

PALEOENVIRONMENT ENDAPAN PALEOGEN, DAERAH SUNGAI KETALO-MALAKO, JAMBI

Sapto Kis Daryono, C. Prasetyadi, Sutanto, Eko Teguh Paripurno

Prodi Teknik Geologi Fakultas Teknologi Mineral UPNYK Jl. SWK 104 Condongcatur Yogyakarta

Sari – Lintasan Oligosen-Miosen yang tersingkap di Lintasan Stratigrafi Sungai Ketalo dan Malako di Jambi Barat, Subcekungan Jambi, Indonesia, mengarsipkan sisa-sisa vegetasi khatulistiwa pada saat pemanasan global yang ekstrem dan permulaan tumbukan mikrokontinen Jawa Timur-Eurasia, diteliti dengan menggunakan pemetaan permukaan dan palinologi. Satuan batuan diendapkan selama satu fase sedimentasi, yaitu fase endapan kontinental, yang terdiri dari konglomerat, batupasir kerikilan dan batupasir yang mengisi cekungan diikuti oleh endapan transgresif yang terkait dengan pendalaman lingkungan cekungan.

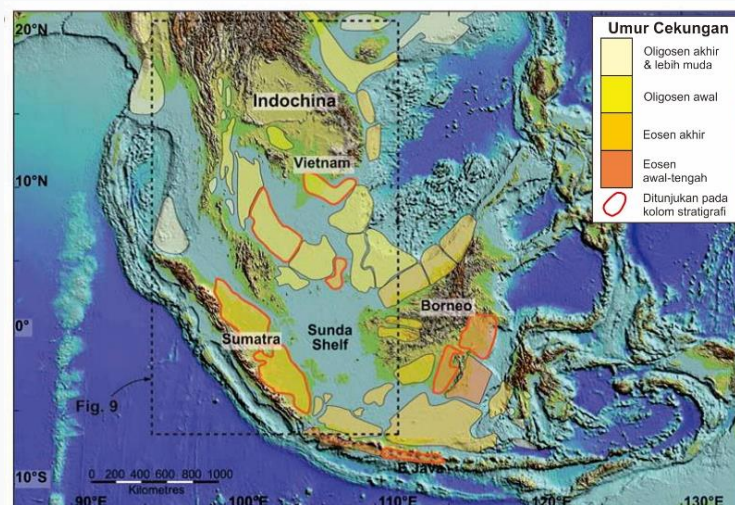
Tiga zona palinologi *Meyeripollis naharkotensis* (Oligosen), *Florschuetzia trilobata* (Miosen Awal) dan *Florschuetzia levipoli* (Miosen Tengah) diidentifikasi secara stratigrafi berdasarkan kelimpahan taksa polen ini di atas yang lain. Perlapisan batuan merupakan endapan dari Oligosen Awal hingga Miosen Tengah dari bawah ke arah atas. Lingkungan pengendapan berubah dari waktu ke waktu, melewati dari cekungan tektonik yang sempit dan bersisi curam, selama Oligosen Awal hingga Akhir, diikuti oleh suatu cekungan lakustrin hingga palustrin dengan pengaruh lautan, sebagai akibat dari pergerakan distensif E-W antara Sesar Jambi dan Sesar Sunda di Oligosen Akhir hingga Miosen Tengah.

Kata Kunci : Oligosen-Miosen, Lingkungan Pengendapan, Sungai Ketalo-Malako, Jambi

PENDAHULUAN

Eosen Awal merupakan masa kritis bagi evolusi flora Cekungan Sumatra Selatan. Secara paleogeografis yang sekarang disebut Provinsi Jambi, terletak pada 0°45'-2°45' Lintang Selatan dan 101°10'-104°55' Bujur Timur di bagian tengah Pulau Sumatera. Barber dkk., (2005) menjelaskan bahwa pada Kapur Akhir-Paleosen (90 juta tahun yang lalu) ditepian Daratan Sunda (Sundaland) terjadi tumbukan-tumbukan (collisions) oleh beberapa blok *microcontinent*. Di sisi barat tepian *Sundaland* dibentur oleh Blok *Intra-oceanic arc* Woyla sementara di sisi tenggara ditumbuk oleh Blok *East Java-West Sulawesi* (**Gambar 1.**, Clements dkk., 2011b; Hall, 2009, 2014). Tumbukan-tumbukan pada Kapur Akhir-Paleosen ini mengakibatkan pengangkatan *Sundaland* yang ditandai oleh ketidakselarasan regional (Clement dan Hall, 2011b; Hall, 2014). Ketidakselarasan regional ini ditunjukkan oleh tidak dijumpainya endapan Kapur Akhir-Paleosen di sebagian besar wilayah *Sundaland* (Asia Tenggara) (Clements dan Hall, 2011b). Ketiadaan endapan dianggap menihilkan keberadaan biotik daratan meskipun pertukaran biotik antara beberapa blok mikrokontinen dan Sundaland tidak diragukan lagi mendahului penutupan laut dimana pembentukan hubungan darat meningkatkan pertukaran biotik.

Pembentukan daratan (terrestrial) pada Paleosen diikuti peristiwa erosi dan pelapukan yang menyebabkan pembentukan dan akumulasi paleosoil yang tebal dimana menunjukkan iklim semi-kering (Retallack, 2001).



Gambar 1. Cekungan-cekungan sedimenter dan umurnya di beberapa daerah di Asia Tenggara yang dipengaruhi oleh ketidakselarasan (Clements dan Hall., 2011b).

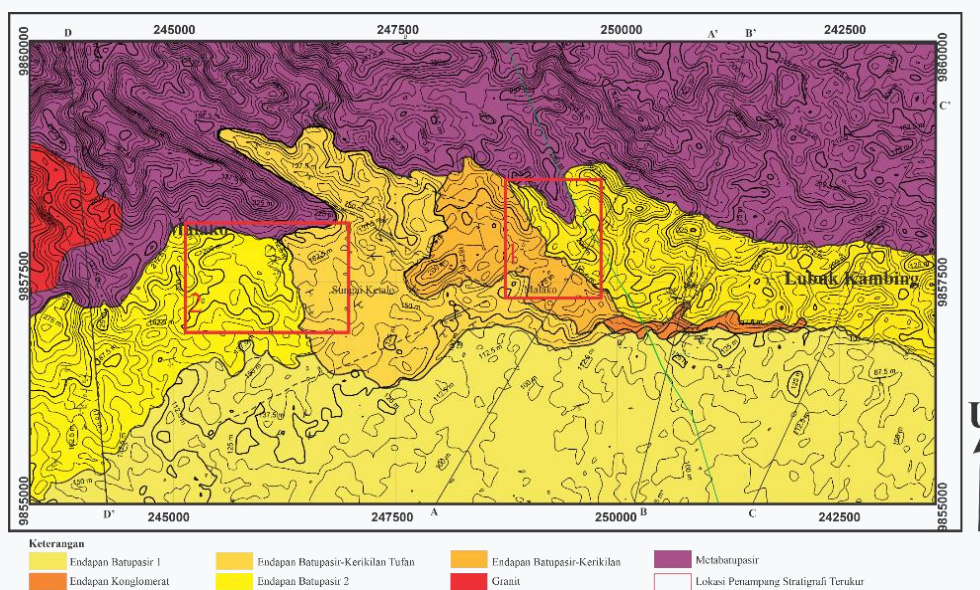
Studi palinologi yang terawetkan di endapan fluvial, menunjukkan bahwa Cekungan Sumatra Selatan mengalami iklim yang dicirikan oleh curah hujan musiman yang kuat, yang menyiratkan gangguan signifikan terhadap rezim curah hujan yang selalu basah yang biasanya ada di garis lintang khatulistiwa pada saat/hari ini. Mengingat keadaan luar biasa ini, penting untuk memahami dengan lebih baik komposisi tumbuhan/vegetasi ekuatorial Paleogen di Jambi Barat, Cekungan Sumatra Selatan yang menyediakan akses ke kemelimpahan polen dan spora pada Oligosen-Miosen. Disinilah penelitian tentang mikroflora dan palinofasies dilakukan. Analisis palinostratigrafi dan palinofasies Cekungan Sumatra Selatan dilakukan dengan tujuan i) untuk menetapkan zonasi spore/polen di strata Oligosen-Miosen daerah tersebut, ii) untuk menentukan rentang stratigrafi taksa palinologi yang signifikan, iii) untuk menghubungkan palynoflora yang tercatat dengan suksesi stratigrafi regional dan iv) untuk merekonstruksi kondisi *paleoenvironmental* yang berlaku selama pengendapan sedimen.

Penelitian ini memberikan informasi mendasar tentang keragaman fosil polen dan spora di berbagai habitat yang diwakili dalam suksesi stratigrafi.

Belum ada penelitian detail dan memadai yang dilakukan untuk mempelajari tentang palinologi dan mencoba menganalisis palinostratigrafi dari sedimen Oligosen-Miosen di lintasan Sungai Ketalo-Malako. Studi ini adalah pekerjaan komprehensif pertama pada palynoassemblages yang ditemukan dari suksesi sedimen yang tersingkap di Jambi Barat, Jambi.

GEOLOGI

Kurangnya batuan sedimen berumur Kapur Akhir hingga Paleosen menunjukkan adanya pengangkatan regional di daratan Sunda (Hall & Morley 2004; Hall et al. 2009) selama periode ini dan telah diinterpretasikan oleh Clements *et al.* (2011) sebagai respons terhadap pembalikan topografi dinamis dan seluruh wilayah muncul ke permukaan meskipun tanpa elevasi yang besar, tererosi dan tertransport ke tepi kontinen. Catatan sedimen untuk interval waktu Kapur Akhir-Paleosen telah hilang, tetapi sedimen tertua berumur Eosen Tengah yang diendapkan di atas ketidakselarasan merupakan akumulasi sedimen yang terdaur-ulang secara luas dan mencirikan tinggian regional Kapur Akhir-Paleosen di *Sundaland*. Perkembangan cekungan Tersier sebagian besar dikendalikan oleh *step grabens*. Akumulasi sedimen Tersier di graben ini termasuk banyak lapisan konglomerat, batupasir kerikilan, batupasir dan batulanau yang terjadi di selatan Bukit Tigapuluh. Batuan alas satuan konglomerat, batupasir kerikilan vulkanik dan batu pasir vulkanik berupa batuan metamorf dan batuan beku dimana ada aktifitas vulkanik yang mempengaruhinya. Pembentukan satuan balanau tufaan berasal dari tuf lapili akibat aktifitas vulkanisme, teralterasi dan mungkin bersumber dari erupsi silika (andesit dan granit) yang terkait dengan permulaan kolisi Blok *East Java* dan *Woyla intra-oceanic arc* dengan *Sundaland*. Sekuen endapan ini terwakili pada lintasan stratigrafi terukur Sungai Ketalo dan Malako, berasosiasi dengan satuan konglomerat, satuan batupasir kerikilan, satuan batupasir dan satuan batulanau berumur Oligosen-Miosen (**Gambar 2**).



Gambar 2. Peta sebaran satuan batupasir kuarsa, konglomerat dan batupasir kerikilan serta jalur lintasan stratigrafi terukur Jambi Barat.

MATERIAL DAN METODE

Pemetaan geologi permukaan di Jambi Barat, mendapatkan dua puluh lima sampel (12 di Sungai Ketalo dan 13 di Malako) disiapkan untuk analisis palinologi. Tujuh sampel kosong (barren) dan delapan belas sampel cukup untuk analisis palinofasies dan palinostratigrafi. Sampel disiapkan dengan teknik standar laboratorium palinologi Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta sebagai berikut: Dua puluh lima gram batu dipecah menjadi potongan-potongan ekidimensional 1-2 mm; diikuti dengan disintegrasi matriks mineral dengan HCl untuk karbonat dan HF untuk silikat (24 jam). Sampel kemudian dibersihkan dengan HCl panas dan diayak menggunakan mesh 12 µm. Sampel dioksidasi dengan HNO₃ dan kaca objek dipasang menggunakan *Hydroxylethyl Cellulose* (HEC) untuk menghomogenkan partikel organik pada kaca objek dan Euparal untuk menempelkan kaca penutup secara permanen. Setidaknya satu slide per tingkat stratigrafi dipindai menggunakan mikroskop optik. Spesimen palinomorf terbaik difoto. Mereka ditempatkan di *slide* menggunakan sistem *England Finder* (EF).

PALINOLOGI

18 *slide* sayatan tipis palinomorf diperoleh. Dari *slide* ini, ditemukan 57 spesies palinomorf yang berbeda. Dalam konteks pekerjaan ini, 52 spesies termasuk 5 laut dan 47 kontinental digunakan untuk penentuan lingkungan pengendapan (47) dan penanggalan (5) sedimen yang dipelajari. Spesies tersebut adalah:

A. Index Fossil/Ages Marker (**Gambar 3**)

Florschuetzia levipoli, *Florschuetzia meridionalis*, *Florschuetzia trilobata*, *Meyeripollis naharkotensis*, *Cicatricosisporites dorogensis*.

B. Palynomorph Marine (**Gambar 4**)

Foraminifera Lining Test, *Indeterminated Dinoflagellate*, *Operculodinium spp.*, *Operculodinium centrocarpum*, *Spiniferites ramosus*.

C. Palynomorph Continental

Mangrove-Backmangrove (**Gambar 5**): *Acrosthicum aureum*, *Zonocostites ramona*, *Spinizonocolpites echinatus*, *Discoidites borneensis*, *Discoidites novaguensis*, *Oncosperma type*, *Acanthus type*, *Aegialitis spp.*, *Lumnitzera spp.*, *Avicennia type*.

Peat Swamp (**Gambar 6**): *Sapotaceoidaepollenites sp.*, *Retistephanocolpites williamsi*, *Elaeocarpus spp.*, *Cephalomappa*, *Lugopollis*, *Striaticolpites catatumbus*, *Austrobuxus nitidus*.

Freshwater Swamp (**Gambar 7**): *Margocolporites vanwijhei*, *Melanorrhoea type*, *Casuarina spp.* (*Haloragacidites harisii*), *Malvacipollis diversus*, *Myristica type*, *Monoporites annulatus*, *Palmaepollenites kutchensis*, *Dicolpopollis malesianus*, *Palmaepollenites spp.*, *Dicolpopollis kawalaensis*, *Pandanus sp.*, *Dicolpopollis* (fine ret.), *Paravuripollis mulleri*, *Eugessona insignis*, *Quilonipollenites spp.*, *Gemmaticolpites pilatus*, *Shorea type*, *Lanagiopollenites emergiantus*, *Schoutenia sp.*, *Lanagiopollenites spp.*, *Lakiapollis ovatus*, *Lithocarpus spp.*

Freshwater Algae (**Gambar 8**): *Concentricystes circula*.

Riparian (**Gambar 9**): *Marginipollis concinnus*, *Canthiumidites*, *Myrtaceidites*.

Montane (**Gambar 10**): *Podocarpidites spp.*, *Pinuspollenites spp.*

PALINOFASIES SUNGAI KETALO

Fasies Batupasir Kerikilan

Diskripsi

Satuan ini ditempati berturut-turut terdiri dari batulanau tufaan, batubara dan batulempung hitam. Sampel teranalisis pada batulanau tufaan, ditemukan satu spesimen dari polen *Paravuripollis mulleri* dan spora (*Deltoidospora*, *Verucatosporites usmensis*). Fosil polen *Paravuripollis mulleri* termasuk tanaman *freshwater swamp* yang menunjukkan lingkungan pengendapan *Alluvial Plain*. Dari hasil analisis AP/NAP memberikan gambaran perbedaan yang sangat besar tapi hal ini tidak dapat dipakai dikarenakan polen AP dan NAP yang didapatkan sangat tidak representatif (hanya single spesimen dari golongan NAP). Pada batuan diatasnya, yaitu batubara, lingkungan pengendapan diinterpretasikan sebagai *Alluvial Plain* berdasarkan polen dari taksa rawa gambut (peat swamp) *Sapotaceoidaepollenites sp.* dan taksa *freshwater swamp* seperti *Calophyllum type*, *Dicolpopollis malesianus*, *Gemmaticolpites pilatus* dan tidak hadirnya kumpulan polen dan spora penciri lingkungan *mangrove* memberikan gambaran lingkungan yang lebih ke arah proximal (darat). Dari hasil analisis

menunjukkan nilai % *Arboreal Pollen* sebesar 53,85 % dan % *Non Arboreal Pollen* sebesar 23,08 % yang artinya sangat melimpahnya polen pembentuk hutan (luas hutan bertambah) yang kemungkinan diakibatkan oleh perubahan iklim yang menjadi lebih hangat/panas (wet climate). Komponen penyusun AP yang terbesar adalah *Calophyllum type* yang merupakan vegetasi rawa air tawar (freshwater swamp). Lebih keatas lagi pada sampel batulempung hitam, lingkungan pengendapan diinterpretasikan sebagai *Alluvial Plain* berdasarkan pada kehadiran polen dari *peat swamp* seperti *Elaeocarpus spp.*, *Cephalomappa*, *Ctenolophon parvifolius/Retistephanocolpites williamsi* dan *Sapotaceoidaepollenites sp.* Melimpahnya *Dicolpopollis malesianus* dan *Quilonipollenites* yang merupakan kelompok taksa *freshwater swamp*, taksa rawa air tawar yang hadir dalam sampel ini antara lain *Casuarina sp.*, *Calophyllum type*, *Dicolpopollis sp. (fine ret.)*, *Florschuetzia trilobata*, *Meyeripollis naharkotensis*, *Lanagiopllis sp.*, *Monoporites annulatus* dan tumbuhan pegunungan seperti *Pinuspollenites spp.* Dari hasil analisis menunjukkan nilai % *Arboreal Pollen* sebesar 12,90 % dan persentase dari *Non Arboreal Pollen* sebesar 87,10 % yang artinya luas hutan dengan tumbuhan berkayu berkurang yang digantikan dengan NAP yang didominasi oleh *Dicolpopollis malesianus* dan *Quilonipollenites* diakibatkan oleh perubahan iklim yang menjadi lebih dingin (dry climate) yang ditunjukkan juga oleh *Monoporites annulatus* atau kelompok rumput-rumputan dan polen tumbuhan pegunungan seperti *Pinuspollenites spp.*

Fasies Batupasir

Diskripsi

Satuan ini ditempati berturut-turut terdiri dari batulempung dan batubara. Pada sampel batulempung, lingkungan pengendapan diperkirakan sebagai *Alluvial Plain*, dengan dicirikan oleh polen *Paravuripollis mulleri* dan *Shorea type* tersebut yang termasuk tanaman *freshwater swamp* sampai hutan dataran rendah. Hasil analisis terhadap rasio AP/NAP memberikan gambaran perbedaan yang sangat besar tapi hal ini tidak dapat dipakai dikarenakan polen AP dan NAP yang didapatkan sangat tidak representatif (hanya single spesimen dari golongan AP). Sampel batubara pada satuan batulanau diinterpretasikan sebagai *Upper Deltaic Plain-Lower Deltaic Plain proximal* berdasarkan menurunnya kelimpahan dari kumpulan dari polen dan spora penciri lingkungan *mangrove Zonocostites ramonae* dan *Oncosperma*. Polen dari taksa *freshwater swamp* seperti *Calophyllum type*, *Dicolpopollis malesianus*, *Dicolpopollis sp. (coarse ret.)*, dan *Eugeissona insignis*. Dari hasil analisis menunjukkan nilai % *Arboreal Pollen* sebesar 38,10 % dan % *Non Arboreal Pollen* sebesar 61,90 % yang artinya polen pembentuk hutan lebih kecil dengan NAP meskipun demikian vegetasi yang ada berupa hutan yang ditunjukkan oleh melimpahnya *Dicolpopollis malesianus* yang tumbuhan saat ini berupa rotan.

PALINOFASIES MALAKO

Fasies Konglomerat

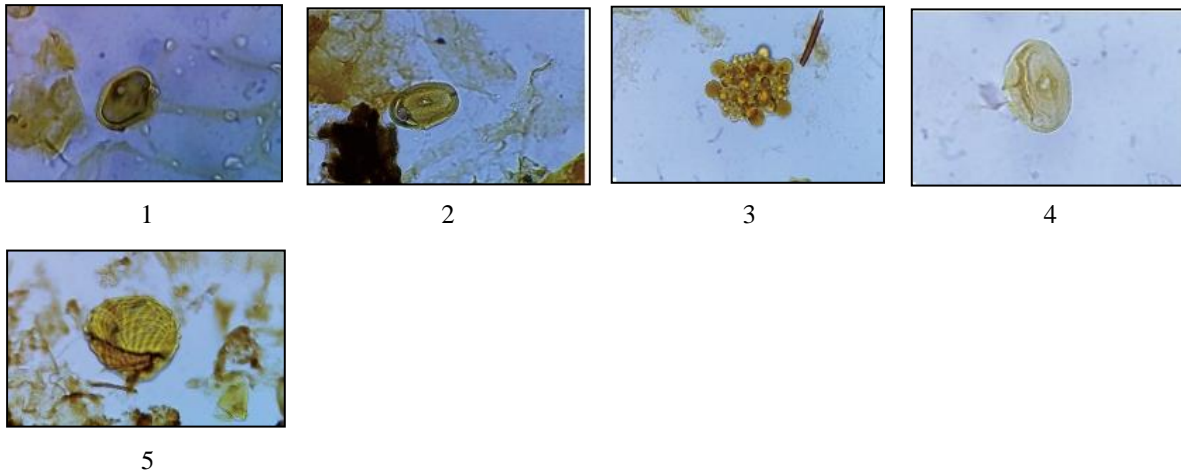
Diskripsi

Satuan ini ditempati berturut-turut terdiri dari batulempung abu-abu, batulempung karbonan dan batulempung karbonan. Berdasarkan data fosil polen pada sampel litologi batulempung abu-abu diinterpretasikan lingkungan pengendapannya adalah *Alluvial Plain*. Taksa *peat swamp* seperti *Cephalomappa type*, *Ctenolophon parvifolius/Retistephanocolpites williamsi* dan *freshwater swamp* seperti *Calophyllum type*, *Chenopodiaceae type*, *Dicolpopollis malesianus* dan tidak hadirnya kumpulan polen dan spora penciri lingkungan *mangrove* memberikan gambaran lingkungan yang lebih ke arah proximal (darat). Hasil analisis juga menunjukkan nilai % *Arboreal Pollen* sebesar 47,83 % dan % *Non Arboreal Pollen* sebesar 43,48 % yang artinya polen pembentuk hutan hampir sama dengan NAP meskipun demikian vegetasi yang mendominasi adalah *Cephalomappa type* yang termasuk taksa *peat swamp*. Sampel batuan diatasnya, yaitu batulempung karbonan, tidak dapat dilakukan analisis AP/NAP dikarenakan *barren* sampel (tidak didapatkan palynomorphs). Kemudian pada sampel batulempung karbonan berikutnya, didapatkan lingkungan pengendapan *Upper Deltaic Plain-Lower Deltaic Plain proximal* berdasarkan melimpahnya *Zonocostites ramonae* dan kumpulan polen dan spora penciri lingkungan *mangrove* lainnya seperti *Oncosperma*, *Lumnitzera*, dan *Acrosticum aureum*. Polen dari taksa *riparian* seperti *Marginipollis concinnus*, *Myrtaceidites sp.* dan taksa *freshwater swamp* seperti *Elaeocarpus spp.*, *Ctenolophon parvifolius/Retistephanocolpites williamsi*, *Casuarina sp.*, *Calophyllum type*, *Dicolpopollis malesianus*, *Dicolpopollis sp. (coarse ret.)*, *Dicolpopollis sp. (fine ret.)*, *Dicolpopollis kawalaensis* dan *Eugeissona insignis* memberikan gambaran pengaruh daratan yang kuat. Hasil analisis menunjukkan nilai % *Arboreal Pollen* sebesar 63,64 % dan % *Non Arboreal Pollen* sebesar 36,357 % yang artinya sangat melimpahnya polen pembentuk hutan (luas hutan bertambah) yang kemungkinan diakibatkan oleh perubahan iklim yang menjadi lebih hangat/panas (wet climate). Komponen penyusun AP yang terbesar adalah *Calophyllum type* yang merupakan vegetasi rawa air tawar (freshwater swamp).

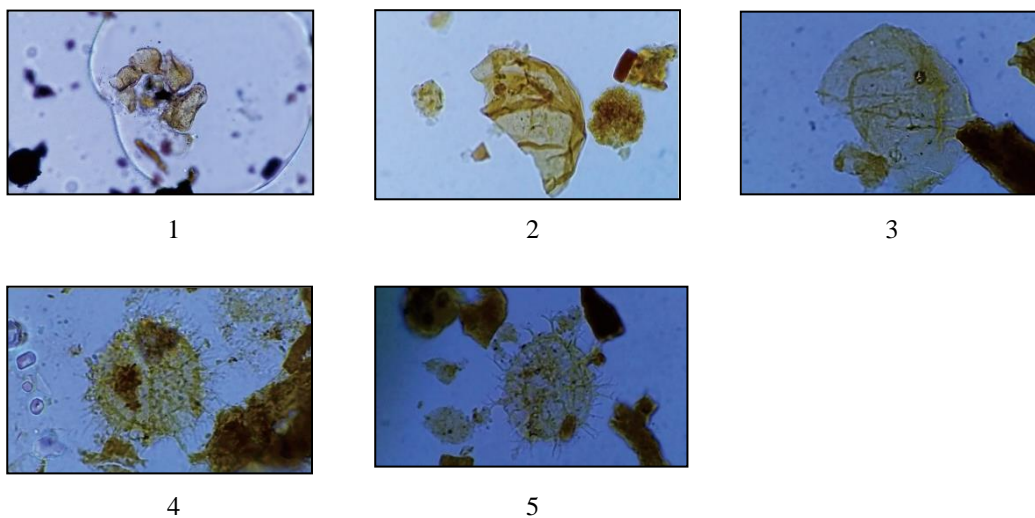
Fasies Batupasir Kerikilan

Diskripsi

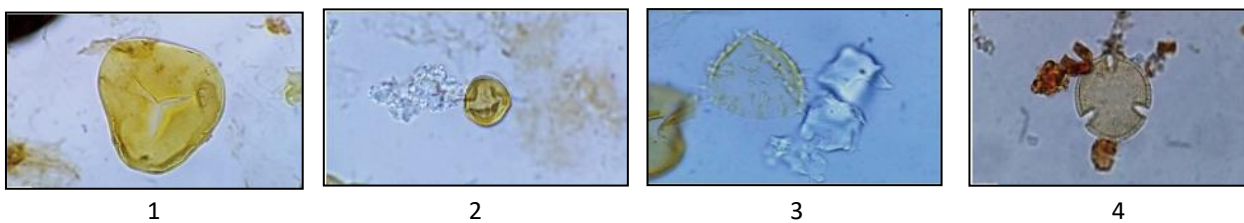
Pada sampel terakhir di lintasan ini yaitu batulempung tufan tidak dapat dilakukan analisis AP/NAP dikarenakan *barren* sampel (tidak didapatkan palinomorf)

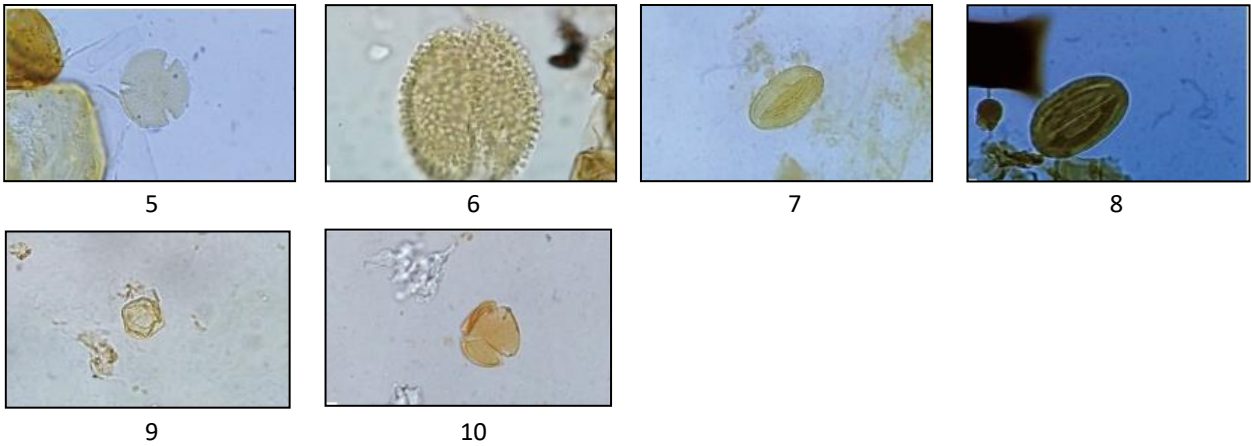


Gambar 3. Fosil Index/Marker Umur: 1. *Florschuetzia levipoli* (1000X), 2. *Florschuetzia trilobata* (1000X), 3. *Florschuetzia meridionalis* (1000X), 4. *Meyeripollis naharkotensis* (1000X), 5. *Cicatricosisporites orogensis* (1000X)

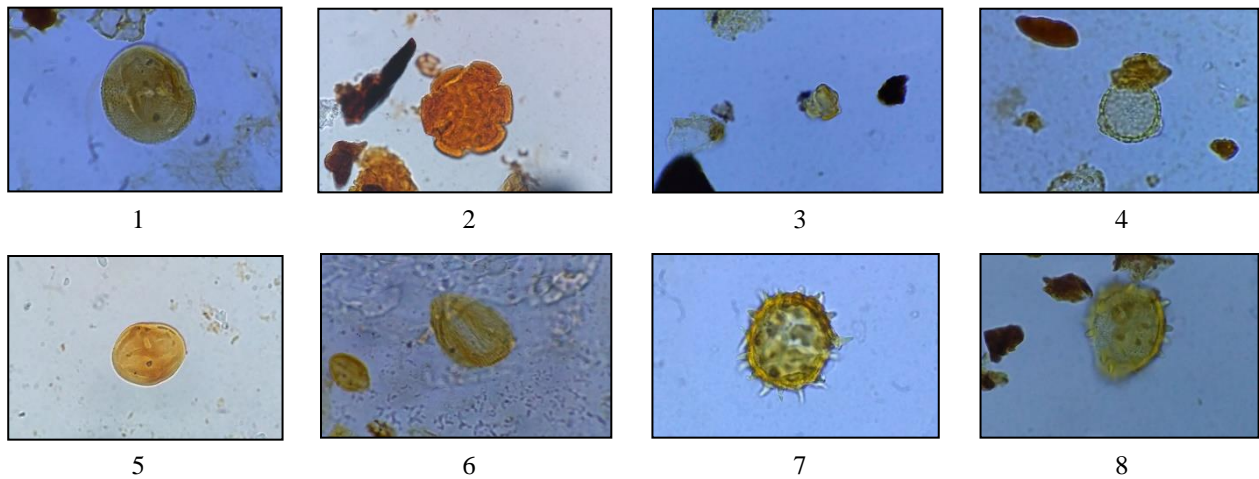


Gambar 4. Fosil Palinomorf Marin: 1. *Foraminifera Lining Test* (1000X), 2. *Indetermined Dinoflagellate* (1000X), 3. *Operculodinium* spp. (1000X), 4. *Operculodinium centrocarpum* (1000X), 5. *Spiniferites ramosus* (1000X)

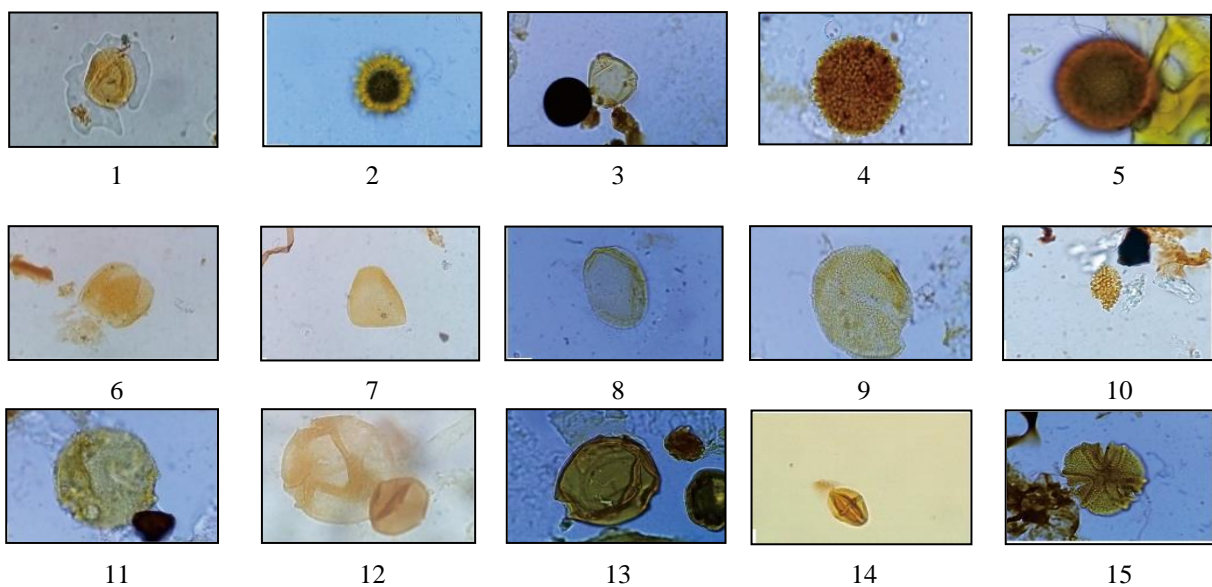


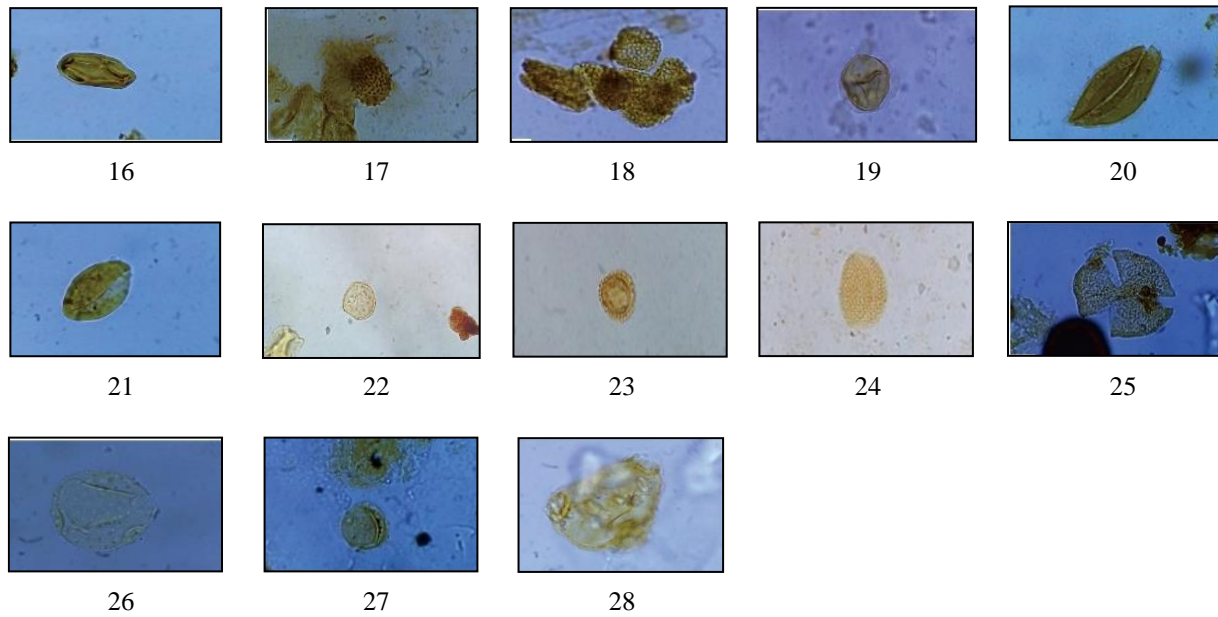


Gambar 5. Fossil Palinomorf Mangrove-Backmangrove: 1. *Acrosthicum aureum* (1000X), 2. *Zonocostites ramonae* (1000X), 3. *Spinizonocolpites echinatus* (1000X), 4. *Discoidites borneensis* (1000X), 5. *Discoidites novaguensis* (1000X), 6. *Oncosperma* type (1000X), 7. *Acanthus* type (1000X), 8. *Aegialitis* spp. (1000X), 9. *Lumnitzera* spp. (1000X), 10. *Avicennia* type (1000X)



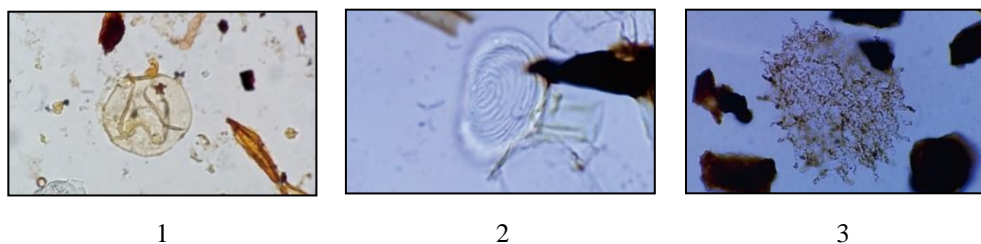
Gambar 6. Fossil Palinomorf Peat Swamp: 1. *Sapotaceoidaepollenites* sp. (1000X), 2. *Retistephanocolpites williamsi* (1000X), 3. *Elaeocarpus* spp. (1000X), 4. *Cephalomappa* (1000X), 5. *Lugopollis* (1000X), 6. *Striaticolpites catatumbus* (1000X), 7. *Austrobuxus nitidus* (1000X), 8. *Camptostemon* (400X)



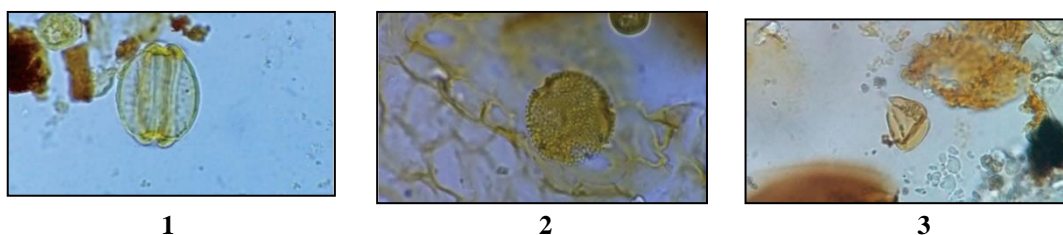


Gambar 7. Fossil Palinomorf *Freshwater Swamp*

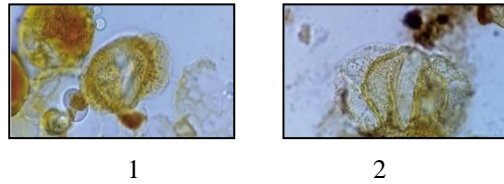
- | | |
|--|--|
| 1. <i>Retriticolporites equatoralis</i> (1000X) | 15. <i>Margocolporites vanwijhei</i> (1000X) |
| 2. <i>Compositae</i> (400X) | 16. <i>Melanorrhoea</i> type (1000X) |
| 3. <i>Casuarina</i> spp.
(<i>Haloragacidites harisii</i>) (1000X) | 17. <i>Malvacipollis diversus</i> (1000X) |
| 4. <i>Croton</i> (<i>Euphorbiaceae</i>) (1000X) | 18. <i>Myristica</i> type (1000X) |
| 5. <i>Chenopodiaceae</i> (1000X) | 19. <i>Monoporites annulatus</i> (1000X) |
| 6. <i>Dicolpopollis malesianus</i> (1000X) | 20. <i>Palmaepollenites kutchensis</i> (1000X) |
| 7. <i>Dicolpopollis kawalaensis</i> (1000X) | 21. <i>Palmaepollenites</i> spp. (1000X) |
| 8. <i>Dicolpopollis</i> (fine ret.) (1000X) | 22. <i>Pandanus</i> sp. (1000X) |
| 9. <i>Eugessona insignis</i> (1000X) | 23. <i>Paravuripollis mulleri</i> (1000X) |
| 10. <i>Gemmaticolpites pilatus</i> (1000X) | 24. <i>Quilonipollenites</i> spp (1000X) |
| 11. <i>Lanagiopollenites emergiantus</i> (1000X) | 25. <i>Shorea</i> type (1000X) |
| 12. <i>Lanagiopollenites</i> spp. (1000X) | 26. <i>Schoutenia</i> sp. (1000X) |
| 13. <i>Lakiapollis ovatus</i> (1000X) | 27. <i>Stemonurus</i> (1000X) |
| 14. <i>Lithocarpus</i> spp (1000X) | 28. <i>Pometia</i> spp. (1000X) |



Gambar 8. Fossil *Algae Freshwater*: 1. *Bosedinia* type (1000X), 2. *Concentricystes circula* (1000X), 3. *Pediastrum* (1000X)



Gambar 9. Fossil Palinomorf *Riparian*: 1. *Marginipollis concinnus* (1000X), 2. *Canthiumidites* (1000X), 3. *Myrtaceidites*. (1000X)



Gambar 10. Fossil Palinomorf Pegunungan/Montana: 1. *Podocarpidites spp* (1000X), 2. *Pinuspollenites spp* (1000X)

DISKUSI

Tabel 1. Palinofasies lintasan Sungai Ketalo (X=249632, Y=9858475 – X=249042, Y=9857500) dan Malako (X=245642, Y=9858060 – X=246500, Y=9856970)

No	Palinostratigrafi	Palinofasies	Satuan Batuan
3	Oligosen	UDP	Batupasir
2	Oligosen	AP	Batupasir kerikilan
1	Oligosen	AP-UDP-LDP p	Konglomerat

Analisis terhadap palinologi batuan yang berada di lintasan stratigrafi Sungai Ketalo dan Malako menunjukkan bahwa satuan batuan yang berkembang dari tua ke muda yaitu satuan konglomerat, satuan batupasir kerikilan dan satuan batupasir.

PALEOENVIRONMENT

Analisis terhadap lintasan stratigrafi Malako dan Sungai Ketalo menunjukkan bahwa lingkungan pengendapan dari satuan konglomerat diinterpretasikan sebagai *Alluvial Plain* dengan perubahan ke arah yang lebih dalam secara transgresi yaitu *Upper Deltaic Plain-Lower Deltaic Plain proximal*. Perubahan secara regresi ke arah darat terjadi pada satuan batupasir kerikilan yaitu pada lingkungan *Alluvial Plain*. Sekuen terakhir pada lintasan Sungai Ketalo terjadi perubahan lingkungan pengendapan ke arah yang lebih dalam yaitu *Upper Deltaic Plain*. Pada satuan konglomerat, lingkungan pengendapannya adalah *Alluvial Plain*. Taksa *peat swamp*, *freshwater swamp* dan tidak hadirnya kumpulan polen dan spora sebagai penciri lingkungan *mangrove* memberikan gambaran lingkungan yang lebih ke arah proximal (darat). Perubahan lingkungan pengendapan *Upper Deltaic Plain-Lower Deltaic Plain proximal* berdasarkan melimpahnya *Zonocostites ramonae*, kumpulan polen dan spora penciri lingkungan *mangrove*. Polen dari taksa *riparian* dan taksa *freshwater swamp* memberikan gambaran pengaruh daratan yang kuat.

Pada satuan batuan yang lebih muda, yaitu satuan batupasir, dari sampel teranalisis pada batulanau tufaan dan batulempung hitam, ditemukan satu spesimen dari polen *Paravuripollis mulleri* dan spora (*Deltoidospora*, *Verucatosporites usmensis*). Fosil polen termasuk tanaman *freshwater swamp* yang menunjukkan lingkungan pengendapan *Alluvial Plain*, dimana even regresi berperan pada kondisi ini. Pada sampel di atasnya, yaitu batubara, lingkungan pengendapan masih sebagai *Alluvial Plain* berdasarkan polen dari taksa rawa gambut (*peat swamp*) *Sapotaceoidaepollenites sp.* dan taksa *freshwater swamp* seperti *Calophyllum type*, *Dicolpopollis malesianus*, *Gemmatricolpites pilatus* dan tidak hadirnya kumpulan polen dan spora penciri lingkungan *mangrove* memberikan gambaran lingkungan yang lebih ke arah proximal (darat). Kehadiran taksa rawa air tawar antara lain *Casuarina sp.*, *Calophyllum type*, *Dicolpopollis sp. (fine ret.)*, *Florschuetzia trilobata*, *Meyeripollis naharkotensis*, *Lanagiopllis sp.*, *Monoporites annulatus* dan tumbuhan pegunungan seperti *Pinuspollenites spp.*, mendukung interpretasi ini.

Sampel batulempung pada satuan batulanau, merupakan lingkungan *Alluvial Plain*, dengan dicirikan oleh polen *Paravuripollis mulleri* dan *Shorea type* tersebut yang termasuk tanaman *freshwater swamp* sampai hutan dataran rendah. Semakin ke arah lebih muda, lingkungan pengendapan berkembang ke arah menuju transgresi yaitu ke lingkungan lebih dalam *Upper Deltaic Plain-Lower Deltaic Plain proximal* berdasarkan menurunnya kelimpahan dari kumpulan dari polen dan spora penciri lingkungan *mangrove* *Zonocostites ramonae* dan *Oncosperma* serta polen dari taksa *freshwater swamp* seperti *Calophyllum type*, *Dicolpopollis malesianus*, *Dicolpopollis sp. (coarse ret.)*, dan *Eugeissona insignis*.

DAFTAR PUSTAKA

- Barber, A.J., Crow, M.J. dan Milsom, J.S. (2005): *Sumatra: Geology, Resources and Tectonic Evolution*, The Geological Society, London.
- Barber, A.J. dan Crow, M.J. (2005): Structure and structural history. In: *Sumatra, Geology, Resources and Tectonic Evolution, Geological Society Memoir 31*, 175–233.
- Carvalho, M.A. (2001): *Paleoenvironmental Reconstruction Based on Palynological and Palynofacies Analyses of The Aptian-Albian Succession in The Sergipe Basin, Northeastern Brazil. Disertation*. Ruprecht-Karls-Universität, Heidelberg, Unpublished.
- Clements, B. dan Hall, R. (2011a): A record of continental collision and regional sediment flux for the Cretaceous and Palaeogene core of SE Asia: implications for early Cenozoic palaeogeography, *Journal of the Geological Society*, London, Vol. 168, 2011, 1187–1200.
- Clements, B. dan Hall, R. (2011b): Subsidence and uplift by slab-related mantle dynamics: a driving mechanism for the Late Cretaceous and Cenozoic evolution of continental SE Asia? *Geological Society*, London, Special Publications, Vol. 355, 37-51.
- De Coster, G.G. (1974): The Geology of The Central and South Sumatra Basins. In: *Indonesian Petroleum Association, Proceedings of the 3rd Annual Convention, Jakarta*, 1974, 3, 77-110.
- Gafoer, S. Amin, T.C. dan Pardede, R. (1992): Peta Geologi Lembar Muara Bungo, Sumatra, Skala 1:250.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Germeraad, J.H., Hopping, C.A. dan Muller, J. (1968): Palynology of Tertiary sediments from tropical areas, *Rev of Palaeobotany and palynology* 6, 189–348.
- Hall, R. (2014): The Origin of Sundaland. *Proceedings Of Sundaland Resources Annual Convention*. 17-18 November 2014, Palembang, South Sumatra, Indonesia.
- Haseldonckx, P. (1974): Palynological Interpretation of Palaeoenvironments in SE Asia, *Sains Malaysiana* 3 (2), 119-120.
- Kamal, A., Argakoesoemah, R.M.I. dan Solichin (2008): A proposed basin-scale lithostratigraphy for South Sumatra Basin. *Indonesian Association of Geologist: Sumatra Stratigraphy Workshop*, Bandung, Institut Teknologi Bandung, 85-97.
- Metcalfe, I. (2011a): Tectonic framework and Phanerozoic evolution of Sundaland, *Gondwana Research* 19, 3-21.
- Metcalfe, I. (2011b): Palaeozoic-Mesozoic History of SE Asia In: Hall, R., Cottam, M. A. & Wilson, M. E. J. (Eds.), *The SE Asian Gateway: History and Tectonics of the Australia-Asia collision, Geological Society of London Special Publication*, 355, 7-35.
- Moore, P.D., Webb, J.A. dan Collinson M.E. (1991): *Pollen Analysis*, London, Blackwell Press.
- Morley, R.J. (1978): *Palynology of Tertiary And Ouarternary Sediments in Southeast Asia. Proc. of the 6th Annual Convention, Indonesia Petroleum Association*, Jakarta, 76-80.
- Morley, R.J. (1990): *Short Course Introduction To Palynology With Emphasis on Southeast Asia*, Purwokerto, Fakultas Biologi Unsoed.
- Morley, R.J. (1991): Tertiary Stratigraphic Palinology in Southeast Asia: Current Status and New Directions, *Geol. Soc. Malaysia Bull.*, 28, 1-36.
- Morley, R.J. (1995): Biostratigraphic Characterization of Systems Tracts in Tertiary Sedimentary Basins. *International Symposium on Sequence Stratigraphy in SE Asia, Indonesian Petroleum Association*, Jakarta, 49-71.
- 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*. Edited by Robert Hall and D Holloway, Leiden, The Netherlands, Backbuys Publishers, 211-234.
- Morley, R.J., Lelono, E.B., Nugrahaningsih, L. dan Hasjim, N. (1999): Tertiary Palynology Project: Aims, Progress and Preliminary Results from the Middle Eocene to Pliocene of Sumatra and Java, *GRDC Paleontology Series*.
- Muller, J., Giacomo, D. dan Van Erve, A. (1987): A palynological zonation for the Cretaceous, Tertiary, and Quaternary of Northern South America, *Amer. Assoc. of Stratig.*, Palynologists found, Contribution Series 19, 7-76.
- Pulunggono, A. dan Cameron, N.R. (1984): Sumatran microplates, their characteristics and their role in the evolution of the Central and South Sumatra Basins, *Proc. Indones. Petrol. Assoc., 13th Annual Convention*, Jakarta, 1984, Vol. 1, 121-144.
- Rahardjo, A.T., Polhaupessy, T.T., Wiyono, S., Nugrahaningsih, H. dan Lelono, E.B. (1994): Zonasi Polen Tersier Pulau Jawa. *Makalah Ikatan Ahli Geologi Indonesia, Pertemuan Ilmiah Tahunan Ke-23*, Bandung, 77-87.
- Ryacudu, R. (2008): Tinjauan Stratigrafi Paleogen Cekungan Sumatra Selatan. *Indonesian Association of Geologist: Sumatra Stratigraphy Workshop*, Bandung, Institut Teknologi Bandung, 99-114.

- Simanjuntak, T.O., Budhitrisna, T., Surono, Gafour, S. dan Amin, T.C. (1994): Peta Geologi Lembar Muara Bungo, Sumatra. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Spruyt, (1956): Subdivisions and nomenclature of the Tertiary sediments of the Djambi-Palembang area, *Pertamina Internal Report*.
- Traverse, A. (1988): *Paleopalynology*. Boston: Department of Geosciences, College of Earth and Mineral Science, The Pennsylvania State University.
- Traverse, A. (2007): Paleopalynology. In: Landman NH, Jones DS, editors. *Topics In Geobiology 2nd Edition* Vol. 28. The Netherlands, Springer.