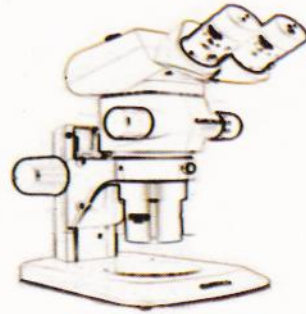


ISBN 979.9579.80.5

Seminar Nasional
**Matematika &
Ilmu Pengetahuan Alam**
2005

$$\nabla \cdot \vec{E} = \frac{1}{\epsilon_0} \rho$$



Hotel Grasia Semarang
10 Desember 2005

*"Kontribusi Matematika dan
Ilmu Pengetahuan Alam dalam
Meningkatkan Daya Saing Bangsa*

PROSIDING



Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Semarang

Sejarah Flora dan Vegetasi Formasi Kalibiuk dan Kaliglagah Daerah Bumiayu Ditinjau dari Bukti Palinologi

(Flora and Vegetation History On Kalibiuk and Kaliglagah Formation In Bumiayu area based on Palynology Evidence)

Rachmad Setijadi¹; Sri Widodo A.S².; A. Tjipto Rahardjo³

¹Program Studi Teknik Geologi, Program Sarjana Teknik UNSOED
Gedung Rektorat Lt.3, Jl. H.R. Bunyamin Purwokerto
Telp. 08122887551; rsetijadi_ianov@yahoo.com

²Jurusan Biologi FMIPA UNDIP
Kampus MIPA Tembalang, Jl. Prof. Soedarto SH Semarang
Telp. 081325314399; sw_msi@yahoo.com

³Departemen Geologi, FIKTM ITB
Jl. Ganesha 10 Bandung

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan umur relatif Formasi Kalibiuk dan Kaliglagah di daerah Bumiayu, dan mengungkap sejarah flora dan vegetasi masa lampau di daerah Bumiayu. Penelitian ini menggunakan metode survey dengan pengambilan sample batuan pada permukaan. Penelitian ini meliputi dua tahap yaitu penelitian lapangan dan laboratorium yang meliputi pengamatan mikroskopis dan interpretasi data. Sebanyak 36 sampel batuan yang telah dianalisis dari Formasi Kalibiuk dan Kaliglagah di sepanjang sungai Cisaat, daerah Bumiayu. Hasil penelitian didapatkan 51 spesies dan 48 familia. Berdasarkan analisis palinologi kepunahan *Stenochlaenidites papuanus* sebagai dasar dari batas Pliosen-Plistosen, dapat diamati pula pergantian lingkungan antara mangrove dan darat. Keadaan ini diduga berkaitan erat dengan fluktuasi iklim yang terjadi pada umur Pliosen-Plistosen. Sejarah flora dan vegetasi pada Pliosen-Plistosen Formasi Kalibiuk diendapkan pada lingkungan mangrove, sedang Formasi Kaliglagah pada lingkungan darat. Perubahan iklim yang ekstrim terjadi pada batas Pliosen-Plistosen yang mengakibatkan perubahan bentang alam vegetasi.

Kata kunci : formasi; pliosen; plistosen; bentang alam

Pendahuluan

Penerapan data palinologi telah dijadikan sebagai standar nilai dalam menginterpretasikan masalah yang terkait dengan migrasi, evolusi flora seperti yang berhubungan dengan stratigrafi, paleoekologi, arkeologi (Morley, 1990).

Eksplorasi flora didunia telah dilakukan di Amerika (Clokey, 1951), di Asia (Backer & Bakhuizen van der Brink, 1965; Cronquist, 1972; Heyne, 1987) Paling banyak didasarkan atas tumbuhan hidup pada waktu itu, sedangkan eksplorasi flora didasarkan atas fosil lebih sedikit diantaranya oleh Erdman (1952); Flenley (1979); Faegri & Iversen (1989); Morley (1990); Semah (1990); Stuijts (1993) dan Rahardjo (1993).

Sejarah flora dan vegetasi di suatu daerah dapat diungkap melalui pendekatan palinologi. Analisis polen dan spora yang terendapkan dalam suatu sedimen dapat mengungkap latar belakang perubahan flora dan vegetasi pada periode tertentu. Perubahan tersebut sebagian hasil dari perubahan iklim baik iklim lokal, regional maupun global (Faegri & Iversen, 1989; Moore & Webb, 1990).

Perubahan iklim yang dipakai sebagai dasar batas umur Tersier-Kuarter pertama kali didasarkan pada kehadiran manusia pertama dan masa pengesan yang didasarkan pada pembagian masa pengesan dipegunungan Alipna oleh Penck dan Bruckner pada tahun 1909, pada masa ini

terjadi perubahan iklim yang mencolok pada masa pengesan yang terakhir atau disebut masa pengesan Donau (Tjia, 1983).

Perubahan iklim yang terjadi pada batas Pliosen – Plistosen sangat mempengaruhi kehidupan yang ada pada waktu itu, baik fauna maupun floranya. Perubahan bentang alam vegetasi juga terjadi bersama dengan terjadinya perubahan iklim, dalam hal ini polen dan spora sangat berperan dalam penelusuran kembali perubahan iklim. Kehadiran fosil lain yang dapat dipakai untuk menelusuri kembali iklim masa lampau antara lain punahnya *Discoaster*, dan punahnya *Globigerinoides saculiferus fistolusus* di laut Atlantik, munculnya *Globorotalia truncatulinoides* dan perubahan ratio kamar *Globorotalia menardii* dari dekstral menjadi sinistral (Rahardjo, 1993).

Penelitian palinologi di kawasan Asia dilakukan oleh Morley (1990), di Indonesia pertama kali dilakukan oleh Polak (1933) di daerah Rawalakbok dan Sumatra. Penelitian palinologi di Pulau Jawa dapat membuktikan adanya perubahan bentang alam vegetasi yang diakibatkan oleh perubahan iklim. Di Jawa Barat penelitian pada sedimen Kuartar Situ Bagendit menunjukkan bahwa 8800-3000 tahun yang lalu terjadi penurunan temperatur 2,75-4,4^oC yang mengakibatkan perubahan bentang alam. Penelitian oleh Stuijts (1993) pada akhir Pleistosen-Holosen terjadi perubahan vegetasi yang disebabkan oleh perubahan iklim di Jawa Barat. Di daerah Bentarsari dekat Bumiayu Jawa Tengah, Romadhon (1994), Morley (1998), melakukan penelitian palinologi dan menyimpulkan bahwa faktor iklim sangat berperan dalam suatu perubahan bentang alam. Dengan sedikitnya penelitian palinologi khususnya di Jawa Tengah maka akan semakin menarik untuk diteliti lebih lanjut.

Daerah Bumiayu pada masa lampau merupakan salah satu jembatan daratan yang memungkinkan proses migrasi dari daratan Asia ke Jawa dan merupakan situs paleontologi tertua di Jawa Tengah (Semah dkk, 1990). Terdapatnya fosil-fosil vertebrata di Formasi Kaliglagah seperti *Cervus problematicus*, *Antilope saatensis*, *Mastodon bumiajuensis*, *Muntiacus bumiajuensis*, *Stegodon trigonocephalus*, yang berumur Pliosen Akhir. Penentuan umur oleh Von Konigswald berdasarkan fosil vertebrata tersebut dilakukan dengan cara membandingkan dengan kumpulan fosil vertebrata yang terdapat di India (zona Tatrot) yang dikenal sebagai fauna Siwalik (Sondaar, 1984). Dijumpainya fosil-fosil vertebrata di Pulau Jawa yang mempunyai banyak kesamaan dengan fauna Asia ini memperkuat dugaan telah terjadi proses migrasi dari Asia ke Indonesia Barat (Rahardjo, 1993).

Pemilihan daerah Bumiayu khususnya Formasi Kalibiuk dan Kaliglagah yang berdasarkan analisis litologinya berupa batulempung hitam dengan sisa-sisa (fosil) tumbuhan, diperkirakan berupa endapan darat sampai rawa-rawa. Hal ini merupakan cara yang tepat dalam melakukan eksplorasi flora yang pernah ada di daerah Bumiayu dan dapat mengungkap batas umur Pliosen – Plistosen serta sejarahnya pada masa itu. Analisis pollen dan spora secara vertikal terhadap urutan lapisan sedimen merupakan cara untuk menelusuri sejarah flora dan vegetasi dan perubahan yang terjadi selama proses sedimentasi berlangsung. Dengan pengambilan sampel di daerah ini diharapkan dapat menyingkap fenomena menarik untuk mengungkap flora dan vegetasi di daerah Bumiayu.

Permasalahan yang muncul didalam upaya mengungkap sejarah flora dan vegetasi di daerah Bumiayu antara lain: bagaimana umur relatif Formasi Kalibiuk dan Kaliglagah di daerah Bumiayu dan bagaimana sejarah flora dan vegetasi di daerah Bumiayu masa lampau.

Metode dan Bahan

Penelitian ini dilakukan di daerah Bumiayu, Kabupaten Brebes- Jawa Tengah dan meliputi dua tahap penelitian yaitu penelitian lapangan dan penelitian laboratorium.

1. Penelitian lapangan

Bahan penelitian yang digunakan meliputi sampel batuan yang diambil dari lapangan di lintasan sungai Cisaat Bumiayu yang terdiri dari formasi Kalibiuk dan Kaliglagah. Sampel batuan diambil dengan menggunakan palu geologi, kemudian dilakukan pemerian litologi setelah itu dilakukan pembuatan penampang stratigrafi terukur.

2. Penelitian laboratorium

Cara preparasi batuan untuk sediaan mikroskop yaitu 50 gram sampel batuan direndam dengan HCl 50% selama 2 jam untuk menghilangkan karbonat dan kemudian dinetralkan

dengan akuades. Sampel yang telah netral direndam kembali dengan HF 40% selama 24 jam untuk menghilangkan silikat, kemudian dinetralkan kembali, setelah itu direndam dengan HCl 50% selama 30 menit dan dinetralkan. Untuk memisahkan fraksi organik dan anorganik sample diberi larutan ZnCl₂ dengan Bj 2.2 dan *disentrifuge* selama 20 menit dengan kecepatan 1500 RPM. Fraksi organik (yang terapung) diambil dengan pipet kemudian dinetralkan dan setelah itu dilakukan oksidasi dengan menggunakan HNO₃ selama 2 menit dan dinetralkan kembali. Untuk menghilangkan *humic acid* sampel batuan di rendam KOH 5% dalam kondisi panas selama 5 menit dan dinetralkan kembali. Hasilnya kemudian disaring dengan saringan nilon ukuran 5µm dan setelah itu dibuat slide yang merupakan sediaan mikroskop.

Parameter yang diamati adalah sifat dan ciri pollen dalam hal ukuran, bentuk, ornamentasi, dan apertura. Umur batuan, perubahan iklim, perubahan tipe vegetasi. Ukuran sampel yang diteliti harus sama sehingga jumlah kuantitatif setiap taksa yang dijumpai dapat dibandingkan antara satu sampel dengan sampel lainnya. Syarat dalam penghitungan kuantitatif jumlah taksa berkisar antara 100-300.

Analisis diskriptif berupa identifikasi tipe polen dan spora dengan menggunakan mikroskop binokuler perbesaran 250X, 400X, 1000X, pada perbesaran 1000X menggunakan minyak Imersi.

Data yang didapat disajikan dalam bentuk diagram:

1. Pengelompokan vegetasi atas dasar kesamaan vegetasi (menurut kesamaan ekologi) dalam bentuk persentasi semua tipe. Menggambarkan perubahan lingkungan vegetasi pada waktu tertentu

$$\% \text{Suatutipe} = \frac{\text{JUMLAHTOTALSUATUTIPE}}{\text{JUMLAHTOTALSELURUH TIPE}} \times 100\%$$

2. Analisis Biostratigrafi tujuannya untuk mengetahui umur batuan, analisis ini menggunakan zona kisaran. Zona kisaran adalah tubuh lapisan batuan yang mencakup kisaran stratigrafi terpilih dari kumpulan seluruh fosil yang ada. Zona ini dapat berupa kisaran satu unsur taksa, kumpulan taksa atau ciri paleontologi lain yang menunjukkan kisaran

Hasil dan Diskusi

A. Identifikasi dan Umur

Sampel batuan yang dianalisis berjumlah 36 buah dari Formasi Kalibiuk dan Kaliglagah. Hasil analisis ini menunjukkan kelimpahan dan keanekaragaman yang ditunjukkan dengan ditemukannya 65 tipe polen dan spora yang termasuk dalam 51 spesies dan 48 familia tumbuhan penghasilnya. *Podocarpus imbricatus* dan *Stenochlaenidites papuanus* merupakan takson penting sebagai indikator petunjuk umur. Morley (1991) menyebutkan bahwa kehadiran *Stenochlaenidites papuanus* menunjukkan umur Miosen Akhir-Pliosen, kemungkinan takson ini berasal dari Filipina yang bermigrasi ke Irian pada umur Miosen Tengah akibat adanya tumbukan lempeng. Pada Miosen Akhir bermigrasi ke Asia Tenggara melalui Paparan Sunda. Kepunahan takson ini diperkirakan pada umur Plio-Plistosen atau awal Plistosen di Indonesia Barat.

Dari asosiasi fosil yang ditemukan menunjukkan bahwa Formasi Kalibiuk dan Kaliglagah berumur Pliosen Akhir sampai Plistosen. Pada Formasi Kalibiuk dan sedikit bagian bawah Formasi Kaliglagah dijumpai asosiasi antara *Stenochlaenidites papuanus* dan *Podocarpus imbricatus*. Rahardjo dkk (1994) menyebutkan bahwa kehadiran kedua takson tersebut merupakan ciri dari zona *Podocarpus imbricatus* yang berumur Pliosen Akhir. Kepunahan dari *Stenochlaenidites papuanus* dan melimpahnya Gramineae (*Monoporites annulatus*) pada perconton nomor 21 menunjukkan batas Plio-Plistosen, sehingga Formasi Kaliglagah berumur Plistosen yang termasuk dalam zona *Monoporites annulatus* (Gramineae) yang dicirikan dengan melimpahnya Gramineae dan berasosiasi dengan *Podocarpus imbricatus* tanpa kehadiran *Stenochlaenidites papuanus* (Rahardjo dkk, 1994).

B. Lingkungan Pengendapan

Berdasarkan hasil interpretasi diagram polen dalam menginterpretasikan lingkungan pengendapan, asosiasi polen yang dijumpai di daerah Bumiayu menunjukkan adanya lingkungan polen dari berbagai lingkungan antara lain pegunungan, dataran rendah, rawa-rawa air tawar, mangrove belakang, mangrove. Hal ini menunjukkan bahwa polen-polen tersebut diendapkan jauh dari sumbernya. Asosiasi polen dari tumbuhan mangrove dan mangrove belakang seperti *Rhizophora*, *Avicenia*, *Sonneratia alba*, *Sonneratia caseolaris*, dan *Acrostichum aureum* menunjukkan suatu endapan mangrove dengan adanya sistem sungai yang mengalir. Persentase seluruh polen yang dijumpai menunjukkan bahwa polen dari tumbuhan darat merupakan jumlah yang dominan. Polen tumbuhan darat, tumbuhan pegunungan tinggi yang umum dijumpai antara lain Gramineae, *Castanopsis*, *Callophyllum*, Cyperaceae, *Casuarina*, *Podocarpus imbricatus*, *Pinus*. Fakta tersebut menunjukkan bahwa pada periode Pliosen-Plistosen daerah Bumiayu sudah terbentuk daratan dengan morfologi pegunungan tinggi dengan suatu sistem sungai yang mengalir melalui morfologi tersebut dan menjadi alat transportasi dari polen pegunungan tinggi ke lingkungan mangrove. Hasil interpretasi diagram polen daerah penelitian dapat dibagi menjadi dua zona kumpulan besar yaitu :

Zona kumpulan I (0 – 190 m)

Zona ini terletak pada Formasi Kalibiuk, ditandai dengan berkembangnya takson mangrove seperti *Rhizophora* dengan persentase tertinggi 17% dan diikuti oleh *Avicenia* (1%). Kehadiran taksa mangrove didukung oleh jenis Pteridophyta yang menjadi ciri khas daerah mangrove belakang yaitu *Acrostichum aureum* dengan persentase 17%. *Rhizophora* merupakan tumbuhan karakteristik hutan mangrove. Pada gundukan lumpur yang kering di daerah transisi, *Acrostichum aureum* akan tumbuh. Hadirnya tumbuhan yang memiliki ekologi lebih ke darat pada kondisi lingkungan mangrove seperti *Macaranga*, *Castanopsis*, *Podocarpus*, *Pinus*, kemungkinan terbawa oleh angin. Terdapatnya polen tumbuhan riparian yang biasa menempati pinggir sungai seperti *Ilex*, *Chantium*, *Pandanus*, Myrtaceae. Adanya asosiasi taksa tumbuhan mangrove dalam jumlah yang banyak dan didukung oleh adanya taksa riparian menunjukkan bahwa Formasi Kalibiuk diendapkan pada lingkungan mangrove.

Zona kumpulan II (190 – 535 m)

Zona ini terletak pada Formasi Kaliglagah, ditandai adanya penurunan persentase taksa mangrove seperti *Rhizophora* yang mengalami penurunan tajam bahkan tidak dijumpai lagi. *Acrostichum aureum* yang merupakan taksa mangrove belakang masih dijumpai tetapi relatif sedikit. Persentase tumbuhan darat dan jenis-jenis Pteridophyta meningkat jumlahnya, hal ini dicirikan oleh tingginya persentase Gramineae (21-32,9%), *Macaranga* pada sampel nomor 19 mencapai 21%, dari golongan Pteridophyta seperti *Psilotum* (20-30%) bahkan ada yang mencapai 40% pada sampel nomor 3, *Polypodium* (10%), *Pteris* (54%) pada sampel nomor 11, *Stenochlaena palustris* (10%). Tumbuhan dari golongan riparian masih dijumpai walaupun sedikit, tetapi pada sampel nomor 8 dijumpai persentase yang sangat signifikan dari Famili Myrtaceae (24%).

Asosiasi tumbuhan mangrove belakang seperti *Acrostichum aureum*, *Sonneratia caseolaris* yang bercampur dengan tumbuhan riparian menunjukkan lingkungan yang masih terjangkau oleh aliran sungai. Terdapatnya *Cephalomappa maloticarpa* (0,3-3%), golongan Sapotaceae (0,2-4,8%), *Callophyllum* (0,2-5,9%) dan tumbuhan akuatik yaitu *Typha angustifolia* (0,3-3,6%) menunjukkan adanya hutan rawa air tawar. Hal ini juga diperkuat dengan ditemukannya fosil-fosil vertebrata pada Formasi Kaliglagah oleh Von Koenigswald seperti *Mastodon bumiajuensis*, *Stegodon trigonocephalus*, *Cervus problematicus*, *Hippopotamus* yang biasanya hidup dilingkungan rawa-rawa air tawar (Sondaar, 1984). Fakta ini menunjukkan bahwa Formasi Kaliglagah diendapkan pada lingkungan darat yang masih dipengaruhi oleh sistem sungai sehingga membentuk rawa-rawa air tawar.

C. Sejarah flora dan vegetasi

Secara umum daerah penelitian terbagi menjadi dua periode yaitu pada kala Pliosen Atas atau 3 juta sampai dengan 1,8 juta tahun yang lampau yang diwakili oleh Formasi Kalibiuk dan

sedikit bagian bawah Formasi Kaliglagah, kala Plistosen atau 1,8 juta tahun yang lampau diwakili oleh Formasi Kaliglagah.

Periode 3 juta – 1,8 juta tahun (Pliosen Atas)

Periode 3 juta – 1,8 juta tahun yang lampau gambaran morfologi daerah penelitian merupakan suatu dataran rendah yang dikelilingi oleh pegunungan dengan suatu sistim sungai yang melewatinya. Pada dataran rendah berkembang hutan mangrove dengan rawa-rawa air tawar. Hutan mangrove merupakan hutan khas tropis dan mempunyai formasi vegetasi yang hidup di zona pasang surut dan sepanjang muara. Hal ini dapat ditunjukkan oleh kehadiran *Rhizophora*, *Acrostichum aureum*, *Avicenia*, *Sonneratia caseolaris*, *Sonneratia alba*, sedangkan indikasi adanya hutan rawa air tawar yang dipengaruhi oleh naik turunnya permukaan air, genangan air yang terjadi dari hujan, sungai atau pengaruh pasang yang tinggi dari laut. Vegetasi hutan rawa air tawar ini jenis floranya adalah *Pandanus*, *Cannosperma*, Sapotaceae, *Cephalomappa maloticarpa*, *Elaeocarpus*.

Pegunungan yang mengelilingi daerah penelitian pada periode 3 juta – 1,8 juta tahun yang lampau didominasi oleh vegetasi hutan hujan pegunungan rendah. Tipe hutan ini terdapat pada ketinggian 500 m – 1500 m dengan jenis floranya yang umum adalah *Podocarpus imbricatus*, *Podocarpus neriifolius*, *Casuarina*, *Pinus*, *Quercus*.

Keberadaan jenis Pteridophyta yang merupakan tumbuhan kosmopolitan dengan jenis floranya seperti *Equisetum* yang dapat hidup didaerah tepi sungai, rawa-rawa pada hutan yang terang, *Pteris* biasanya terdapat pada hutan yang terang dengan dinding tanah, *Gleichenia* terdapat pada tepi sungai daerah kering dengan cahaya matahari yang tembus sampai lantai hutan.

Fenomena khusus pada periode 3 juta – 1,8 juta tahun yang lampau adalah kepunahan salah satu takson yaitu *Stenochlaenidites papuanus*. Kepunahan *Stenochlaenidites papuanus* tersebut bersamaan dengan perubahan iklim yang sangat mencolok menjadi iklim kering, tepatnya pada batas Plio-Plistosen (1,8 Juta). Kejadian yang sama terjadi pada daerah Mojoroto Jawa Timur, bahwa *Stenochlaenidites papuanus* punah bersamaan dengan menyusutnya hutan secara dratis sehingga menjadi hutan terbuka (Rahardjo, 1996). Peristiwa perubahan iklim yang mencolok ini menunjukkan salah satu ciri dari batas umur Pliosen (3juta) – Plistosen (1,8 juta), sehingga fakta ini memperkuat dugaan bahwa kepunahan dari *Stenochlaenidites papuanus* diakibatkan oleh perubahan iklim yang cukup dratis.

Takson ini diperkirakan berasal dari Filipina yang bermigrasi ke Irian akibat tumbukan lempeng Australia dan lempeng Sunda pada Miosen Tengah. Indonesia Timur, Papua Nugini dan Filipina takson ini masih ada sampai sekarang yang identik dengan *Stenochlaena milnei* (Morley, 1991). Penyebaran takson ini pada Miosen Akhir ke Kalimantan, Jawa, Sumatra. Kepunahan takson ini pada akhir Pliosen atau awal Plistosen (1,8 juta) di Indonesia Barat. Fakta ini membuktikan bahwa kepunahan *Stenochlaenidites papuanus* dapat dijadikan indikator umur Plistosen (1,8 juta).

Periode 1,8 juta tahun (Plistosen)

Periode ini terjadi penyusutan hutan mangrove dicirikan dengan menghilangnya tumbuhan khas mangrove. Penyusutan hutan ini mengakibatkan perubahan bentang alam vegetasi menjadi daratan yang terbuka dengan dikelilingi oleh dataran tinggi disekitarnya.

Hamparan daratan dikuasai oleh Gramineae, Cyperaceae. Menurut Van Steenis (1997) Gramineae umumnya tumbuh pada daerah musim kemarau yang tegas ditempat yang cerah sinar matahari. Adanya jenis-jenis dari golongan riparian seperti Myrtaceae, *Pandanus*, *Ilex* menunjukkan bahwa daratan tersebut masih dipengaruhi oleh sistem sungai yang mengalir, juga masih terdapat rawa-rawa air tawar yang ditunjukkan oleh hadirnya *Typha angustifolia*, Cyperaceae yang biasanya hidup di tanah yang becek di daerah rawa. Jenis lain yaitu Sapotaceae, *Cephalomappa maloticarpa*, Meliaceae walaupun dalam jumlah yang sedikit.

Dataran tinggi disekitarnya masih merupakan hutan hujan dataran rendah dengan jenisnya seperti *Casuarina*, *Podocarpus imbricatus*, *Podocarpus neriifolius*, *Quercus*, *Castanopsis*, *Macaranga*. Adanya jumlah yang mencolok dari *Pteris* karena daerah ini merupakan daerah yang terbuka. Pada kala Plistosen (1,8 juta) ini terjadi perubahan iklim yang berulang-ulang. Perubahan terjadi sebanyak empat kali selama kala Plistosen di daerah penelitian.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat diketahui beberapa hal yang berhubungan dengan Formasi Kalibiuk dan Kaliglagah antara lain:

1. Formasi Kalibiuk dan Kaliglagah berumur Pliosen Atas – Plistosen, dicirikan dengan kepunahan *Stenochlaenidites papuanus* yang merupakan penciri batas umur Plio-Plistosen dan ditandai dengan perubahan iklim yang mencolok.
2. Sejarah flora dan vegetasi daerah Bumiayu pada kurun waktu Pliosen-Plistosen telah terjadi dua kali perubahan lingkungan pengendapan dan delapan kali perubahan iklim. Formasi Kalibiuk diendapkan pada lingkungan mangrove, sedangkan Formasi Kaliglagah diendapkan pada lingkungan darat. Perubahan iklim yang mencolok terjadi pada batas Plio-Plistosen, pada batas umur ini terjadi iklim kering yang ekstrim. Perubahan iklim mengakibatkan perubahan bentang alam vegetasinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Backer, C.A. and Bakhuizen Van den Brink, R.C., 1965, *Flora of Java (Spermathophyte Only)*, N.V.P. Noordhet-Groningen, The Netherlands.
- Clokey, I.W., 1951. *Flora of The Charleston Mountains Clark County*, Nevada. University of California. Barkeley.
- Cronquist, A. 1972. *Intermountain Flora. Vascular Plant of The Intermountain West. USA. Vol I.* Hafner Publishing Company.
- Erdtman, G. 1952. *Morphology and Taxonomy Angiospermae (An Introduction to Palynology)*. The Botanica Company Wather. Massachusetts, USA.
- Faegri, K. and J. Iversen, 1989. *Texbook of Pollen Analysis*. Hafner Press. New York.
- Moore, P.D. and Webb, 1978. *An Illustrated Guide to Pollen Analysis*. The Ronald Press. Company, New York.
- Morley, R.J. 1990. Short Course Introduction to Palynology. With Emphasis on Southeast Asia. *Fakultas Biologi UNSOED Purwokerto*. p. 9-29.
- , 1991. Tertiary Stratigraphic Palynology in Southeast Asia Curent Status and New Direction. *Geol. Soc. Malaysia Bulletin Lemigas*, Jakarta. p. 1-10.
- Rahardjo, A.T., 1993. Studi Kwartir : Keterpaduan Berbagai Bidang Ilmu. *Buletin Jurusan Geologi ITB*. Vol 23. Bandung. p. 58-61
- , 1996. Perubahan Iklim Dan Batas Umur Pliosen-Plistosen Berdasarkan Analisis Foraminifera dan Palinologi di Daerah Mojoroto, Mojokerto Jawa Timur. *Buletin Jurusan Geologi ITB*. Vol 12. Bandung. p. 10-19.
- , Yulianto, E., Setijadi, R. 1998. Palinologi Formasi Nampol Dan Hubungan Stratigrafinya Dengan Formasi Punung Di Daerah Punung, Kabupaten Pacitan-Jawa Timur. *Buletin Jurusan Geologi ITB*. Vol 29. p. 1-9.
- Romadhon, M. 1994. *Geologi dan Studi Palinologi Daerah Bentarsari dan Sekitarnya, Kecamatan Salem, Kabupaten Brebes Jawa Tengah*. Skripsi Jurusan Teknik Geologi ITB. Unpublished. Bandung.
- Sandi Stratigrafi Indonesia, 1973. Komisi Sandi Stratigrafi Indonesia. Bandung. p. 10-14.
- Semah, A.M., 1982. A Preliminary Report On A Sangiran Pollen Diagram. *Modern Quaternary Research in Southeast Asia*. Vol 7. A.A. Balkema Publishers. Groningen. p. 11-13.
- Semah, F., A.M. Semah., T. Djubiantono., 1990. *They Discovered Java*. Pusat Penelitian Arkeologi Nasional dan Museum National D'Histoire Naturelle. Jakarta.
- Sondaar, P.Y. 1984. Faunal Evolution and The Mammalian Biostratigraphy of Java. *The New Standard Biozonation For The Hominid Bearing Deposits of Java*. Institute for Earth Sciences. Utrecht. The Netherlands. p. 219-235
- Stuijts, I.L.M. 1993. *Late Pleistocene And Holocene Vegetation of West Java, Indonesia. Modern Quaternary Reserch in Southeast Asia*. A.A. Balkema, Rotterdam, Brookfield. p. 1-3.
- Thanikaimoni, G. 1983. Palynological Investigation On The Borobudus Monument. *Bulletin I Ecole Francaise. Paris*. p. 240-247.
- Tjia, H.D. 1983. Aspek Geologi Kwartir Asia Tenggara. *Buletin Jurusan Geologi ITB*. Vol 9. Bandung. p. 1-10.

