	<i>Discoidites pilosus</i>	<i>Brownlowia</i> type	Tiliaceae
3	<i>Florschuetzia levipoli</i>	<i>Sonneratia caseolaris</i>	Sonneratiaceae
4	<i>Florschuetzia meridionalis</i>	<i>Sonneratia alba</i>	Sonneratiaceae
5	<i>Florschuetzia trilobata</i>	<i>Lagerstroemia sp.</i>	Lythraceae
6	<i>Ilexpollenites sp</i>	<i>Ilex</i> type	Aquifoliaceae
7	<i>Iugopollis sp.</i>	<i>Aglaia</i> type	Meliaceae
8	<i>Lanagiopollis microreculatus</i>	<i>Alangium</i>	Alangiaceae
9	<i>Margocolporites vanwijhei</i>	<i>Caesalpinia</i> type	Leguminosae
10	<i>Palmaepollenites sp.</i>	<i>Palmae</i> type	Palmae
11	<i>Racemonocolpites sp.</i>	<i>Oncosperma</i>	Oncospermaeae
12	<i>Retitricolporites sp</i>	<i>Excoecaria</i>	Euphorbiaceae
13	<i>Zonocostites ramonae</i>	<i>Rhizophora</i> type	Rhizophoraceae
14		<i>Camptostemon schultzii</i>	Bombacaceae
15		<i>Elaeocarpus sp.</i>	Elaeocarpaceae
16			Araceae
17		<i>Blumeodendron</i>	Rubiaceae
18		<i>Cephalomappa</i>	Euphorbiaceae
19			Cyperaceae
20			Leguminosae
21			Magnoliaceae
22		<i>Melastoma sp.</i>	Melastomataceae
23			Poaceae
24		<i>Acrostichum sp.</i>	Polypodiaceae
25		<i>Adiantum sp.</i>	Pteridaceae
26	<i>Anthocerisporis sp.</i>	<i>Anthoceros</i>	Anthocerotaceae
27	<i>Laevigatosporites spp.</i>	Spora monolete psilate	bermacam-macam
28		<i>Pteris sp.</i>	Pteridaceae
29	<i>Scolocyamus magnus</i>	<i>Stenochlaena areolaris</i>	Blechnaceae
30	<i>Stenochlaenidites papuanus</i>	<i>Stenochlaena laurifolia</i>	Blechnaceae
31	<i>Verrucatosporites spp.</i>	Spora monolete verrucate	bermacam-macam
32	<i>Verrucatosporites usmensis</i>	<i>Stenochlaena palustris</i>	Pteridaceae

Tabel 1.a. Daftar kekerabatan diantara nama fosil, *botanical affinity* dan famili dari taksa polen dan spora alinomorf yang dideterminasi dalam penelitian.

2. TABEL LINGKUNGAN

Pengelompokan Lingkungan Secara Umum		No.
Sub-Lingkungan	Lingkungan Utama	
Highland	Montane Forest	1
Montane Forest		
Lowland	Lowland Forest	2
Forest		
Riparian	Riparian	3
Mangrove	Mangrove	4
Back Mangrove	Back Mangrove	5
Swamp	Swamp	6
Peat Swamp		
Freshwater Swamp		
Freshwater Peat Swamp		
Freshwater	Freshwater	7

Tabel 2.a. Pengelompokan Sub-Lingkungan purba menjadi Lingkungan purba utama berdasarkan kesamaan karakteristik.

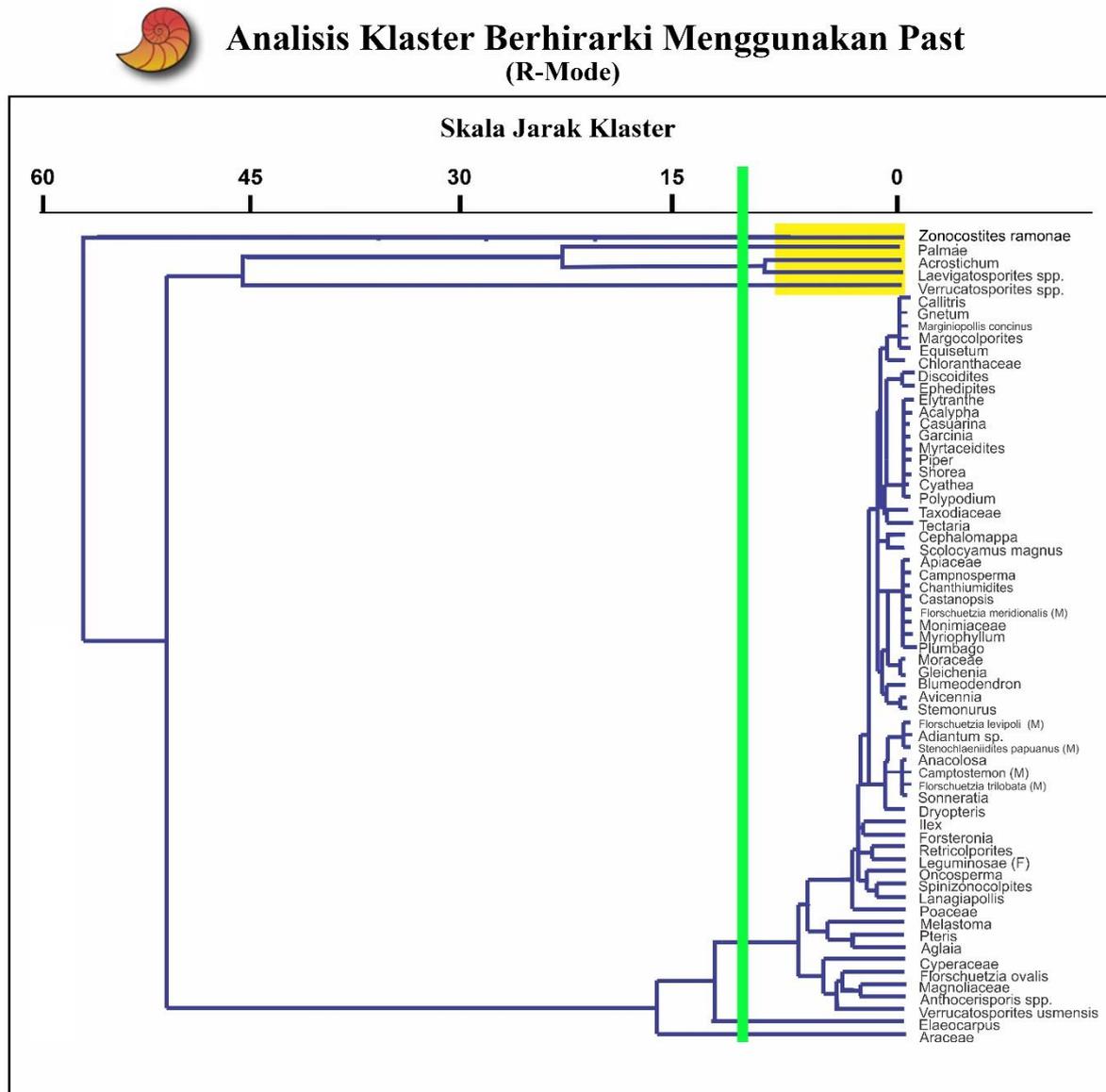
Jumlah Butir Polen dan Spora Berdasarkan Kesamaan Lingkungan						
Lingkungan	T1-1	T1-2	T5-1	272.30	T3-1	T3-2
Montane Forest	0	0	1	3	2	1
Lowland Forest	1	1	3	2	4	3
Swamp	4	12	22	20	14	19
Back Mangrove	2	0	29	31	25	29
Mangrove	11	1	71	41	37	65
Freshwater	12	14	73	103	117	83
Riparian	0	2	1	0	1	0
Total Jumlah Butir Polen dan Spora per Sampel	30	30	200	200	200	200
Total Jumlah Butir Polen dan Spora Seluruh Sampel	860					

Tabel 2.b. Jumlah butir polen dan spora berdasarkan kesamaan lingkungan purba.

Jumlah Persentase Polen dan Spora Berdasarkan Kesamaan Lingkungan							
Lingkungan	T1-1	T1-2	T3-2	T5-1	272.30	T3-1	T3-2
Montane Forest	0.0%	0.0%	0.5%	0.5%	1.5%	1.0%	0.5%
Lowland Forest	3.3%	3.3%	1.5%	1.5%	1.0%	2.0%	1.5%
Back Mangrove	6.7%	0.0%	14.5%	14.5%	15.5%	12.5%	14.5%
Mangrove	36.7%	3.3%	32.5%	35.5%	20.5%	18.5%	32.5%
Freshwater	40.0%	46.7%	41.5%	36.5%	51.5%	58.5%	41.5%
Swamp	13.3%	40.0%	9.5%	11.0%	10.0%	7.0%	9.5%
Riparian	0.0%	6.7%	0.0%	0.5%	0.0%	0.5%	0.0%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Tabel 2.c. Perhitungan persentase lingkungan purba berdasarkan jumlah butir representatif lingkungan purba per sampel dibandingkan jumlah seluruh butir per sampel.

3. ANALISIS KLAS TER

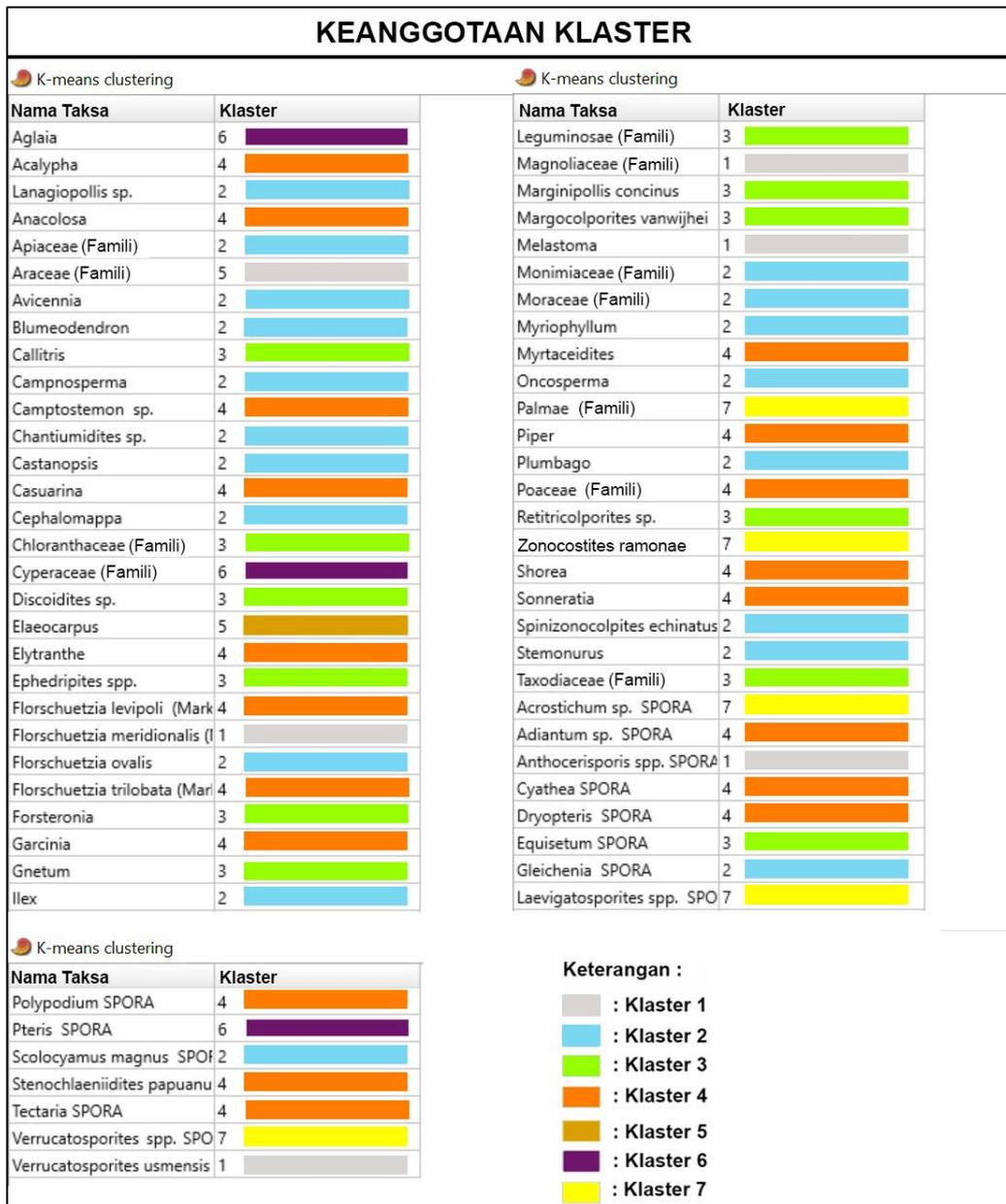


Keterangan :

- : **Klaster 7** (klaster dengan jumlah grain palinomorf paling banyak)
- : **Batas jarak klaster dendrogram**

Gambar 3.a. Dendrogram hasil pengolahan data menggunakan perangkat lunak *Paleontological Statistics* (Past).

Berbasis R-Mode (Analisis Variabel/Taksa).



Gambar 3.b. Tabel Keanggotaan Klaster menggunakan perangkat lunak *Paleontological Statistics (Past)* dengan pembagian 7 klaster. Berbasis R-Mode (Analisis Variabel/Taksa).

Polen dan Spora Paling Berpengaruh dalam Penentuan Lingkungan Purba Satuan Batupasir Sisipan Batulempung Formasi Bojongmanik									
No.	Nama Taksa Polen dan Spora	T1-1	T1-2	T3-1	T3-2	T5-1	272.30	Paleoekologi	Jumlah Total Butir
1	Zonocostites ramonae	11	1	34	65	68	29	Mangrove	208
2	Laevigatosporites spp. SPORA	3	5	22	32	30	30	Freshwater	122
3	Acrostichum sp. SPORA	2	0	19	28	26	26	Back Mangrove	101
4	Palmae (Famili)	3	3	25	27	18	9	Freshwater	85
5	Verrucatosporites spp. SPORA	1	1	49	3	5	23	Freshwater	82

Tabel 3.a. Taksa paling berpengaruh dalam penentuan paleoekolgi Satuan Batupasir Sisipan Batulempung Formasi Bojongmanik.