

ONCOSPERMA TIGILLARIUM MERUPAKAN BAGIAN PALINO KARAKTER DELTA PLAIN DI DELTA MAHAKAM, KALIMANTAN

Winantris¹., Syafri, I²., dan Rahardjo, AT.³

^{1,2}Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran Bandung

³Program Studi Teknik Geologi, Institut Teknologi Bandung

E-mail: Winantris@yahoo.com

ABSTRAK

Delta Mahakam adalah salah satu delta terkenal sebagai penghasil minyak bumi. Delta ini termasuk tipe campuran yang dipengaruhi proses sungai dan pasang surut. Enam puluh sampel diambil dari *delta plain* dan *delta front* telah dianalisis. Pemisahan polen dari sedimen menggunakan metode asetolisis. Pola penyebaran polen *Oncosperma tigillarium* dianalisis dengan metode kluster. Uji beda *Mann Whitney* digunakan untuk melihat perbedaan kelimpahan polen di *delta plain* dan *delta front*. Kelimpahan polen di *delta plain* lebih tinggi daripada *delta front*. Seluruh sampel dari *delta plain* mengandung polen *Oncosperma tigillarium*, tetapi tidak seluruh sampel dari *delta front* mengandung polen tersebut. Rata-rata jumlah polen *Oncosperma tigillarium* di *delta plain* 15,23 dan di *delta front* 3,6. Temuan ini menunjukkan bahwa *delta plain* mendapat pasokan polen *Oncosperma tigillarium* lebih banyak dan merata daripada *delta front*. Polen tersebut dapat menjadi salah satu penciri dataran delta bersama polen lain.

Kata kunci: *Delta plain*, polen *Oncosperma tigillarium*, palino karakter

ONCOSPERMA TIGILLARIUM IS A PART OF PALINO CHARACTER OF DELTA PLAIN IN MAHAKAM DELTA, KALIMANTAN

ABSTRACT

Mahakam Delta is one of the famous deltas in the world because of its big size delta that produce hydrocarbon. The delta included mixed fluvial-tide dominated deltas. Sixty samples from delta plain and delta front were analyzed. Acetolyzed method was used to separate pollen from sediment. The patterns of distribution of *Oncosperma tigillarium* pollen was analyzed by cluster method. Mann Whitney test was used to know differences in pollen abundances between delta plain and delta front. All delta plain samples contain *Oncosperma tigillarium* with average 15.32. There are two samples from delta front which do not contain *Oncosperma tigillarium*. The average number of this species in delta front is only 3.6. This finding shows that all of delta plain surface get *Oncosperma tigillarium* pollen supply equally. Based on those results, *Oncosperma tigillarium* can be used as pollen character of delta plain.

Key word: Delta plain, *Oncosperma tigillarium*, pollen character

PENDAHULUAN

Pulau Kalimantan adalah wilayah dengan iklim tropik basah. Karakter vegetasi hutan tropik basah memiliki keragaman jenis sangat tinggi (Yacobs, 1988). Topografi wilayah Kalimantan meliputi dataran rendah sampai dataran tinggi, sehingga memungkinkan ditemui berbagai tipe vegetasi.

Delta Mahakam adalah salah satu delta populer di dunia yang berada di wilayah Kalimantan Timur. Sedimen Delta Mahakam mencerminkan ciri-ciri fisik hasil pengendapan arus sungai dan arus pasang surut

(Allen dan Chamber, 1998). Delta Mahakam diklasifikasikan kedalam tipe *mixed fluvial-tide deltas* (Storm dkk., 2005), tetapi Fisher dkk., (1969) menyebutnya sebagai tipe *fluvial dominated deltas*.

Morfologi delta terdiri dari *delta plain*, *delta front* dan *prodelta*. (Walker dan Bhattacharya, 1992). Wilayah *delta plain* berdasarkan tipe vegetasinya dibagi lagi menjadi *upper delta plain* dan *lower delta plain* (Allen dan Chamber, 1998).

Luas Delta Mahakam keseluruhan mencapai 15.000 ha, berada pada posisi geografis 0°21'-1°10' LS dan 117°15'-

117°40'BT. Permukaan delta ditumbuhi oleh berbagai jenis tumbuhan penghasil polen dan spora. Distribusi vegetasi Delta Mahakam dibagi menjadi empat zona terkait dengan morfologi delta (Allen dan Chamber, 1988; Salahudin, 2006). Zona vegetasi Delta Mahakam dari arah *proximal* menuju ke bagian *distal* delta adalah sebagai berikut:

1. Zona hutan tropik dataran rendah menempati bagian paling proksimal delta, zona ini berada di bagian *upper delta plain*
2. Zona hutan campuran dan *palmae*, posisi zona ini dimulai dari batas akhir zona hutan tropik dataran rendah hingga bagian tengah *lower delta plain*,
3. Zona hutan rawa *Nypa*, menempati hampir separuh dari *lower delta plain*, dari batas hutan campuran sampai perbatasan *mud flat*.
4. Zona hutan mangrove, zona ini menempati bagian *distal* dari *lower delta plain* tepatnya di wilayah *mud flat*.

Pembentukan delta dikendalikan oleh pasokan sedimen yang diangkut melalui *tributary channel* dan *tidal channel* (Allen dan Chamber, 1988). Polen *palmae* di wilayah Delta Mahakam berasal dari wilayah hulu. Polen *palmae* tersebut terangkut dan terdistribusikan melalui *tributary channel* dari hulu menuju hilir delta. Seberapa besar peran arus sungai mendistribusikan polen *palmae* tersebut akan tercermin dari kelimpahan polen *Oncosperma tigillarium* yang diendapkan di wilayah delta.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penyebaran polen *Oncosperma tigillarium* dari tempat tumbuhnya yaitu wilayah *upper delta plain* menuju ke *lower delta plain* dan *delta front* (Gambar 1). Dengan diketahui pola penyebaran polen tersebut dapat digunakan sebagai salah satu penciri lingkungan pengendapan delta.

Oncosperma tigillarium mempunyai sinonim *Oncosperma filamentosa*. Masyarakat lokal menyebutnya sebagai pohon nibung. Fosil polen *Oncosperma* telah dilaporkan oleh beberapa peneliti, antara lain dari batuan sedimen berumur Oligosen dari Kalimantan (Uhl dan Dransfield, 1987; Thanikaimoni,



Gambar 1. Polen *Oncosperma tigillarium* (Perbesaran mikroskop 1000x)

1987), batuan sedimen Delta Mahakam berumur Pliosen (Cartini dan Tissot, 1998) batuan sedimen berumur Holosen dari Baratdaya Pulau Kalimantan (Thanikaimoni, 1987).

Polen *Oncosperma* dikelompokkan ke dalam sub lingkungan mangrove belakang. Polen tersebut sering ditemukan bersamaan dengan polen dari lingkungan mangrove (Haseldonckx, 1974). Hasil riset terdahulu masih terbatas pada tingkat genus, belum teridentifikasi sampai spesies. Berkaitan dengan hal tersebut perlu dilakukan diferensiasi lebih lanjut sampai tingkat spesies agar terhindar dari kekeliruan dalam memahami data lingkungan pengendapan maupun sebagai indikator sumber sedimen. Masalahnya di Indonesia sedikitnya terdapat dua jenis *Oncosperma*, yaitu *Oncosperma tigillarium* dan *Oncosperma horridum*. Kedua *Oncosperma* tersebut tumbuh pada habitat yang berbeda. *Oncosperma horridum* tumbuh di dataran tinggi yang menempati tebing-tebing, sedangkan *Oncosperma tigillarium* tumbuh di tepi sungai pada zona hutan mangrove belakang mendekati daratan (Witono, 2005).

Oncosperma tigillarium dalam klasifikasi adalah anggota familia *Palmae*, subfamili *Arecoideae* (Sowumni, 1972, Uhl dan Dransfield, 1987). Tumbuhan *Oncosperma tigillarium* dapat dikenali dengan ciri-ciri sebagai berikut:

- a. Tumbuhan tegak, tinggi 9-25 m, membentuk rumpun.
- b. Batang berwarna abu-abu, berduri tajam dengan panjang 2,5-6,5 cm, warna duri hitam, duri di bagian bawah rontok pada saat batang tumbuh dewasa

- c. Garis tengah batang antara 10-25 cm, tangkai daun coklat dan bersisik
- d. Panjang tandan 2,5-6,6 cm, bunga biseksual dan berada di bawah mahkota, panjang daun 30-60 cm.

Ciri utama polen *Oncosperma tigillarium* adalah ornamentasi bertipe *clavae*. (Gambar 1). Pada tampak ekuatorial polen berbentuk eliptik, *aperture monocolpate*. *Colpus* sama panjang dengan sumbu ekuator, $P\ 19.0 \pm 1.9\ \mu$, $E_1\ 31 \pm 2.3$, $E_2\ 25 \pm 1.4\ \mu$ (Sowumni, 1972). Uhl dan Dransfield (1987), menyatakan bentuk polen lonjong sampai bundar dengan *aperture* berjenis *sulci* berjumlah satu.

Oncosperma tigillarium yang merupakan anggota dari subtribe *Oncospermatinae* dikelompokkan ke dalam sub tipe 1A, yaitu kelompok polen dengan *aperture symmetric monosulcate*. Ciri utama *aperture* sub tipe 1A adalah panjang *sulci* sama dengan sumbunya dan mencapai ujung (Harley dan Baker, 2001). Dalam hal ini terdapat perbedaan pemberian nama *aperture* antara Sowumni (1972), dengan Harley & Baker (2001). Sowumni (1972), menyebut *aperture* sebagai bentuk *colpi* sedangkan Harley & Baker (2001) menyebutnya sebagai *sulci*, namun demikian mereka memberikan penjelasan yang sama untuk panjang *aperture*. Perbedaan penentuan jenis *aperture* tersebut berlatar belakang pada persepsi dari posisi distal dan ekuatorial. Menurut Erdtmant (1966), *colpi* adalah *aperture* yang mempunyai perbandingan antara panjang dengan lebar >2 , membujur pada posisi ekuatorial. Sementara Hesse dkk (2009), menyatakan bahwa *colpi* merupakan *aperture* yang memanjang dengan rasio panjang dan lebar lebih dari dua, berada pada bagian ekuatorial. *Sulci* merupakan *aperture* yang memanjang terletak di bagian *distal*. Apabila membandingkan kedua pendapat tersebut, ternyata untuk terminologi *colpi* tidak ada perbedaan yang signifikan. Hesse dkk (2009), lebih sederhana dalam mendeskripsikan *sulci*, mereka hanya menitikberatkan pada posisi distal dari bentuk *aperture* yang memanjang, sedangkan Erdtmant (1966), mensyaratkan adanya perbandingan panjang dengan lebar

lebih dari dua pada posisi distal. Faktanya *Oncosperma tigillarium* memenuhi *aperture* memanjang dengan perbandingan antara panjang dan lebar >2 , terletak pada posisi distal, dengan demikian penamaan *sulci* untuk *aperture Oncosperma tigillarium* memenuhi terminologi Erdtman (1966) maupun Hesse dkk (2009). Penamaan *sulci* inilah yang lebih populer digunakan dibandingkan dengan *colpi*.

BAHAN DAN METODE

Sebanyak 60 sampel acak diambil dari sedimen permukaan *delta plain* dan *delta front* dengan menggunakan *grab sampler*. Untuk mengetahui pola penyebaran polen *Oncosperma tigillarium* secara kuantitatif, dilakukan pengelompokan menggunakan metoda kluster dengan bantuan program SPSS. Fungsi dari analisis kluster adalah untuk mengelompokkan data yang mempunyai kemiripan karakter di antara anggotanya (Santoso, 2010). Dalam penelitian ini yang dikelompokkan adalah anggota sampel yang memiliki kemiripan dalam kuantitas. Oleh karena itu, melalui analisis kluster akan dikelompokkan titik-titik sampel yang memiliki kuantitas polen *Oncosperma tigillarium* tertentu, sehingga dapat diketahui tingkatan kelimpahan *Oncosperma tigillarium* wilayah delta.

Uji statistik untuk melihat perbedaan rata-rata kelimpahan polen yang terendapkan di *delta plain* dan *delta front* menggunakan *Mann whitney test* pada taraf $\alpha\ 5\%$. Pemilihan ini berdasarkan kepada fungsi dari uji *Mann whitney*, yaitu untuk membandingkan rata-rata dua kelompok sampel independen (Nasoetion dan Barizi, 1985; Santoso, 2010). Sehingga dengan uji *Mann whitney* dapat diketahui signifikansi perbedaan kelimpahan polen *Oncosperma tigillarium* di lingkungan *delta plain* dan *delta front*.

Preparasi sampel bertujuan untuk memisahkan polen dari sedimen dengan menggunakan metode asetolisis. Proses tersebut dilaksanakan di laboratorium Palinologi Institut Teknologi Bandung. Asetolisis merupakan reaksi kimia untuk menurunkan

polimer selulosa dan bahan organik melalui pergantian grup hidroksil dengan grup asetil. Penurunan polimer selulosa ini membentuk triasetat selulosa yang dapat larut dalam asam asetat. Keuntungan dari metode ini adalah menghasilkan polen lebih bersih sehingga morfologi polen dapat terlihat lebih jelas di bawah mikroskop cahaya (Hesse dkk., 2009; Jones and Rowe, 1999).

Deskripsi dan identifikasi polen dilakukan dengan menggunakan mikroskop transmisi Olympus tipe CX 21, pada perbesaran okuler 10x, perbesaran objektif 10x, 40x dan 100x.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Polen *Oncosperma tigillarium* adalah jenis *palmae* yang paling sering dan paling banyak ditemui dalam endapan Delta Mahakam, sehingga penting untuk dikaji lebih lanjut untuk dijadikan palino karakter melengkapi temuan-temuan sebelumnya. Penulis terdahulu, menjadikan polen mangrove sebagai kunci untuk mengidentifikasi lingkungan pengendapan delta. Hal tersebut dikarenakan vegetasi mangrove tumbuh di perbatasan lingkungan darat dengan lingkungan laut. Caratini dan Tissot (1998), menyatakan habitat dari vegetasi mangrove berada di garis pantai. Analisis polen dari endapan Delta Mahakam mendapati polen *palmae* mencapai 15,53% di *delta plain* dan 14% di *delta front*. Fakta ini memberikan ciri tersendiri terhadap endapan delta, sehingga berpotensi untuk dijadikan penunjuk lingkungan pengendapan delta.

Suatu biota dapat digunakan untuk penunjuk lingkungan, jika biota tersebut hidup dalam lingkungan yang terbatas dengan kondisi khas. Jenis biota demikian disebut sebagai biota *stenotopic* (Allaby, 1999; Cheetam, dkk 2001). Rahardjo dkk (1994), menyatakan suatu takson dapat digunakan penunjuk zona, yaitu takson tersebut harus mudah dikenali, penyebarannya merata di suatu wilayah dengan jumlah yang cukup. Habitat *Oncosperma tigillarium* terbatas di wilayah *upper delta plain*, persisnya di belakang mangrove, namun demikian penyebaran polennya merata di lingkungan *delta plain* dengan jumlah yang cukup

banyak. Morfologi polen tersebut dapat dengan jelas dibedakan dari jenis lain sehingga dapat dikenali dengan mudah.

Polen *Oncosperma tigillarium*, ditemukan pada seluruh sampel yang berasal dari *delta plain*, sedangkan dari *delta front* terdapat dua sampel yang tidak mengandung polen tersebut, yaitu pada sampel nomor 3 dan 20, table 1. Data ini menggambarkan bahwa seluruh permukaan *delta plain* mendapat pasokan polen *Oncosperma tigillarium*. Sebaliknya wilayah *delta front* yang posisinya lebih mengarah ke laut tidak mendapat pasokan polen secara menyeluruh. Caratini dan Tissot (1998), mengidentifikasi keberadaan polen *Oncosperma tigillarium*

Tabel 1. Distribusi polen *Oncosperma tigillarium*

Kode sampel	Jumlah Polen	
	Delta plain (DP)	Delta front (DF)
1	48	1
2	10	8
3	3	0
4	8	5
5	8	9
6	36	1
7	8	1
8	14	2
9	9	2
10	12	2
11	22	1
12	22	8
13	11	4
14	7	4
15	9	7
16	10	1
17	17	17
18	5	2
19	10	10
20	22	0
21	10	5
22	15	1
23	11	1
24	30	3
25	1072	1
27	14	4
28	3	259
29	36	1
30	12	3

dari sampel sedimen *delta plain* berumur Pliosen-Holosen. Pada endapan berumur Pliosen Atas polen *Oncosperma tigillarium* ditemukan bersama-sama dengan *Nypa fruticans*.

Rata-rata polen *Oncosperma tigillarium* di *delta plain* 50,5 butir polen per sampel dengan median 11,5 sedangkan dari *delta front* rata-ratanya 13,2 dengan median 2. Hasil uji beda rata-rata menunjukkan terdapat perbedaan yang sangat signifikan dari kelimpahan polen *Oncosperma tigillarium* di *delta plain* dengan di *delta front* (Tabel 2).

Kelimpahan ekstrim yang terjadi pada sampel nomor 25 *delta plain* dan nomor 28 *delta front* dikarenakan adanya kondisi khusus. Setelah dilihat secara seksama ternyata butir-butir polen yang ditemukan pada sampel-sampel tersebut menunjukkan tanda-tanda serupa, yaitu butir polen belum terpisah secara sempurna antara satu polen dengan yang lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa polen yang terjatuh adalah polen yang belum matang untuk proses penyerbukan, tetapi dikarenakan faktor lain. Situasi yang paling mungkin adalah tangkai bunga patah atau pohonnya tumbang, sehingga terjadi akumulasi polen yang berlebihan. Dua data tersebut selanjutnya di analisis untuk mendapatkan kepastian apakah termasuk dalam kategori *outlier*. Menurut Santoso (2010), salah satu cara untuk mengetahui bahwa data tergolong *outlier* adalah dengan melakukan standarisasi. Apabila data mempunyai nilai Z diluar rentang -2,5 sampai + 2,5, maka data tersebut adalah

outlier. Berdasarkan perhitungan diperoleh nilai Z sebesar 5,28 untuk sampel nomor 25 *delta plain*, 5,27 untuk sampel nomor 28 *delta front*. Dari hasil penelusuran tersebut menunjukkan bahwa kedua data tersebut termasuk dalam kategori *outlier*, dengan demikian keduanya harus dikeluarkan dari perhitungan.

Setelah *outlier data* dikeluarkan dari perhitungan, diperoleh rata-rata sebesar 15,23 untuk *delta plain* dan 3,6 untuk *delta front* (Tabel 3). Tampak angka rata-rata tersebut mendekati angka mediannya, ini berarti bahwa sampel-sampel tersebut dalam kondisi baik sehingga rata-rata yang terakhir ini yang lebih representatif.

Berdasarkan uji beda rata-rata *Mann whitney*, kelimpahan polen di *delta plain* lebih tinggi dari pada di *delta front* (Tabel 2). Hal tersebut dapat dijelaskan bahwa posisi *delta front* lebih jauh dari sumber polen *Oncosperma tigillarium* yang berada di *upper delta plain*. Transpor polen dari wilayah *upper delta plain* kuantitasnya akan berkurang setelah melalui proses sedimentasi di wilayah yang lebih *proximal*. Posisi *upper delta plain* berada paling *proximal* dan wilayah *delta front* lebih distal dengan sudut kemiringan landai. Kondisi tersebut sangat memungkinkan aliran sungai maupun aliran permukaan mentranspor sebagian polen *Oncosperma tigillarium* yang jatuh di *upper delta plain* ke arah *lower delta plain* dan selebihnya terangkut menuju wilayah yang lebih *distal* yaitu menuju *delta front*. Sabiham and Hisao (1986), menyatakan bahwa penyebaran *Oncosperma* di Cekungan

Tabel 2. Hasil Uji Mann Whitney terhadap rata-rata kelimpahan *Oncosperma tigillarium*

Pengamatan	Lokasi	Rata-rata	Median	Z	p-value
<i>O. tigillarium</i>	<i>Delta plain</i>	50,5	11,5	-5,252**	0
	<i>Delta front</i>	13,2	2		

**Uji signifikan pada α 1%, * Signifikan pada α 5%

Tabel 3. Hasil standarisasi data

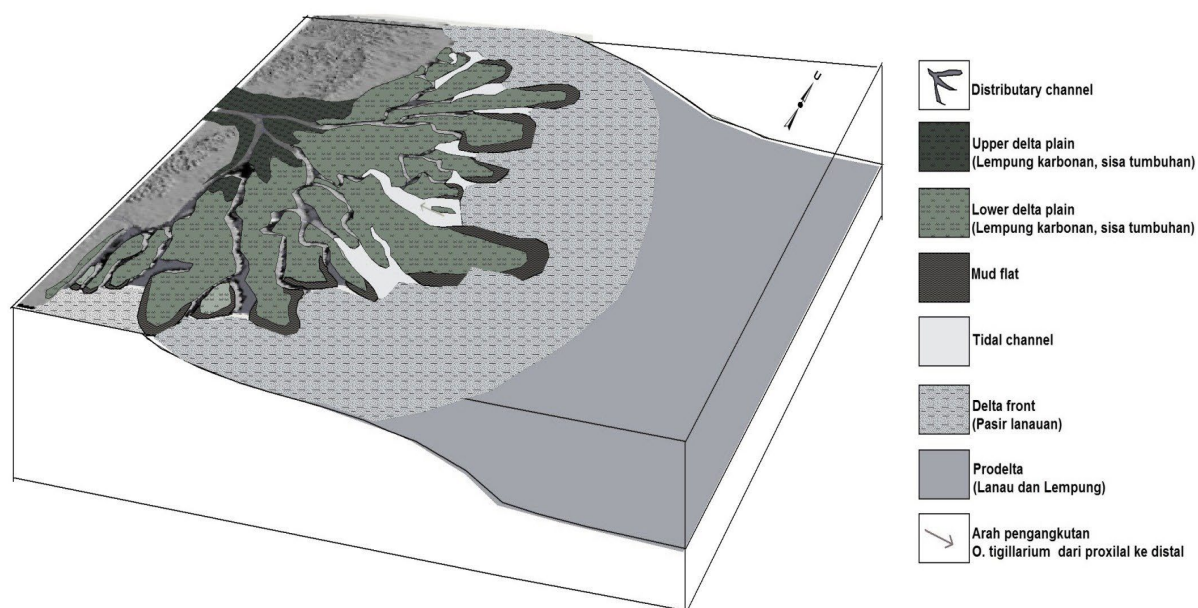
Pengamatan	Lokasi	Minimum	Maximum	Rata-rata
<i>O. tigillarium</i>	<i>Delta plain</i>	3	48	15,2758621
	<i>Delta front</i>	0	17	3,62068966

Sungai Batang Hari berada pada wilayah peralihan pada endapan Sungai dan pantai. Sumawinata (1998), mengklasifikasikan penyebaran polen *Oncosperma filamentosa* sebagai *inudated by exeptional tides* di Cekungan Barito bawah. Penyebaran polen *Oncosperma filamentosa* yang merupakan sinonim *Oncosperma tigillarium* berada pada wilayah yang mengalami penggenangan arus pasang laut dalam kondisi-kondisi tertentu saja. Hasil penelitian tersebut juga menjelaskan bahwa penyebaran polen tersebut berada pada lingkungan yang sangat terbatas.

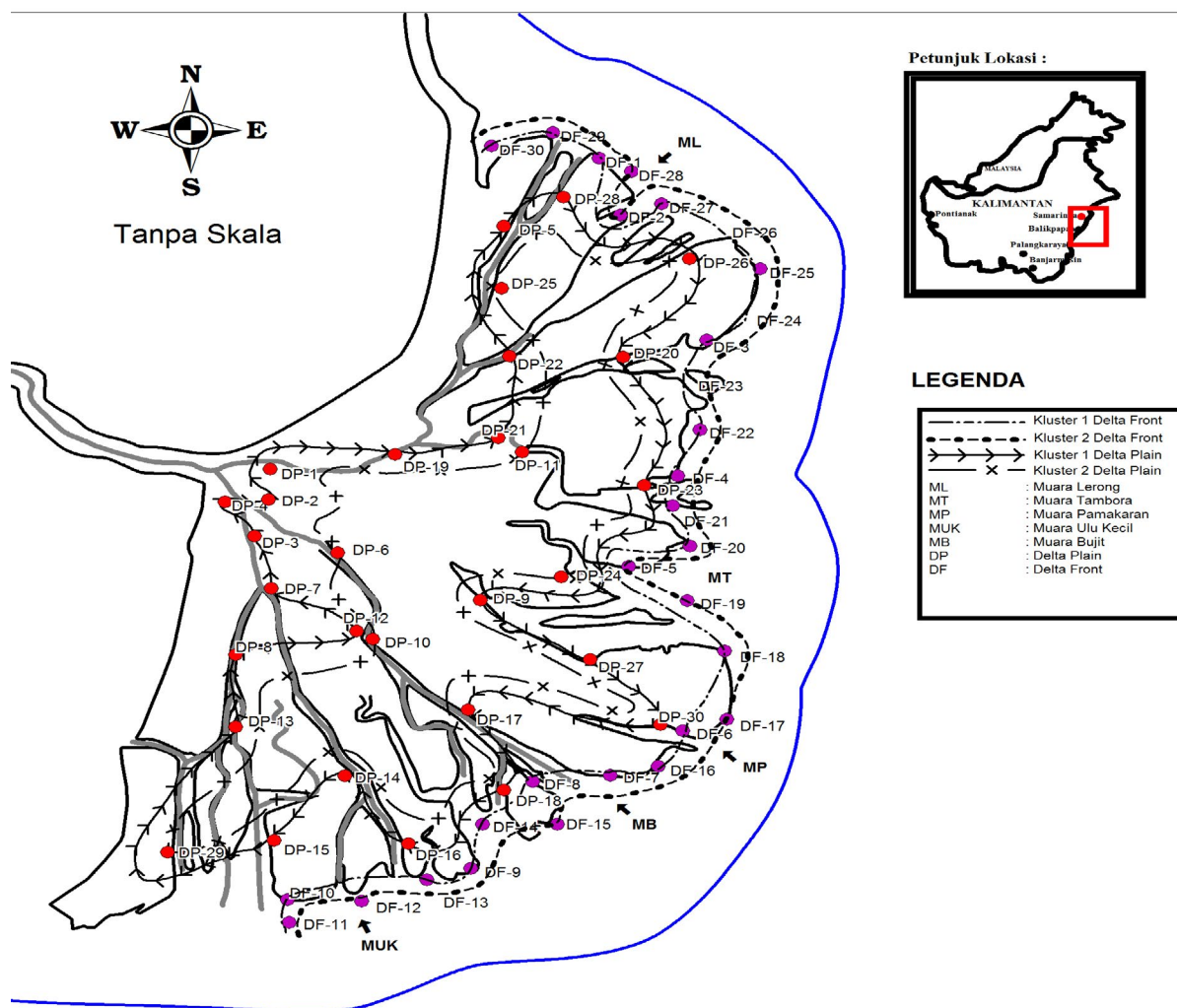
Untuk melihat pola distribusi polen *Oncosperma tigillarium* berdasarkan kelimpahannya di lingkungan *delta plain* dan *delta front* masing-masing dibuat analisis kluster.

Berdasarkan analisis kluster di *delta plain* diperoleh dua kelas (Gambar 3). Masing-masing kluster digambarkan dengan garis yang berbeda. Anggota kluster dua (—x—) dengan rata-rata kelimpahan lebih besar dari 22 butir dan anggota kluster satu (—>—) dengan rata-rata kurang dari 22. Kluster satu meliputi wilayah tepi *delta plain* yang berhubungan dengan *distributary channel*. Kluster dua berada di wilayah tengah *lower delta plain* yang terhubung oleh sungai yang lebih kecil. Wilayah ini menjadi tempat pengendapan polen *Oncosperma tigillarium* paling tinggi. Fakta tersebut memperlihatkan bahwa transpor polen *Oncosperma tigillarium* mengikuti pola *channel* (Gambar 2).

Analisis kluster yang dilakukan terhadap sampel *delta front* menghasilkan dua kelas berdasarkan jumlah keterdapatannya. Kluster satu (— - —) menggambarkan kelompok sampel dengan kandungan polen lebih sedikit, yaitu kurang dari tujuh butir. Anggota dari kluster dua (—•—) ini adalah sampel yang memiliki jumlah polen paling sedikit 7. Posisi titik-titik sampel tersebut seluruhnya bertepatan atau berdekatan dengan muara atau ujung dari *distributary channel*. Jika dilihat dari sisi utara delta sampel nomor 2 tepat berada di depan Muara Lerong. Lebih ke arah selatan hampir pada bagian tengah dari *delta front*, sampel nomor 5 dan 19 berada di sekitar Muara Tambora. Lebih ke selatan lagi yaitu sampel nomor 17 berlokasi di depan P. Pemankaran berdekatan dengan Muara Pemankaran. Sampel 12 berada di ujung *distributary channel* yang berada didepan P. Muara Ulu, berdekatan dengan Muara Ulu Kecil, dan sampel nomor 15 berada didepan P. Timbang berdekatan dengan Muara Bujit. Fakta tersebut memberikan penguatan terhadap peranan *distributary channel* dalam penyebaran butir polen *Oncosperma tigillarium* dari habitatnya ditepian sungai di *upper delta plain* menuju wilayah lebih *distal* sampai ke muara-muara sungai yang berada disekitar wilayah *delta front* (Gambar 3).



Gambar 2. Arah transpor (→) polen *Oncosperma tiggilarium* dari habitatnya upper delta plain (proksimal delta) menuju lower delta distal



Gambar 3. Distribusi polen *Oncosperma tigillarium* dari proksimal ke distal delta di wilayah Delta Mahakam

SIMPULAN

Oncosperma tigillarium merupakan tumbuhan stenotopic, tumbuhan ini menghasilkan polen dalam jumlah banyak. Polen *Oncosperma tigillarium* menyebar keseluruh lingkungan delta plain. Penyebaran polen dominan pada lingkungan yang terkoneksi dengan *distributary channel*. Morfologi polen *Oncosperma tigillarium* sangat spesifik sehingga dengan cepat dapat dikenali. Polen *Oncosperma tigillarium* menjadi salah satu karakter sedimen dari lingkungan delta plain. *Oncosperma tigillarium* sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan yang mengakibatkan perubahan bentang alam. Dengan demikian perubahan kuantitas polen *Oncosperma tigillarium* dalam sedimen dapat dijadikan indikator perubahan lingkungan pengendapan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada: BP MIGAS dan TOTAL Indonesia atas pemberian izin untuk melakukan penelitian. Kepala Laboratorium Palinologi, Program Studi Geologi, ITB, yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan preparasi polen. Teman sejawat di Laboratorium Paleontologi Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran Bandung atas berbagai dukungannya.

DAFTAR PUSTAKA

Allaby, M. 1999. A Dictionary of Zoology, Encyclopedia.com, diunduh 17 April 2011, melalui <http://www.encyclopedia.com/doc/108-stenotopic.html>

- Allen, G.P. & Chambers, J.L.C. 1998. Sedimentation in the modern and Miocene Mahakam Delta. Jakarta: Indonesian Petrol. Assoc.
- Boggs, S., 2006. Principles of Sedimentology and Stratigraphy (4th edition). New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Caratini, C., Tissot, C. 1998. Paleogeographical Evolution of The Mahakam Delta in Kalimantan, Indonesia During The Quarternary and Late Pliocene, Review of Paleobotany and Palynology, 55: 217-228.
- Cheetham, A.H., Jackson, J.B.C., Lidgard, S. & McKinney, F.K. 2001. Evolutionary patterns: Growth, form, and tempo in the fossil record in honor of Allan Cheetham. Illinois. Chicago: University of Chicago Press,
- Fisher, Brown, W.L., Scott, A.J. & McGowen, J.H. 1969. Delta System In the Exploration for Oil and Gas: A Research Colloquium. Texas Bureau of Economic Geology. Austin. University of Texas at Austin.
- Harley, M.M & Baker, W.J. 2001. Pollen aperture morphology in Arecaceae: application within Phylogenetic analyses, and a summary of the fossil record of palm-like pollen. Grana, 40: 45-77
- Hesse, M., Halbitter, H., Zetter, R., Weber, M., Buchner, R., Froch-Radivo, A. & Ulrich, S. 2009. Pollen Terminology An Illustrated handbook, New York: Springer.
- Haseldonckx, P. 1974. A palynological interpretation of palaeoenvironment in S.E. Asia. Sains Malays, 3: 119-127.
- Jones, T.P & Rowe., 1999. Fossil Plant and Spores: Modern Techniques. London: The Geological Society
- Nasoetion, A.H. & Barizi, 1985. Metode Statistika Untuk Penarikan Kesimpulan, Jakarta: Gramedia.
- Rahardjo, A.T., Polhaupessy, A.A., Wiyono, S., Nugrahaningsih, L. & Lelono, E.B. 1994. Zonasi Polen Tersier Pulau Jawa. Makalah PIT IAGI XXIII, 77-8.
- Sabiham, S. & Hisao, F. 1986. The Problem In South Asia, Study of Floral Composition of Peat Soil in the Lower Batang Hari River Basin of Jambi, Sumatera. Journal Southeast Asian Studies, 24. (2):113-132.
- Salahudin, Husein, 2006. Memahami Proses Alamiah Degradasi Lingkungan Delta Mahakam. <http://io.ppi-jepang.org>, diunduh 13-8-2008.
- Santoso, S. 2004. Statistik Multivariat, Konsep dan Aplikasi dengan SPSS. Elex Media Komputindo. Jakarta: Kompas Gramedia.
- Santoso, S. 2010. Statistik Nonparametrik Konsep dan Aplikasi dengan SPSS, Elex Media Komputindo. Jakarta: Kompas Gramedia.
- Sowumni, M.A. 1972. Pollen Morphology of the Palmae and its bearing on Taxonomy. Amsterdam: Elsevier Publishing Company.
- Storms, J. E..A., Hoogendoorn, R.M., Dam, R.A.C., Hoitink, A.J.F. & Kroonenberg, S.B. 2005. Late Holocene evolution of Mahakam Delta, East Kalimantan, Indonesia. Journal Sedimentary Geology 18: 149-166 .
- Sumawinata, B. 1998. Sediments of the Lower Barito Basin in South Kalimantan: Fossil Pollen Composition. Journal Southeast Asian Studies, 36 (3) 293-316.
- Thanikaimoni, G. 1987. Mangrove Palynology, Institute Francais De Pondichery, Travaux de la Section Scientifique et Technique, 24:1-100.
- Uhl, N.W. & Dransfield, J. 1987. Genera Palmarum, a classification of the palms based on the work of Harold E. Moore Jr. Liberty Hyde Bailey Hortorium

- and the International Palm Society, Kansas. Lawrence.
- Walker, G.R. & James, N.P. 1992. Facies Models; Response to Sea Level Change. Canada: Geological Association of Canada.
- Witono, J.R. 2005. Keanekaragaman Palm (Palmae) di Gunung Lumut, Kalimantan Tengah. *Biodiversitas*, 6 (1): 22-30.
- Yacob, M. 1988. The Tropical Rain Forest A First Encounter. Berlin. Springer-Verlag.