

# Palinomorf Eosen dari Selat Makasar

Oleh:

Eko Budi Lelono

## S A R I

Analisis palinologi yang dilakukan terhadap percontoh serbuk bor yang diambil dari Sumur O *interval* kedalaman 8100'-11850' yang ditajak di Selat Makasar memperlihatkan keragaman dan kelimpahan palinomorf rendah (bagian bawah *interval*) sampai sedang (bagian atas *interval*). Palinomorf yang ditemukan mencirikan umur Eosen seperti *Proxapertites operculatus*, *Proxapertites cursus*, *Palmaepollenites kutchensis*, *Diporoconia iszkaszestgyorgyi* dan *Cicatricosisporites eocenicus*. Dibandingkan dengan Formasi Nanggulan di Yogyakarta, kelimpahan dan keragaman palinomorf Sumur O relatif rendah. Palinomorf yang dijumpai melimpah pada Formasi Nanggulan seperti aff. *Beaupreadites matsuoekae*, *Palmaepollenites kutchensis* dan *Dicolpopollis malesianus* memperlihatkan kelimpahan rendah di Sumur O. Hal ini dapat terjadi karena percontoh sedimen di Sumur O interval 8100'-11850' berada pada level stratigrafi lebih muda dari pada Formasi Nanggulan yang berumur Eosen Tengah. Diperkirakan percontoh sedimen yang diteliti berumur Eosen Akhir. Interpretasi ini didukung oleh kemunculan polen *Proxapertites operculatus* (fine reticulate) yang juga muncul pada Formasi Bayah umur Eosen Akhir di Jawa Barat. Selain itu, kelimpahan sedang polen *Restioniidites punctulosus* mengindikasikan terbentuknya iklim kering yang menandai umur Eosen Akhir seperti terjadi di Jawa, Eropa Barat dan Amerika Utara.

Kata kunci: palinomorf eosen dari Selat Makasar

## ABSTRACT

*Palynological analysis on cutting samples situated in the interval 8100'-11850' of well O drilled on the Makasar strait indicates low assemblage in the lower interval which gradually increases to medium assemblage in the upper interval. Palynomorphs found in the studied well section characterises Eocene age including Proxapertites operculatus, Proxapertites cursus, Palmaepollenites kutchensis, Diporoconia iszkaszestgyorgyi and Cicatricosisporites eocenicus. The palynological assemblage of the studied sediments is much lower than that occurring in the Nanggulan Formation of the Central Java. In addition, some selected palynomorphs appearing in the Middle Eocene Nanggulang Formation with high occurrences such as aff. Beaupreadites matsuoekae, Palmaepollenites kutchensis and Dicolpopollis malesianus decrease significantly or even disappear from the studied well. This can happen because the studied sediments are stratigraphically younger than those of the Middle Eocene Nanggulan Formation. It is assumed that the studied sediment belong to the Late Eocene age. This is supported by the occurrence of pollen Proxapertites operculatus with fine reticulate which was also found in the Late Eocene Bayah Formation of the West Java. More over, the appearance of the moderate abundance of pollen Restioniidites punctulosus indicates the presence of dry climate during Late Eocene as occurred in Java, West Europe and North America.*

*Key Words: palinomorf, eosen, selat makasar*

## I. PENDAHULUAN

Penelitian palinologi terhadap sedimen umur Paleogen belakangan ini semakin banyak dilakukan dipicu oleh peningkatan permintaan jasa teknologi yang terkait analisis sedimen umur Paleogen. Meskipun demikian, data hasil penelitian ini tidak leluasa untuk dipublikasikan karena ada kewajiban untuk tidak membagi data ini dengan pihak lain (data bersifat rahasia). Data yang diperoleh dari pemboran ini dikategorikan sebagai data bawah permukaan, sedangkan data yang diperoleh dari singkapan batuan disebut data permukaan. Dibanding data bawah permukaan, data permukaan belum mengalami penambahan yang berarti karena terbatasnya jumlah singkapan sedimen Paleogen yang ada. Beberapa penelitian yang pernah dilakukan secara intensif pada singkapan permukaan adalah sedimen Formasi Bayah yang tersingkap di Jawa Barat (Morley, 2000 dan Lelono, 2003), sedimen Formasi Nanggulan di Yogyakarta (Lelono, 2000) dan sedimen Formasi Toraja di Kalumpang, Sulawesi Selatan (Lelono, 2003). Sementara itu, dalam kegiatan jasa teknologi telah dianalisis batuan sedimen umur Eosen dari beberapa sumur eksplorasi yang ditajak di Jawa Tengah (*on-shore*) dan lepas pantai Jawa Timur Utara (*off-shore*). Selain itu data yang menjadi bahan dalam tulisan ini berasal dari sumur eksplorasi yang dibor di kawasan Selat Makasar.

Sejauh ini terbukti bahwa Formasi Nanggulan adalah sedimen tertua diantara sedimen umur Eosen yang pernah diteliti. Palinomorf yang dijumpai pada Formasi Nanggulan menunjukkan kumpulan umur Eosen Tengah sampai Eosen Akhir yang ditandai oleh kelimpahan dan keragaman yang tinggi. Palinomorf yang muncul dengan kelimpahan sedang pada umur Eosen Tengah antara lain aff. *Beaupreadites matsuoekae*, *Ruellia* type, *Polygalacidites clarus* dan *Cupaniedites* cf. *C. flaccidiformis*. Kenyataannya palinomorf tersebut tidak dijumpai pada Formasi Bayah

dan Formasi Toraja. Seandainya pun dijumpai, umumnya memperlihatkan kelimpahan rendah. Hal ini menunjukkan bahwa baik Formasi Bayah maupun Formasi Toraja mempunyai posisi stratigrafi yang lebih muda dari pada Formasi Nanggulan. Lebih lanjut palinomorf pada Formasi Bayah dan Formasi Toraja umumnya menunjukkan kumpulan umur Eosen Akhir yang dicirikan oleh kelimpahan dan keragaman rendah-sedang. Palinomorf yang dijumpai pada kedua formasi tersebut antara lain *Diporoconia iszkaszentgyorgyi*, *Dandotiospora laevigata*, *Palmaepollenites kutchensis*, *Proxapertites operculatus*, *Proxapertites cursus* dan *Retistephanocolpites williamsi*. Sementara itu, sedimen lain umur Eosen yang telah dianalisis adalah Formasi Ngimbang yang diperoleh dari sumur eksplorasi yang ada di Jawa Tengah dan Timur. Analisis biostratigrafi menunjukkan bahwa sedimen Formasi Ngimbang yang diteliti mempunyai umur relatif sama dengan sedimen pada Formasi Bayah dan Formasi Toraja. Kesamaan jenis palinomorf Eosen yang muncul di Jawa Barat, Jawa Tengah dan Jawa Timur serta Sulawesi Selatan mengindikasikan bahwa daerah-daerah tersebut pernah saling berhubungan dalam satu daratan yang sama.

**Gambar 1**  
Lokasi sumur O tempat pengambilan percontohan serbuk bor untuk analisis pelindung ( )



Tulisan ini disusun untuk mempublikasikan hasil penelitian palinologi pada sedimen umur Eosen yang terdapat di selat Makasar. Tujuannya adalah untuk melengkapi data tentang palinologi umur Eosen yang ada di kawasan barat Indonesia. Selain itu, hasil penelitian ini dapat membuktikan hipotesis tentang kesamaan kondisi palinologi umur Eosen di kawasan barat Indonesia, seperti yang dikemukakan oleh peneliti terdahulu.

Materi yang digunakan dalam tulisan ini berupa data yang berasal dari sedimen umur Eosen yang ditembus sumur pemboran O yang terletak di Selat Makasar (Gambar 1). Secara umum palinomorf yang ditemukan cukup beragam dengan kelimpahan rendah sampai sedang. Palinomorf umur Eosen yang ditemukan pada sedimen Eosen ini umumnya dijumpai pula pada sedimen Eosen lain yang pernah diteliti seperti pada Formasi Nanggulan, Formasi Bayah, Formasi Ngimbang dan Formasi Toraja. Sangat mungkin bahwa daerah penelitian di Selat Makasar ini merupakan satu daratan dengan Jawa dan Sulawesi Selatan pada kala Eosen. Mengingat keterbatasan ruang, penulis hanya menampilkan data palinologi berupa distribusi palinomorf pilihan yang terkait dengan analisis umur, lingkungan purba dan perubahan iklim.

## II. KETERSEDIAAN DATA

Percontohan batuan yang diproses untuk penelitian palinologi diambil dari sumur O pada interval kedalaman 8100' sampai 11850' yang ditajak di Selat Makasar. Percontohan batuan yang dianalisis merupakan percontohan serbuk bor (*cutting*) dengan kriteria berbutir halus dan berwarna gelap. Mengingat percontohan batuan ini dimiliki oleh pengguna jasa LEMIGAS, maka semua data yang dipakai dalam tulisan ini bersifat rahasia dan LEMIGAS wajib menjaga kerahasiaannya sebagaimana diamanatkan dalam dokumen Sistem Mutu SNI 19-9001-2001 dan SNI 19-17025-2000 yang dianut LEMIGAS selama ini. Untuk menjaga kerahasiaan data ini maka digunakan nama samaran untuk penamaan sumur dengan tanpa menyebutkan lokasinya dengan pasti.

## III. METODOLOGI

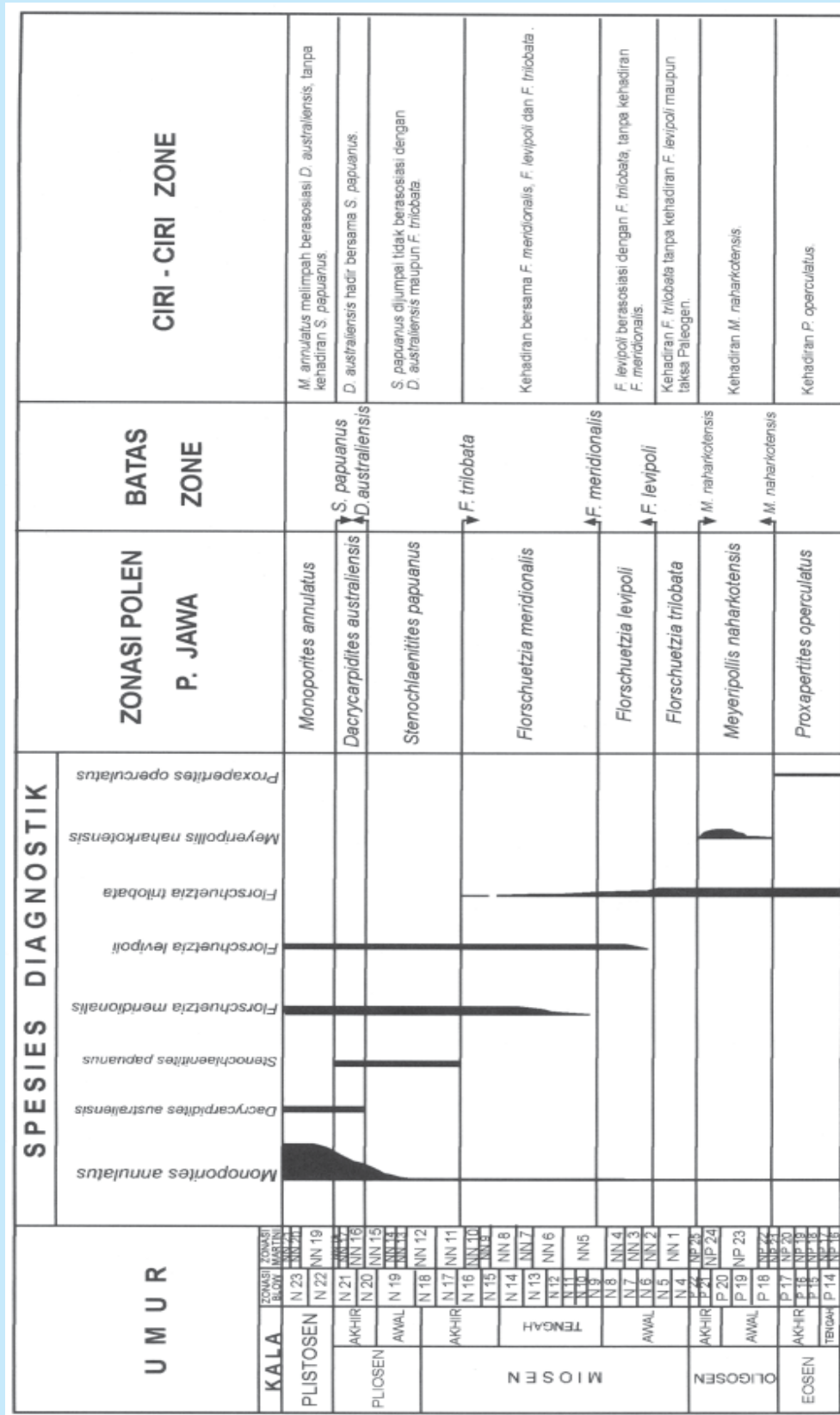
Pada penelitian ini digunakan percontohan *cutting* yang berasal dari sumur O interval 8100'-11850'. Semua percontohan ini diproses di laboratorium Stratigrafi LEMIGAS dengan menggunakan teknik preparasi

standar. Teknik preparasi meliputi perendaman percontohan dalam HCl, HF dan HNO<sub>3</sub> untuk memisahkan palinomorf dari sedimen sehingga didapat jumlah yang memadai untuk analisis yang bersifat kuantitatif. Perendaman dalam HNO<sub>3</sub> yang dikenal sebagai proses oksidasi dilanjutkan dengan perendaman dalam larutan KOH dengan konsentrasi 10%. Proses perendaman dalam KOH disebut proses alkali yang bertujuan untuk membersihkan residu percontohan akibat proses oksidasi. Tahap selanjutnya adalah menyaring residu dengan saringan berukuran 5 mikron untuk memisahkan palinomorf dari material lain berukuran *debris* (lebih kecil dari 5 mikron) sehingga mampu meningkatkan jumlahnya dalam residu. Terakhir, residu dipindahkan ke gelas preparat untuk pembuatan *slide* dengan menggunakan *poly-vinyl alcohol* dan *canada balsam*. Pada tahapan ini, residu telah siap dianalisis di bawah mikroskop.

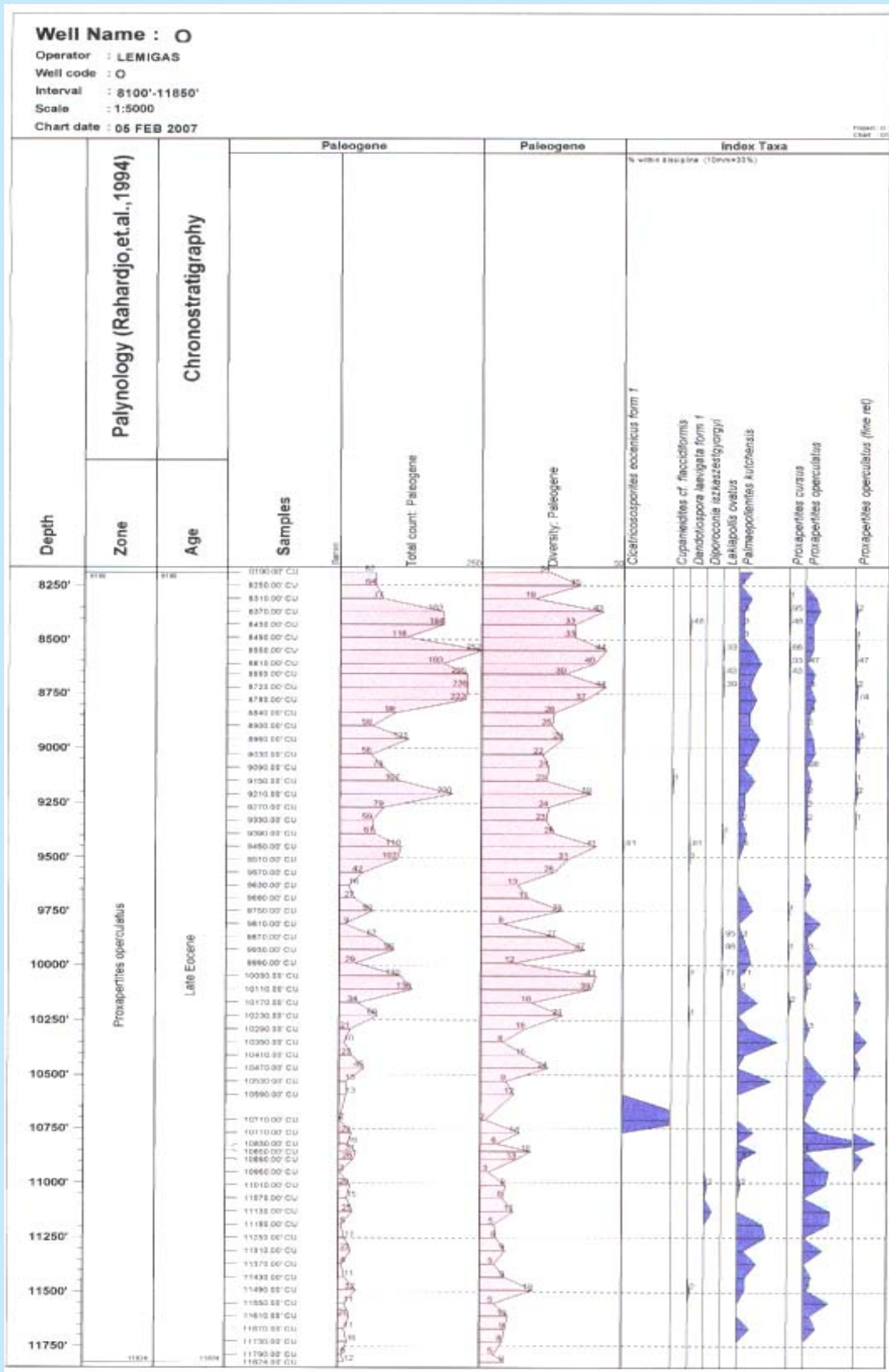
Pengujian fosil polen dan spora dilakukan dengan menggunakan mikroskop transmisi untuk memberi nama dan menghitung jumlahnya. Hasil pengujian ini dicatat dalam lembar pencatatan yang selanjutnya digunakan untuk berbagai analisis. Pekerjaan mikroskopis ini juga bertujuan untuk mendapatkan palinomorf sebanyak 250 individu dalam setiap percontohan agar penerapan metode analisis kuantitatif dianggap valid (Morley, *pers. comm.*). Selanjutnya, nama-nama fosil tersebut dan kelimpahannya (jumlahnya) diplotkan dalam suatu diagram dengan menggunakan perangkat lunak StrataBugs. Interpretasi umur sedimen ditentukan dengan merujuk pada zonasi polen yang diusulkan oleh Rahardjo dkk. pada tahun 1995 (Gambar 2). Sedangkan analisis lingkungan pengendapan purba mengadaptasi klasifikasi lingkungan transisi-laut seperti yang diterapkan pada Formasi Nanggulan (Lelono, 2000).

## IV. BIOSTRATIGRAFI

Analisis palinologi batuan sedimen yang ditembus sumur O pada interval 8100'-11850' berhasil menemukan 193 jenis palinomorf yang terdiri dari polen dan spora. Dibandingkan dengan keragaman palinomorf yang terdapat pada Formasi Nanggulan yang mencapai sekitar 300 jenis *spesies*, tentunya keragaman palinomorf di daerah penelitian relatif rendah. Secara umum palinomorf indeks yang terdapat di daerah penelitian banyak dijumpai pada sedimen umur Eosen lainnya seperti pada Formasi Bayah (Jawa Barat), Formasi Nanggulan (Jawa



Gambar 2  
Zonasi Polen Pulau Jawa yang diusulkan oleh Rahardjo Dkk. (1994)



Gambar3  
Penyebaran palinomorfi indeks di sumur O yang menentukan zonasi polen dan umur batuan

Tengah), Formasi Ngimbang (Jawa Timur) dan Formasi Toraja (Sulawesi Selatan). Palinomorf tersebut antara lain adalah *Cicatricosisporites eocenicus*, *Cupanieidites* cf. *C. flacidiformis*, *Diporoconia iszkaszentgyorgyi*, *Dandotiospora laevigata*, *Lakiapollis ovatus*, *Palmaepollenites kutchensis*, *Proxapertites operculatus* dan *Proxapertites cursus*. Palinomorf yang muncul di daerah penelitian berasal dari lingkungan air payau (*mangrove* dan *back-mangrove*) sampai air tawar (*ratan swamp* dan *freshwater swamp*). Selain itu dijumpai pula polen penciri iklim kering yang hadir dengan kelimpahan sedang, yaitu *Restioniidites punctulosus* yang merupakan polen yang dihasilkan oleh ilalang. Berdasarkan hal tersebut di atas, maka dapat disusun zonasi polen dan umur sedimen serta lingkungan pengendapan batuan sedimen. Palinomorf yang dijumpai selanjutnya dikelompokkan berdasarkan lingkungan di mana mereka tumbuh (ekologinya) dengan mengacu pada klasifikasi lingkungan transisi-laut yang diusulkan oleh Lelono (2000).

#### A. Zonasi polen

Berdasarkan kemunculan polen *Proxapertites operculatus* sepanjang interval 8100'-11850', maka disimpulkan bahwa batuan sedimen yang terdapat pada interval tersebut termasuk dalam zona *Proxapertites operculatus* (Rahardjo dkk., 1994). Kumpulan palinomorf yang mencirikan keberadaan zona polen ini antara lain adalah *Cicatricosisporites eocenicus*, *Cupanieidites* cf. *C. flacidiformis*, *Diporoconia iszkaszentgyorgyi*, *Dandotiospora laevigata*, *Lakiapollis ovatus*, *Palmaepollenites kutchensis*, *Proxapertites operculatus* dan *Proxapertites cursus* (Gambar 3). Kumpulan palinomorf ini dijumpai pula pada Formasi Bayah (Jawa Barat), Formasi Nanggulan (Yogyakarta), Formasi Ngimbang (Jawa Timur) dan Formasi Toraja (Sulawesi Selatan) yang memiliki zona polen *Proxapertites operculatus*.

#### B. Umur sedimen

Palinomorf indeks yang ditemukan pada batuan sedimen di sumur O interval 8100'-11850' mempunyai keragaman yang sama dengan sedimen umur Eosen Akhir yang didapat dari Formasi Bayah (Jawa Barat), bagian atas Formasi Nanggulan (Yogyakarta), Formasi Ngimbang (Jawa Timur) dan Formasi Toraja (Sulawesi Selatan). Ciri umum yang mudah diamati

dari sedimen umur Eosen Akhir adalah kandungan palinomorf yang menurun secara drastis, baik keragaman maupun kelimpahannya, dibandingkan dengan sedimen Eosen Tengah seperti terlihat pada Formasi Nanggulan (Lelono, 2000 dan 2003). Beberapa palinomorf yang muncul melimpah pada Eosen Tengah menurun drastis pada Eosen Akhir, seperti *Palmaepollenites kutchensis*, *Proxapertites operculatus*, *Proxapertites cursus*, *Cupanieidites* cf. *C. flacidiformis* dan *Dandotiospora laevigata*. Bahkan beberapa taksa menghilang, seperti aff. *Beaupreacidites matsuoekae*, *Ruellia* type dan *Ixonanthes* type. Selain itu, umur Eosen Akhir ditandai pula oleh kemunculan polen *Proxapertites operculatus* dengan retikulasi lebih halus dibandingkan dengan polen sejenis yang muncul pada umur Eosen Tengah (Lelono, 2003). Polen *Proxapertites operculatus* yang memiliki retikulasi halus ini terekam dengan baik di Formasi Bayah yang tersingkap di Jawa Barat (Morley, pers. comm.), Formasi Ngimbang di lepas pantai Jawa Timur Utara (Lemigas Stratigraphy Group, 2006a dan b) dan Formasi Toraja yang tersingkap di Kalumpang, Sulawesi Selatan (Lelono, 2003).

Menurunnya keragaman dan kelimpahan palinomorf pada Eosen Akhir kemungkinan disebabkan oleh penurunan dasar cekungan diikuti oleh kenaikan muka laut yang mengakibatkan berkurangnya daratan tempat vegetasi penghasil polen tumbuh. Selain itu, penurunan kandungan palinomorf berhubungan dengan pembentukan iklim kering pada kala Eosen Akhir, terbukti dengan kemunculan polen rumput dengan kelimpahan memadai yaitu *Restioniidites punctulosus* (Gambar 4). Indikasi iklim kering pada Eosen Akhir ditemukan pula di Amerika Utara (Wolfe, 1992) dan Eropa Barat (Collinson, 1992). Puncak dari iklim kering ini terjadi pada akhir Eosen Akhir yang dikenal dengan istilah *terminal Eocene cooling event*, yang ditandai dengan menurunnya keragaman dan kelimpahan palinomorf secara drastis. Di sisi lain, polen penciri iklim kering meningkat kelimpahannya secara signifikan.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa umur batuan sedimen di sumur O interval 8100'-11850' adalah Eosen Akhir yang ditandai oleh penurunan drastis dari keragaman dan kelimpahan palinomorf yang semula melimpah pada Eosen Tengah dan kehadiran polen *Proxapertites operculatus* dengan retikulasi halus.



## V. LINGKUNGAN PURBA

Mengacu kepada hasil kajian palinomorfo umur Eosen yang dilakukan oleh Lelono (2000 dan 2003), palinomorfo yang muncul di daerah penelitian dikelompokkan ke dalam ekologi sebagai berikut *possible mangrove*, *probable mangrove*, *freshwater swamp and rain forest*, *herbaceous swamp*, *gymnosperm*, *other freshwater palynomorph* dan *Pteridophytes* (Gambar 5). Meskipun demikian banyak palinomorfo yang belum diketahui lingkungan hidupnya. Palinomorfo-palinomorfo tersebut belum pernah dideskripsi oleh peneliti terdahulu. Deskripsi palinomorfo yang akan diusulkan hendaknya mencakup morfologi, perbandingan dengan palinomorfo yang sudah dideskripsi, *botanical affinity* dan kelompok ekologi. Sayangnya, tulisan ini tidak mungkin memuat hal tersebut di atas karena untuk publikasi palinomorfo baru ada medianya tersendiri. Oleh karena itu, palinomorfo yang belum dideskripsi tidak digunakan sebagai acuan dalam membuat interpretasi lingkungan purba (*paleoenvironment*). Disamping polen dan spora, ditemukan pula taksa laut dinoflagelata (*marine dinoflagellates*) hampir di sepanjang interval yang diteliti menandai pengaruh lingkungan laut selama proses pengendapan. Alge juga dijumpai melimpah pada bagian tengah interval, terutama alge air tawar *Pediastrum* sp. menunjukkan tingginya pasokan sedimen dari daratan pada interval tersebut. Palinomorfo lain yang juga hadir adalah fungi yang dijumpai hampir di semua percontohan batuan.

Interval kedalaman 11850'-10530' ditandai dengan keragaman dan kelimpahan palinomorfo yang rendah. Interval ini didominasi oleh *Proxapertites operculatus* (*possible mangrove*), *Palmaepollenites kutchensis*, *Palmaepollenites* sp. 2 dan 3 (*freshwater swamp and rain forest*), *Dicolpopollis* sp. (*medium reticulate; rattan swamp*), *Laevigatosporites* spp., *Verrucatosporites* spp (*pteridophyte*) dan *Triorites minutipori* (*undifferentiated pollen*). Selain itu ditemukan pula dinoflagelata dalam jumlah memadai seperti *Spiniferites* sp. dan dinoflagellate cysts. Rendahnya keragaman dan kelimpahan palinomorfo kemungkinan disebabkan lingkungan sedimentasi yang relatif jauh dari sumber palinomorfo (daratan). Dengan memperhatikan kelimpahan sedang dari dinoflagelata laut, maka diperkirakan sedimen pada interval 11850'-10530' diendapkan di lingkungan laut dalam (*deep marine environment*).

Lingkungan pengendapan kemudian bergeser ke area yang lebih dangkal yaitu laut dangkal (*shallow marine environment*) pada interval kedalaman 10530'-9810'. Secara umum pergeseran ini ditandai oleh meningkatnya keragaman dan kelimpahan palinomorfo (Gambar 5). Spora *Leiotriletes adriennis* (*possible mangrove*) dijumpai melimpah pada interval 10530'-9810'. Selain itu polen *Spinizonocolpites echinatus* form 1 (*probable mangrove*) dijumpai secara menerus pada interval ini. Yang menarik, alge air tawar *Pediastrum* menunjukkan kelimpahan tinggi pada interval 10530'-9810', yang diikuti dengan kelimpahan tinggi polen rumput (*herbaceous swamp pollen*) *Restioniidites punctulosus*. Kondisi ini menerus sampai ke atas mencapai kedalaman 8900'. Hal ini mengindikasikan telah terbentuk danau atau rawa air tawar yang dikelilingi oleh rumput-rumputan pada kala Eosen Akhir di daerah penelitian. Kemungkinan pembentukan danau atau rawa air tawar ini terkait dengan fase *syn-rift* akibat pelepasan gaya kompresi yang terjadi di daerah penelitian pada umur tersebut (Bergman et al., 1996). Semakin lama danau atau air tawar akan tenggelam di bawah laut bersamaan dengan penurunan dasar cekungan yang diikuti dengan naiknya muka laut.

Interval 9810'-8900' ditandai dengan sedikit peningkatan keragaman dan kelimpahan palinomorfo, mengindikasikan adanya sedikit pergeseran lingkungan pengendapan menjadi sedikit lebih dangkal yaitu *shallow marine-brackish/ marginal marine*. Kelimpahan dinoflagelata penciri lingkungan laut menurun, tetapi palinomorfo *mangrove* (*possible* dan *probable*) meningkat baik keragaman maupun kelimpahannya. Interval teratas di sumur O (interval 8900'-8190') dicirikan oleh keragaman dan kelimpahan tertinggi. Dinoflagelata meningkat baik keragaman maupun kelimpahannya. Demikian pula dengan *possible mangrove*, seperti ditunjukkan oleh *Leiotriletes adriennis*, *Leiotriletes* sp. 1, *Proxapertites operculatus* dan *Discoidites novaguenensis*. Di sisi lain, palinomorfo dari *freshwater swamp* dan *rain forest* mengalami sedikit peningkatan seperti terlihat pada *Palmaepollenites kutchensis*, *Palmaepollenites* spp., *Quilonipollenites* sp., *Rhoipites* 1 form 1 dan *Sapotaceoidaepollenites* sp. 2. Hal senada terlihat pada palinomorfo *rattan swamp*, antara lain *Dicolpopollis malesianus*, *Dicolpopollis* sp. (*fine ret.*) dan *Dicolpopollis* sp. (*med. ret.*). Berdasarkan





data di atas disimpulkan bahwa sedimen pada interval 8900' -8190' terbentuk di lingkungan laut dangkal (*shallow marine*).

## VI. KESIMPULAN

Penelitian palinologi pada sedimen umur Eosen di Selat Makasar menambah wawasan tentang kondisi palinologi Eosen di Indonesia. Secara umum keragaman dan kelimpahan palinomorf yang ditemukan di daerah penelitian memiliki kesamaan dengan yang dijumpai di Formasi Bayah (Jawa Barat), Formasi Nanggulan (Jawa Tengah), Formasi Ngimbang (Jawa Timur) dan Formasi Toraja (Sulawesi Selatan). Beberapa palinomorf kunci yang ditemukan antara lain *Cicatricosisporites eocenicus*, *Cupanieidites* cf. *C. flacidiformis*, *Diporoconia iszkaszentgyorgyi*, *Dandotiospora laevigata*, *Lakiapollis ovatus*, *Palmaepollenites kutchensis*, *Proxapertites operculatus* dan *Proxapertites cursus*. Beberapa palinomorf yang muncul melimpah pada Eosen Tengah menurun drastis pada Eosen Akhir, seperti *Palmaepollenites kutchensis*, *Proxapertites operculatus*, *Proxapertites cursus*, *Cupanieidites* cf. *C. flacidiformis* dan *Dandotiospora laevigata*. Bahkan beberapa taksa tidak muncul seperti aff. *Beaupreacidites matsuokae*, *Ruellia* type dan *Ixonanthes* type. Berdasarkan data ini disimpulkan bahwa sedimen interval 8100'-11850' di sumur O mempunyai zona polen *Proxapertites operculatus* dengan umur Eosen Akhir.

Batuan sedimen pada interval 8100'-11850' diendapkan bervariasi dari lingkungan laut dalam sampai *brackish/marginal marine*. Pengendapan diawali di lingkungan laut dalam pada interval 11850'-10530', yang kemudian bergeser ke lingkungan lebih dangkal yaitu di laut dangkal (interval 10530'-9810'). Selanjutnya, lingkungan pengendapan terus bergeser ke tempat yang lebih dangkal yaitu di *brackish/marginal marine*-laut dangkal (interval 9810'-8900'). Akhirnya pengendapan beralih ke lingkungan lebih dalam di laut dangkal (interval 8900'-8100'). Selain itu, diperkirakan terdapat danau atau rawa air tawar yang terbentuk oleh fase *syn-rift* akibat pelepasan gaya kompresi yang secara umum terjadi di Indonesia barat pada umur Eosen-Oligosen. Semakin lama danau atau air tawar akan tenggelam di bawah laut bersamaan dengan penurunan dasar cekungan dan naiknya muka laut.

## KEPUSTAKAAN

1. Bergman, S. C., Coffield, D. Q., Talbot, J. P. and Garrard, R. A. 1996. Tertiary Tectonic and Magmatic Evolution of Western Sulawesi and the Makasar Strait, Indonesia: Evidence for a Miocene Continent-Continent Collision. In: Hall, R. and Blundell, D. (eds.), *Tectonic Evolution of Southeast Asia*, Geological Society Special Publication, 106, pp. 391-429.
2. Collinson, M. E., 1992. Vegetational and Floristic Changes around the Eocene/ Oligocene Boundary in Western and Central Europe. In: Prothero, D. R. and Berggren, W. A. (eds.), *Eocene-Oligocene Climatic and Biotic Evolution*, Princeton University Press, pp. 437 – 450.
3. Lelono, E. B., 2000. *Palynological Study of the Eocene Nanggulan Formation, Central Java, Indonesia*. Unpublished PhD Thesis. University Of London.
4. Lelono, E. B., 2003. Tropical Eocene Palynomorphs from the Toraja Formation, Kalumpang, South Sulawesi. *Lemigas Scientific Contribution 1/2003*.
5. Lemigas Stratigraphy Group, 2006a. *Biostratigraphic Analyses of the Jahe-1 Well, Interval 875'–5180'*. Unpublished Service Report.
6. Lemigas Stratigraphy Group, 2006b. *Biostratigraphic Analyses of the Merica-1 Well, Interval 602'–5350'*. Unpublished Service Report.
7. Morley, R. J., 1990. Introduction to Palynology (with Emphasis on Southeast Asia). *Lemigas, unpublished*, 112 pp.
8. Morley, R. J., 2000. *Origin and Evolution of Tropical Rain Forests*. Wiley, London.
9. Rahardjo, A. T., Polhaupessy, A. A., Wiyono, S., Nugrahaningsih, L. and Lelono, E. B., 1994. Zonasi polen Tersier Pulau Jawa. *Proc. IAGI, 23<sup>rd</sup> Annual Convention*, pp.77-87.
10. Wolfe, J. A., 1992. Climatic, Floristic, and Vegetational Changes near the Eocene/ Oligocene Boundary in North America. In: Prothero, D. R. and Berggren, W. A. (eds.) *Eocene-Oligocene Climatic and Biotic Evolution*, Princeton University Press, pp. 421 – 436.