

Zonasi Polen Tersier Indonesia Timur

Oleh:

Eko Budi Lelono

S A R I

Wilayah Indonesia yang tersusun dari berbagai lempeng kerak bumi ternyata berpengaruh terhadap jenis flora yang hidup di kepulauannya sepanjang waktu geologi. Kawasan yang berasal dari Lempeng Asia, dihuni tumbuhan khas Asia, sedangkan kawasan yang terbentuk dari Lempeng Australia, ditumbuhi tanaman yang punya kekerabatan dengan tumbuhan Australia. Sebagai konsekuensinya palinomorf yang dihasilkannya pun beragam sesuai asal lempeng-lempeng tersebut. Oleh karenanya zonasi polen satu daerah dapat berbeda dengan daerah lain. Di kawasan timur Indonesia, hal ini terbukti dengan adanya perbedaan zonasi polen Tersier antara Sulawesi dan Papua. Zonasi polen Sulawesi mirip dengan zonasi polen Jawa yang dipublikasikan oleh Rahardjo, dkk (1994). Hal ini disebabkan karena Sulawesi, terutama bagian baratnya merupakan bagian dari Daratan Sunda (Sundaland), sehingga tumbuhannya adalah khas Asia. Sebaliknya Papua yang merupakan bagian dari Lempeng Australia didominasi oleh tumbuhan yang berasal dari Australia. Zonasi polen Tersier Indonesia Timur yang pernah dipublikasikan adalah untuk Sulawesi dan Papua (Lelono, dkk., 1996). Meskipun demikian zonasi tersebut masih harus disempurnakan karena percontu batuan yang digunakan dalam penelitian belum mewakili batuan sedimen yang terbentuk di kedua pulau tersebut, akibat keterbatasan waktu penelitian.

Selain zonasi polen Tersier, dibutuhkan pula zonasi polen umur pra-Tersier, bahkan jika mungkin disusun biostratigrafi pra-Tersier untuk kawasan timur Indonesia karena belum ada yang melakukannya, disamping umumnya sedimen pra-Tersier menjadi target utama eksplorasi migas di kawasan timur Indonesia.

Kata kunci: Zonasi polen Indonesia Timur.

ABSTRACT

The Indonesian islands are composed of the interaction of three major plates including Asian, Australian and Pacific plates which determine the occurrence of vegetation within these islands through out geological history. The islands derived from the Asian plates should bear the Asian vegetation, whilst the islands with Australian origin are dominated by Australian floras. Consequently, palynomorphs appear differently throughout geological time from one area to another depending on the origin of the area. Therefore, palynological zonation applying in one area may be inappropriate for another area. In the case of eastern Indonesia, this is shown by the difference of the Tertiary pollen zone appearing in Sulawesi and that of Papua. Pollen zone of Sulawesi resembles with that of Java as both islands was situated in the south end of Sundaland (Asian plate). On the other hand, Papua provides different Tertiary pollen zone compared to that of Java and Sulawesi as this island was a part of Australian plate as proved by the domination of Australian palynomorphs across its pollen zone. Palynological zonation of Sulawesi and Papua have been published by Lelono et al. in 1996. However, these zonation need to be refined because samples used for constructing them might not be representative of eastern Indonesia. This results in, for example, the occurrence of gaps within both palynological zonation.

In addition, pre-Tertiary palynological zonation is desperately required in order to access pre-Tertiary sediments, especially those occurring in eastern Indonesia. Apparently, these sediments are the target of petroleum exploration.

Key words: Pollen Zone, Eastern Indonesia

I. PENDAHULUAN

Di awal tahun 1993 Pemerintah melalui program Riset Unggulan Terpadu I menyediakan dana untuk penelitian biostratigrafi tersier dan kuartar di Indonesia. Proyek ini dilaksanakan selama tiga tahun, (tahun 1993 sampai dengan 1995). Penelitian dilakukan dengan mengumpulkan sejumlah percontohan yang dianggap mewakili cekungan tertentu. Wilayah yang diteliti membentang dari barat sampai timur Indonesia, meliputi beberapa cekungan besar. Percontohan berasal dari permukaan yang diambil dengan melakukan survei lapangan. Selain itu, dikumpulkan pula percontohan bawah permukaan yang berasal dari sumur pemboran milik PERTAMINA dan perusahaan swasta asing. Proyek penelitian ini berhasil menyusun biozonasi Tersier untuk Pulau Jawa yang dapat digunakan di wilayah barat Indonesia. Disamping itu, riset ini telah mempublikasikan zonasi palinologi untuk pulau Sulawesi dan Papua. Hanya saja mengingat waktu penelitian yang relatif singkat, maka zonasi biostratigrafi yang dihasilkan kurang rinci. Sejauh ini belum ada upaya untuk meneliti ulang zonasi palinologi Tersier untuk Sulawesi dan Papua dalam rangka merevisi zonasi tersebut sejak pertama dipublikasikan pada tahun 1996. Ada beberapa alasan mengapa zonasi palinologi untuk Sulawesi dan Papua kurang mendapat perhatian sebagaimana zonasi palinologi untuk kawasan barat Indonesia. Pertama, eksplorasi migas lebih terkonsentrasi di kawasan barat Indonesia, sehingga lebih diperlukan biozonasi kawasan barat Indonesia. Kedua, seandainya perusahaan migas ada yang beroperasi di kawasan timur Indonesia, akses untuk mendapatkan percontohan sumuran ternyata sulit karena dianggap sebagai rahasia perusahaan. Selain itu, pada umumnya percontohan dikirim ke institusi swasta penyedia jasa analisis biostratigrafi. Khusus percontohan sumuran umur pra-Tersier, LEMIGAS sulit bersaing dengan institusi swasta karena dinilai belum memiliki pengalaman memadai. Ketiga, biaya yang diperlukan untuk melakukan pengumpulan percontohan lapangan relatif besar, di samping kesempitan daerahnya relatif sulit. Menimbang kondisi tersebut di atas, studi biostratigrafi kawasan timur Indonesia perlu dilaksanakan karena bermanfaat untuk kepentingan riset dan komersial. LEMIGAS sebagai lembaga litbang pemerintah di bidang migas mempunyai kemampuan untuk memimpin institusi sejenis dalam mengembangkan biostratigrafi sedimen Tersier dan pra-Tersier di kawasan timur Indonesia.

Format penelitian seperti yang dilakukan pada RUT I dapat dijadikan acuan dalam menyusun biostratigrafi pra-Tersier di kawasan timur Indonesia, yaitu dengan melibatkan beberapa ahli biostratigrafi dari puslitbang lain dan perguruan tinggi. Pendanaan kegiatan inipun sebaiknya ditanggung oleh pihak-pihak yang terlibat, di mana LEMIGAS menjadi penyandang dana utama, jika memungkinkan. Dengan demikian hasil penelitian ini menjadi aset nasional yang akan digunakan oleh para ahli biostratigrafi sebagai pijakan dalam melakukan analisis biostratigrafi sedimen pra-Tersier di kawasan timur Indonesia.

II. KETERSEDIAAN DATA

Untuk keperluan kaji ulang biostratigrafi sedimen Tersier dan penelitian biostratigrafi sedimen pra-Tersier di kawasan timur Indonesia diutamakan percontohan sumur pemboran. Data percontohan permukaan yang diperoleh dengan metode pengukuran lintasan (*measured section*) digunakan untuk validasi hasil analisis percontohan sumuran, mengingat kemungkinan terjadi runtutan (*caving*) pada percontohan sumuran jenis serbuk bor (*ditch cutting*). Percontohan sumuran milik beberapa perusahaan migas seperti PERTAMINA dan beberapa kontraktor asing ini tersimpan dengan baik di gudang penyimpanan batuan. Untuk menggunakan percontohan sumuran ini diperlukan izin tertulis dari pemiliknya. Biasanya sepanjang percontohan dipakai untuk kepentingan penelitian, umumnya perusahaan migas pemilik percontohan tersebut mengizinkannya. Untuk kepentingan pembuatan tulisan ini dikumpulkan sejumlah percontohan batuan yang berasal dari beberapa lokasi di P. Jawa, P. Sulawesi dan P. Papua sebagaimana terlihat pada Gambar 1.

III. ZONASI POLEN TERSIER DI PULAU JAWA

Zonasi pollen P. Jawa ini merupakan salah satu hasil dari proyek Riset Unggulan Terpadu Pertama (RUT-1) berjudul Biostratigrafi Sedimen Tersier dan Kuartar di Indonesia. Sebenarnya zonasi pollen untuk Indonesia sudah diusulkan oleh beberapa peneliti terdahulu seperti Germeraad, Hopping dan Muller (1968) dan Morley (1978 dalam Morley, 1991). Hanya saja zonasi pollen tersebut tidak selalu sesuai diterapkan di semua tempat di Indonesia karena terjadi variasi kisaran stratigrafi dari beberapa indeks pollen. Penelitian zonasi pollen P. Jawa dilengkapi dengan penelitian terhadap keberadaan fosil pembanding lain

yang sudah diketahui kisaran umurnya secara pasti di P. Jawa seperti foraminifera dan nanoplanton. Dengan demikian kisaran stratigrafi polen indeks dapat ditentukan dengan tepat dengan membandingkannya pada fosil indeks foraminifera dan nanoplanton.

Penelitian palinologi terhadap batuan sedimen umur Pliosen sampai Eosen di P. Jawa menghasilkan tujuh zonasi polen, sebagai berikut (dari umur tua ke muda, Gambar 2):

1. Zona *Proxapertites Operculatus*

Zona polen ini ditandai oleh kisaran polen *Proxapertites operculatus*. Zona *Proxapertites Operculatus* sebanding dengan zona foram planktonik P14-P17 atau umur Eosen.

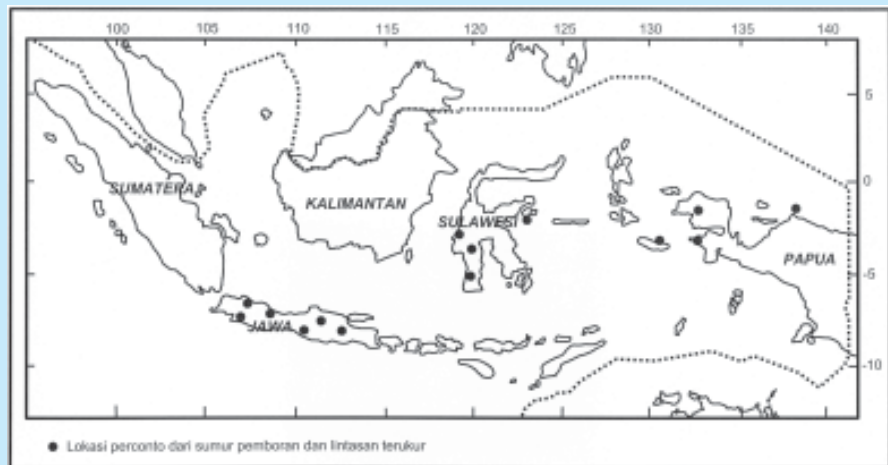
2. Zona *Meyeripollis naharkotensis*

Zona *Meyeripollis naharkotensis* ditandai oleh kisaran polen

Meyeripollis naharkotensis. Zona ini sebanding dengan zona foram planktonik P18-N2 yang sama dengan umur Oligosen.

3. Zona *Florschuetzia Trilobata*

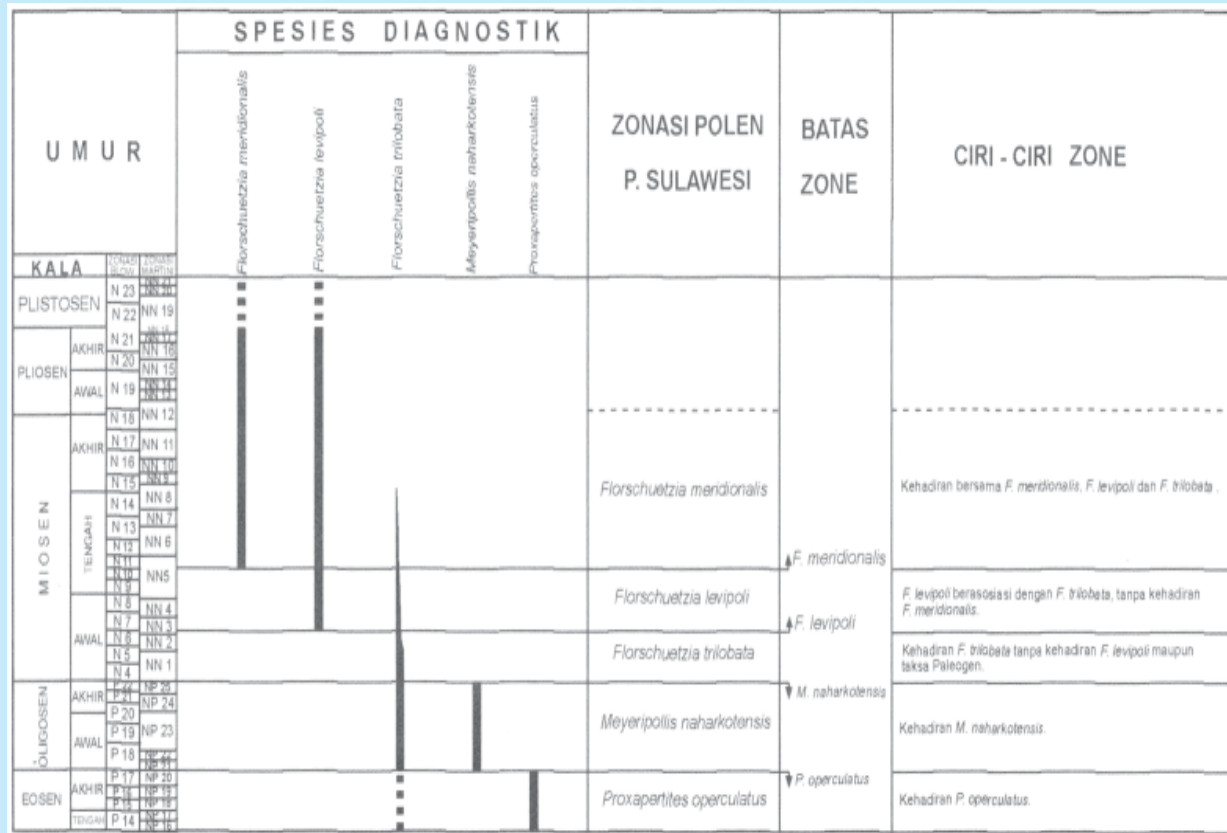
Batas bawah zona *Florschuetzia Trilobata* ditentukan oleh kemunculan akhir *Meyeripollis Naharkotensis*, sedangkan batas atasnya ditandai



Gambar 1
Peta lokasi pengambilan percontoh batuan yang digunakan untuk penyusunan zonasi palinologi

UMUR	SPESIES DIAGNOSTIK							ZONASI POLEN P. JAWA	BATAS ZONE	CIRI - CIRI ZONE
	<i>Monopites annulatus</i>	<i>Dacrycarpidites australensis</i>	<i>Stenochlaenites papuanus</i>	<i>Florschuetzia meridionalis</i>	<i>Florschuetzia leypolii</i>	<i>Florschuetzia trilobata</i>	<i>Meyeripollis naharkotensis</i>			
KALA	PLISTOSEN	PLISTOSEN	PLISTOSEN	PLISTOSEN	PLISTOSEN	PLISTOSEN	PLISTOSEN			
	N 23	N 22	N 21	N 20	N 19	N 18	N 17	<i>Monopites annulatus</i>		<i>M. annulatus</i> melimpah berasosiasi <i>D. australensis</i> , tanpa kehadiran <i>S. papuanus</i> .
	N 22	N 21	N 20	N 19	N 18	N 17	N 16	<i>Dacrycarpidites australensis</i>	↓ <i>S. papuanus</i> ↓ <i>D. australensis</i>	<i>D. australensis</i> hadir bersama <i>S. papuanus</i> .
	N 21	N 20	N 19	N 18	N 17	N 16	N 15	<i>Stenochlaenites papuanus</i>		<i>S. papuanus</i> dijumpai tidak berasosiasi dengan <i>D. australensis</i> maupun <i>F. trilobata</i> .
	N 20	N 19	N 18	N 17	N 16	N 15	N 14		↓ <i>F. trilobata</i>	
	N 19	N 18	N 17	N 16	N 15	N 14	N 13	<i>Florschuetzia meridionalis</i>		Kehadiran bersama <i>F. meridionalis</i> , <i>F. leypolii</i> dan <i>F. trilobata</i> .
	N 18	N 17	N 16	N 15	N 14	N 13	N 12		↓ <i>F. meridionalis</i>	
	N 17	N 16	N 15	N 14	N 13	N 12	N 11	<i>Florschuetzia leypolii</i>	↓ <i>F. leypolii</i>	<i>F. leypolii</i> berasosiasi dengan <i>F. trilobata</i> , tanpa kehadiran <i>F. meridionalis</i> .
	N 16	N 15	N 14	N 13	N 12	N 11	N 10	<i>Florschuetzia trilobata</i>	↓ <i>F. trilobata</i>	Kehadiran <i>F. trilobata</i> tanpa kehadiran <i>F. leypolii</i> maupun taksa Paleogen.
	N 15	N 14	N 13	N 12	N 11	N 10	N 9		↓ <i>M. naharkotensis</i>	
	N 14	N 13	N 12	N 11	N 10	N 9	N 8	<i>Meyeripollis naharkotensis</i>		Kehadiran <i>M. naharkotensis</i> .
	N 13	N 12	N 11	N 10	N 9	N 8	N 7		↓ <i>M. naharkotensis</i>	
	N 12	N 11	N 10	N 9	N 8	N 7	N 6	<i>Proxapertites operculatus</i>		Kehadiran <i>P. operculatus</i> .
	N 11	N 10	N 9	N 8	N 7	N 6	N 5			
	N 10	N 9	N 8	N 7	N 6	N 5	N 4			
	N 9	N 8	N 7	N 6	N 5	N 4	N 3			
	N 8	N 7	N 6	N 5	N 4	N 3	N 2			
	N 7	N 6	N 5	N 4	N 3	N 2	N 1			
	N 6	N 5	N 4	N 3	N 2	N 1	N 0			
	N 5	N 4	N 3	N 2	N 1	N 0	N -1			
	N 4	N 3	N 2	N 1	N 0	N -1	N -2			
	N 3	N 2	N 1	N 0	N -1	N -2	N -3			
	N 2	N 1	N 0	N -1	N -2	N -3	N -4			
	N 1	N 0	N -1	N -2	N -3	N -4	N -5			
	N 0	N -1	N -2	N -3	N -4	N -5	N -6			
	N -1	N -2	N -3	N -4	N -5	N -6	N -7			
	N -2	N -3	N -4	N -5	N -6	N -7	N -8			
	N -3	N -4	N -5	N -6	N -7	N -8	N -9			
	N -4	N -5	N -6	N -7	N -8	N -9	N -10			
	N -5	N -6	N -7	N -8	N -9	N -10	N -11			
	N -6	N -7	N -8	N -9	N -10	N -11	N -12			
	N -7	N -8	N -9	N -10	N -11	N -12	N -13			
	N -8	N -9	N -10	N -11	N -12	N -13	N -14			
	N -9	N -10	N -11	N -12	N -13	N -14	N -15			
	N -10	N -11	N -12	N -13	N -14	N -15	N -16			
	N -11	N -12	N -13	N -14	N -15	N -16	N -17			
	N -12	N -13	N -14	N -15	N -16	N -17	N -18			
	N -13	N -14	N -15	N -16	N -17	N -18	N -19			
	N -14	N -15	N -16	N -17	N -18	N -19	N -20			
	N -15	N -16	N -17	N -18	N -19	N -20	N -21			
	N -16	N -17	N -18	N -19	N -20	N -21	N -22			
	N -17	N -18	N -19	N -20	N -21	N -22	N -23			
	N -18	N -19	N -20	N -21	N -22	N -23	N -24			
	N -19	N -20	N -21	N -22	N -23	N -24	N -25			
	N -20	N -21	N -22	N -23	N -24	N -25	N -26			
	N -21	N -22	N -23	N -24	N -25	N -26	N -27			
	N -22	N -23	N -24	N -25	N -26	N -27	N -28			
	N -23	N -24	N -25	N -26	N -27	N -28	N -29			
	N -24	N -25	N -26	N -27	N -28	N -29	N -30			
	N -25	N -26	N -27	N -28	N -29	N -30	N -31			
	N -26	N -27	N -28	N -29	N -30	N -31	N -32			
	N -27	N -28	N -29	N -30	N -31	N -32	N -33			
	N -28	N -29	N -30	N -31	N -32	N -33	N -34			
	N -29	N -30	N -31	N -32	N -33	N -34	N -35			
	N -30	N -31	N -32	N -33	N -34	N -35	N -36			
	N -31	N -32	N -33	N -34	N -35	N -36	N -37			
	N -32	N -33	N -34	N -35	N -36	N -37	N -38			
	N -33	N -34	N -35	N -36	N -37	N -38	N -39			
	N -34	N -35	N -36	N -37	N -38	N -39	N -40			
	N -35	N -36	N -37	N -38	N -39	N -40	N -41			
	N -36	N -37	N -38	N -39	N -40	N -41	N -42			
	N -37	N -38	N -39	N -40	N -41	N -42	N -43			
	N -38	N -39	N -40	N -41	N -42	N -43	N -44			
	N -39	N -40	N -41	N -42	N -43	N -44	N -45			
	N -40	N -41	N -42	N -43	N -44	N -45	N -46			
	N -41	N -42	N -43	N -44	N -45	N -46	N -47			
	N -42	N -43	N -44	N -45	N -46	N -47	N -48			
	N -43	N -44	N -45	N -46	N -47	N -48	N -49			
	N -44	N -45	N -46	N -47	N -48	N -49	N -50			
	N -45	N -46	N -47	N -48	N -49	N -50	N -51			
	N -46	N -47	N -48	N -49	N -50	N -51	N -52			
	N -47	N -48	N -49	N -50	N -51	N -52	N -53			
	N -48	N -49	N -50	N -51	N -52	N -53	N -54			
	N -49	N -50	N -51	N -52	N -53	N -54	N -55			
	N -50	N -51	N -52	N -53	N -54	N -55	N -56			
	N -51	N -52	N -53	N -54	N -55	N -56	N -57			
	N -52	N -53	N -54	N -55	N -56	N -57	N -58			
	N -53	N -54	N -55	N -56	N -57	N -58	N -59			
	N -54	N -55	N -56	N -57	N -58	N -59	N -60			
	N -55	N -56	N -57	N -58	N -59	N -60	N -61			
	N -56	N -57	N -58	N -59	N -60	N -61	N -62			
	N -57	N -58	N -59	N -60	N -61	N -62	N -63			
	N -58	N -59	N -60	N -61	N -62	N -63	N -64			
	N -59	N -60	N -61	N -62	N -63	N -64	N -65			
	N -60	N -61	N -62	N -63	N -64	N -65	N -66			
	N -61	N -62	N -63	N -64	N -65	N -66	N -67			
	N -62	N -63	N -64	N -65	N -66	N -67	N -68			
	N -63	N -64	N -65	N -66	N -67	N -68	N -69			
	N -64	N -65	N -66	N -67	N -68	N -69	N -70			
	N -65	N -66	N -67	N -68	N -69	N -70	N -71			
	N -66	N -67	N -68	N -69	N -70	N -71	N -72			
	N -67	N -68	N -69	N -70	N -71	N -72	N -73			
	N -68	N -69	N -70	N -71	N -72	N -73	N -74			
	N -69	N -70	N -71	N -72	N -73	N -74	N -75			
	N -70	N -71	N -72	N -73	N -74	N -75	N -76			
	N -71	N -72	N -73	N -74	N -75	N -76	N -77			
	N -72	N -73	N -74	N -75	N -76	N -77	N -78			
	N -73	N -74	N -75	N -76	N -77	N -78	N -79			
	N -74	N -75	N -76	N -77	N -78	N -79	N -80			
	N -75	N -76	N -77	N -78	N -79	N -80	N -81			
	N -76	N -77	N -78	N -79	N -80	N -81	N -82			
	N -77	N -78	N -79	N -80	N -81	N -82	N -83			
	N -78	N -79	N -80	N -81	N -82	N -83	N -84			
	N -79	N -80	N -81	N -82	N -83	N -84	N -85			
	N -80	N -81	N -82	N -83	N -84	N -85	N -86			
	N -81	N -82	N -83	N -84	N -85	N -86	N -87			
	N -82	N -83	N -84	N -85	N -86	N -87	N -88			
	N -83	N -84	N -85	N -86	N -87	N -88	N -89			
	N -84	N -85	N -86	N -87	N -88	N -89	N -90			
	N -85	N -86	N -87	N -88	N -89	N -90	N -91			
	N -86	N -87	N -88	N -89	N -90	N -91	N -92			
	N -87	N -88	N -89	N -90	N -91	N -92	N -93			
	N -88	N -89	N -90	N -91	N -92	N -93	N -94			
	N -89	N -90	N -91	N -92	N -93	N -94	N -95			
	N -90	N -91	N -92	N -93	N -94	N -95	N -96			
	N -91	N -92	N -93	N -94	N -95	N -96	N -97			
	N -92	N -93	N -94	N -95	N -96	N -97	N -98			
	N -93	N -94	N -95	N -96	N -97	N -98	N -99			
	N -94	N -95	N -96	N -97	N -98	N -99	N -100			

Gambar 2
Zonasi palinologi Pulau Jawa (Rahardjo dkk., 1994)



Gambar 3
Zonasi palinologi Pulau Sulawesi (Lelono dkk, 1996 dengan modifikasi)

oleh kemunculan awal *Florschuetzia levipoli*. Zona polen ini sebanding dengan zona foram planktonik N3-N5 atau umur Oligosen Akhir bagian atas sampai Miosen Awal bagian bawah.

4. Zona *Florschuetzia Levipoli*

Bagian bawah zona *Florschuetzia Levipoli* dibatasi oleh kemunculan awal polen *Florschuetzia levipoli*, sedangkan bagian atasnya dibatasi oleh kemunculan awal polen *Florschuetzia meridionalis*. Zona polen ini sebanding dengan zona foram planktonik N6-N8 atau umur Miosen Awal bagian atas.

5. Zona *Florschuetzia Meridionalis*

Batas bawah zona *Florschuetzia meridionalis* ditandai oleh kemunculan awal *Florschuetzia Meridionalis*, sedangkan batas atasnya ditentukan oleh kemunculan akhir polen *Florschuetzia Trilobata*. Zona polen ini

sebanding dengan zona foram planktonik N9-N16 atau umur Miosen Tengah sampai Miosen Akhir bagian bawah.

6. Zona *Stenochlaenidites Papuanus*

Bagian bawah zona *Stenochlaenidites Papuanus* dibatasi oleh kemunculan akhir polen *Florschuetzia trilobata*, sedangkan bagian atasnya dibatasi oleh kemunculan awal *Dacrycarpidites australiensis*. Selain itu, zona ini ditandai pula oleh kisaran spora *Stenochlaenidites papuanus*. Zona ini sebanding dengan zona foram planktonik N17-N19 atau umur Miosen Akhir bagian atas sampai Pliosen Akhir bagian bawah.

7. Zona *Dacrycarpidites Australiensis*

Batas bawah zona polen ini ditentukan oleh kemunculan awal polen *Dacrycarpidites Australiensis*, sedangkan batas atasnya ditandai oleh kemunculan akhir spora *Stenochlaenidites*

Papuanus. Zona *Dacrycarpidites australiensis* sebanding dengan zona foram plangtonik N20-N21 atau umur Pliosen Akhir.

Kisaran palinomorf indeks yang digunakan dalam pembuatan zonasi palinologi P. Jawa ditunjukkan pada Gambar 2.

IV. ZONASI POLEN TERSIER PULAU SULAWESI

Penelitian kandungan palinomorf pada sedimen umur Tersier di Pulau Sulawesi menunjukkan kecenderungan sama dengan kandungan palinomorf yang umum ditemukan di kawasan barat Indonesia. Zonasi polen Sulawesi yang dipublikasikan oleh Lelono dkk. (1996) menunjukkan kemiripan dengan zonasi polen Jawa (Rahardjo dkk., 1994) dan Zonasi Morley (1991). Meskipun demikian, zonasi Sulawesi ini masih perlu disempurnakan dan dilengkapi karena baru mencakup sedimen umur Miosen-Oligosen (Gambar 3). Sedangkan untuk sedimen lebih muda dari Miosen dan lebih tua dari Oligosen belum diketahui zonasinya, terutama karena keterbatasan percontohan sedimen umur tersebut serta dana dan waktu penelitian. Zonasi polen yang berhasil disusun terdiri dari 4 zona sebagai berikut (dari umur tua ke muda, Gambar 3):

1. Zona *Meyeripollis Naharkotensis*

Zona *Meyeripollis Naharkotensis* dicirikan oleh kisaran stratigrafi polen *Meyeripollis Naharkotensis*. Zona ini sebanding dengan zona foram plangtonik P16-P22 yang sama dengan umur Eosen Akhir-Oligosen.

2. Zona *Florschuetzia Trilobata*

Batas bawah zona *Florschuetzia Trilobata* ditentukan oleh kemunculan akhir *M. Naharkotensis*, sedangkan batas atasnya ditandai oleh kemunculan awal *Florschuetzia Levipoli*. Zona polen ini sebanding dengan zona foram plangtonik N4-N6 atau umur Miosen Awal bagian bawah.

3. Zona *Florschuetzia Levipoli*

Bagian bawah zona *Florschuetzia Levipoli* dibatasi oleh kemunculan awal polen *Florschuetzia levipoli*, sedangkan bagian atasnya dibatasi oleh kemunculan awal polen *Florschuetzia meridionalis*. Zona polen ini sebanding dengan zona foram plangtonik N7-N10

atau umur Miosen Awal bagian atas-Miosen Tengah bagian bawah.

4. Zona *Florschuetzia Meridionalis*

Batas bawah zona *Florschuetzia Meridionalis* ditandai oleh kemunculan awal *Florschuetzia Meridionalis*, sedangkan batas atasnya belum dapat ditentukan karena keterbatasan percontohan batuan untuk umur yang lebih muda. Kemungkinan batas atas zona ini dijumpai pada umur Miosen Atas, jika mengacu pada zonasi polen Jawa (Rahardjo dkk., 1994). Zona polen ini sebanding dengan zona foram plangtonik N11-N18? atau umur Miosen Tengah sampai Miosen Akhir.

Penelitian yang dilakukan Lelono (2003) terhadap Formasi Toraja yang tersingkap di Desa Kalumpang, Sulawesi Selatan berhasil mengungkap secara rinci kandungan palinomorf umur Eosen. Dibandingkan dengan kandungan polen yang terdapat pada Formasi Nanggulan umur Eosen di Yogyakarta (Lelono, 2000), kandungan polen Formasi Toraja jauh lebih sedikit, baik keragaman maupun kelimpahannya. Di samping itu, beberapa fosil kunci penciri umur Eosen Tengah yang dijumpai pada Formasi Nanggulan tidak terdapat pada Formasi Toraja. Diperkirakan bahwa sedimen dari Formasi Toraja yang menjadi obyek penelitian terbentuk lebih muda dari sedimen Formasi Nanggulan. Disimpulkan bahwa sedimen Formasi Toraja adalah Eosen Akhir. Kesimpulan ini diperkuat dengan hasil analisis foraminifera dan nanoplankton yang menunjukkan umur Eosen Akhir (Lelono, 2003). Berdasarkan kemunculan polen *Proxapertites operculatus* secara konsisten, maka disimpulkan bahwa zonasi polen yang muncul pada sedimen Formasi Toraja umur Eosen Akhir adalah zona *Proxapertites Operculatus*.

Untuk melengkapi zonasi polen Sulawesi yang dipublikasikan Lelono dkk. pada tahun 1996, maka berdasarkan hasil penelitian batuan sedimen Formasi Toraja, diperkirakan bahwa zona polen Sulawesi untuk umur Eosen Atas adalah zona *Proxapertites Operculatus* (Gambar 3). Meskipun demikian, masih diperlukan penelitian tambahan mengingat masih banyak kisaran umur stratigrafi yang belum ditentukan zona polennya seperti Kuartir-Pliosen dan Eosen Tengah-Paleosen. Usaha untuk melengkapi zonasi polen Sulawesi perlu dilakukan untuk lebih mengetahui palinologi pulau Sulawesi, yang nantinya berkontribusi

pada pemahaman stratigrafi Tersier pulau ini.

V. ZONASI POLEN TERSIER PULAU PAPUA

Palinomorf yang dijumpai pada percontoh sedimen yang dianalisis memperlihatkan percampuran antara spesies asal Australia, Asia dan beberapa dari Filipina. Zonasi polen yang berhasil disusun berbeda dengan zonasi polen untuk Sulawesi karena tumbuhan yang hidup selama Tersier berasal dari berbagai kontinen, yaitu Australia, Asia dan Filipina. Seperti halnya zonasi polen Sulawesi, zonasi polen Papua pun belum lengkap terutama pada kisaran stratigrafi umur Eosen Tengah-Miosen Awal (Gambar 4). Oleh karenanya diperlukan penelitian lebih lanjut untuk melengkapi zonasi polen tersebut, di samping untuk melihat kemungkinan membagi zona yang telah disusun menjadi zona yang lebih rinci. Zonasi polen Papua dibagi menjadi 8 zona dengan kisaran

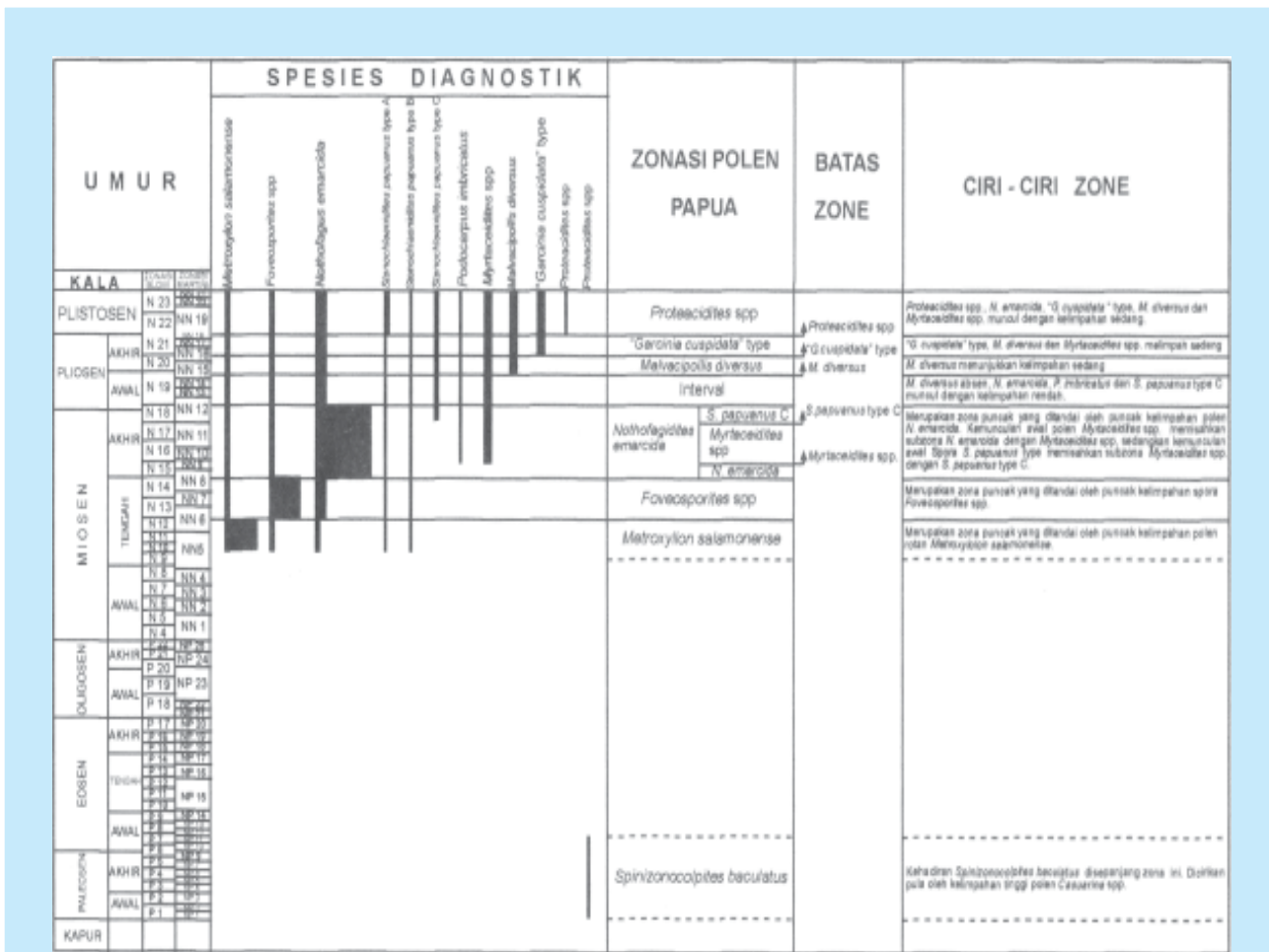
stratigrafi dari Eosen sampai Kuartar (Lelono, dkk., 1996). Adapun kedelapan zona polen tersebut adalah sebagai berikut (dari umur tua ke muda);

1. Zona *Spinizonocolpites Baculatus*

Zona polen ini dicirikan oleh keberadaan polen *Spinizonocolpites baculatus*. Zona *Spinizonocolpites Baculatus* sebanding dengan zona foram plangtonik P1-P9 atau umur Paleosen-Eosen Awal.

2. Zona *Metroxylon Salamonense*

Zona ini ditandai oleh puncak kelimpahan polen rotan *Metroxylon Salamonense* yang berasal dari Australia (zona puncak). Zona ini ditandai pula oleh kemunculan *Nothofagacidites emarcida*. Zona ini sebanding dengan zona foram plangtonik lebih tua dari N12-N12 yang sama dengan umur lebih tua dari Miosen Tengah-Miosen Tengah bagian tengah.



Gambar 4
Zonasi palinologi Papuai (Lelono dkk., 1996)

3. Zona *Foveosporites* spp

Sama seperti zona sebelumnya, zona ini pun adalah zona puncak yang ditandai oleh puncak kelimpahan spora *Foveosporites* spp. Ciri lainnya adalah kehadiran *Metroxylon salamonense* dan *Nothofagidites emarcida*. Zona polen ini sebanding dengan zona foram plangtonik N12-N14 atau umur Miosen Tengah bagian atas.

4. Zona *Nothofagidites Emarcida*

Zona polen ini adalah zona puncak yang dicirikan oleh kelimpahan maksimum *Nothofagidites Emarcida* yang bermigrasi dari Australia. Zona polen ini sebanding dengan zona foram plangtonik N15-N18 atau umur Miosen Akhir. Zona *Nothofagidites emarcida* dapat dibagi menjadi tiga sub-zona sebagai berikut (dari umur tua ke muda):

a. Sub-zona *Nothofagidites Emarcida*

Batas bawah sub-zona ini ditentukan oleh awal kelimpahan maksimum spesies *Nothofagidites emarcida*, sedangkan batas atasnya ditandai oleh kemunculan awal *Myrtacidites* spp. dan *Podocarpus imbricatus*. Sub-zona ini sebanding dengan zona foram plangtonik N15 bagian bawah.

b. Sub-zona *Myrtacidites* spp.

Batas bawah sub-zona ini adalah kemunculan awal *Myrtacidites* spp. dan *Podocarpus Imbricatus*, sedangkan batas atasnya berupa kemunculan awal *Stenochlaenidites Papuanus* type C. Sub-zona polen ini sebanding dengan zona foram plangtonik N15 bagian atas-N18 bagian bawah.

c. Sub-zona *Stenochlaenidites Papuanus* type C

Batas bawah sub-zona ini adalah kemunculan awal *Stenochlaenidites Papuanus* type C, sedangkan batas atasnya adalah akhir kelimpahan maksimum *Nothofagidites Emarcida*. Sub-zona ini sebanding dengan zona foram N18 bagian atas.

5. Zona Interval

Disebut zona interval karena tidak ditemukan taksa diagnostik yang dapat dipakai sebagai nama zona. Batas bawah zona ini ditandai oleh akhir kelimpahan maksimum *Nothofagidites Emarcida*, sedangkan batas atasnya ditentukan oleh kemunculan awal *Malvacipollis Diversus*. Zona polen ini sebanding dengan zona foram plangtonik N19 atau umur Pliosen awal.

6. Zona *Malvacipollis Diversus*

Bagian bawah zona *Malvacipollis diversus* dibatasi oleh kemunculan awal *Malvacipollis Diversus*, sedangkan bagian atasnya dibatasi oleh kemunculan awal "*Garcinia Cuspidata* type". Zona ini sebanding dengan zona nanoplanton NN16 atau umur Pliosen Akhir.

7. Zona "*Garcinia Cuspidata* type"

Batas bawah zona polen ini ditentukan oleh kemunculan awal "*Garcinia Cuspidata* type", sedangkan batas atasnya ditandai oleh kemunculan awal *Proteacidites* spp. Zona "*Garcinia Cuspidata* type" sebanding dengan zona foram plangtonik N20/N21 atau umur Pliosen Akhir bagian atas.

8. Zona *Proteacidites* spp.

Batas bawah zona polen ini ditandai oleh kemunculan awal *Proteacidites* spp. yang menerus sampai umur Holosen. Zona *Proteacidites* spp. sebanding dengan zona foram plangtonik N22-N23 atau umur Plistosen.

Meskipun masih diperlukan penelitian lanjut untuk menyempurnakan zonasi palinologi yang diusulkan Lelono, dkk. (1996) ini, tetapi sampai saat ini zonasi tersebut belum mengalami perubahan. Kendala yang dihadapi selain pendanaan, adalah akses untuk mendapatkan percontohan batuan yang mewakili cekungan-cekungan yang ada di Papua. Mengingat daerahnya yang relatif luas, setidaknya dibutuhkan dua sampai tiga kali waktu penelitian yang diperlukan untuk menyusun zonasi palinologi Jawa. Target inipun dapat dicapai dengan catatan bahwa akses untuk memperoleh percontohan permukaan semudah di Jawa. Penyempurnaan zonasi polen Papua mempunyai nilai strategis karena memungkinkan untuk melakukan kajian stratigrafi daerah ini, selain sebagai acuan untuk memahami palinologi pra-Tersier di Papua. Penyempurnaan zonasi polen Papua juga bermanfaat bagi kegiatan pelayanan jasa teknologi, karena LEMIGAS menjadi satu-satunya institusi yang berhasil menyusun zonasi polen Papua secara lengkap.

VI. ZONASI POLEN PRA-TERSIER INDONESIA TIMUR

Penelitian biostratigrafi umumnya terpusat pada batuan sedimen umur Tersier, sedangkan untuk batuan sedimen umur pra-Tersier terutama yang terdapat di

Indonesia Timur belum menjadi prioritas penelitian sehingga biostratigrafi sedimen pra-Tersier belum benar-benar dimengerti. Sesungguhnya sedimen pra-Tersier di Indonesia Timur merupakan salah satu target pencarian hidrokarbon. Oleh karena itu keberadaan biostratigrafi pra-Tersier sangat dibutuhkan untuk memahami stratigrafi daerah ini. Tulisan ini dimaksudkan untuk menggugah ahli biostratigrafi LEMIGAS agar memberikan perhatian pada sedimen umur pra-Tersier terutama yang ada di Indonesia Timur. Keuntungan lain yang mungkin diperoleh dari keberadaan biostratigrafi pra-Tersier adalah peningkatan jasa teknologi yang berasal dari perusahaan migas yang beroperasi di wilayah timur Indonesia yang selama ini memanfaatkan jasa yang diberikan oleh kompetitor LEMIGAS. Sebagai lembaga riset milik pemerintah, LEMIGAS mempunyai kesempatan besar dalam memanfaatkan statusnya untuk mendapatkan akses mengumpulkan percontohan bawah permukaan dari sumur-sumur yang dianggap mewakili kawasan timur Indonesia.

VII. KESIMPULAN

Sebagai bagian terakhir dari tulisan ini, dibuat kesimpulan sebagai berikut. Analisis palinologi menunjukkan bahwa secara umum kumpulan palinomorf yang dijumpai di P. Jawa mirip dengan yang ada di P. Sulawesi, terutama bagian barat-selatan. Hal ini dapat dimengerti karena keduanya merupakan bagian dari Dataran Sunda (*Sundaland*). Hanya saja, dibandingkan dengan zonasi polen P. Jawa, zona polen P. Sulawesi kurang lengkap terutama untuk zonasi berumur muda (Neogen). Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian lanjutan agar zonasi polen P. Sulawesi dapat dibuat lebih rinci. Sementara ini, satu zonasi polen berhasil disusun untuk umur Eosen yaitu zona *Proxapertites operculatus*.

Kumpulan polen yang jauh berbeda dijumpai di Papua yang menghasilkan zonasi polen berbeda dibandingkan dengan yang ada di P. Sulawesi dan P. Jawa. Perbedaan kumpulan palinomorf ini menunjukkan bahwa kedua pulau tersebut berasal dari lempeng yang berbeda. P. Sulawesi merupakan bagian dari lempeng Asia sehingga memiliki palinomorf mirip dengan palinomorf Asia, sedangkan Papua yang berasal dari lempeng Australia menunjukkan palinomorf yang sama dengan Australia. Zonasi polen

Papua perlu segera disempurnakan mengingat zonasi umur Miosen Awal-Eosen Tengah belum berhasil disusun. Pekerjaan besar berikutnya adalah menyusun zonasi polen untuk sedimen umur pra-Tersier, terutama yang terbentuk di kawasan timur Indonesia. Penyusunan zonasi ini mempunyai arti penting karena belum pernah diusulkan sebelumnya. Diharapkan dengan keberadaan zonasi ini dapat membantu memahami stratigrafi batuan umur pra-Tersier, sehingga potensi hidrokarbon yang di dalamnya dapat dimanfaatkan dengan baik.

KEPUSTAKAAN

1. Germeraad, J. H., Hopping, C. A. and Muller, J., 1968. Palynology of Tertiary Sediments from Tropical Areas. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 6, p. 189-348.
2. Hall, R., 2002. Cenozoic geological and plate tectonic evolution of SE Asia and the SW Pacific: computer-based reconstructions and animations. *Journal of Asian Earth Sciences*, 20, pp. 353-431.
3. Lelono, E. B., L. Nugrahaningsih, Tri Bambang S. R., Sugeng Wijono, Rahardjo, A. T. and Polhaupessy, A. A., 1996. Usulan Zonasi Polen Kawasan Timur Indonesia. Studi Kasus: Sulawesi dan Irian Jaya. *Dalam Kumpulan Makalah Seminar Nasional, Peran Sumber Daya Geologi Dalam PJP II*.
4. Lelono, E. B., 2000. *Palynological Study of the Eocene Nanggulan Formation, Central Java, Indonesia*. Unpublished PhD Thesis. University Of London.
5. Lelono, E. B., 2003. Tropical Eocene Palynomorphs from the Toraja Formation, Kalumpang, South Sulawesi. *Lemigas Scientific Contributions*, No. 1/ 2003, pp. 8-23.
6. Morley, R. J., 1991. Tertiary Stratigraphic Palynology in Southeast Asia: Current Status and New Directions. *Geol. Soc. Malaysia*, Bulletin 28, pp. 1-36.
7. Rahardjo, A. T., Polhaupessy, A. A., Wiyono, S., Nugrahaningsih, L. and Lelono, E. B., 1994. Zonasi Polen Tersier Pulau Jawa. *Proc. IAGI, 23rd Annual Convention*. •