

HUBUNGAN JARAK TRANSPOR POLEN, UKURAN BUTIR SEDIMEN DAN KUANTITAS POLEN DALAM SEDIMEN RESEN DELTA MAHAKAM

The Relationship Between Transportation Distance Of Pollen, Sediment Grain Sizes And Pollen Quantity In Recent Sediment Mahakam Delta

WINANTRIS

Universitas Padjadjaran

email korespondensi: winantris@yahoo.com

Abstrak

Delta Mahakam merupakan delta penghasil minyak bumi terbesar di Indonesia. Dataran delta dari proksimal ke distal ditumbuhi oleh vegetasi hutan campuran, hutan Nypa dan hutan mangrove sebagai sumber penghasil polen. Dalam sistem delta keberadaan fosil polen memegang peran penting untuk menentukan umur relatif batuan sedimen, lingkungan pengendapan dan perubahan muka laut. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui hubungan jarak transpor polen, ukuran butir sedimen dan kuantitas polen dalam sedimen Delta Mahakam Resen. Lima puluh lima sampel diambil dari sedimen dataran delta dan sedimen muka delta. Metoda asetolisis digunakan untuk memisahkan polen dari sedimen. Analisis hubungan jarak transpor dan ukuran butir sedimen terhadap kuantitas polen dalam sedimen menggunakan regresi linier ganda. Hasil uji terhadap persamaan regresi linier ganda menunjukkan bahwa jarak transpor dan ukuran butir sedimen secara bersama-sama mempengaruhi kuantitas polen yang diendapkan dalam sedimen. Semakin dekat jarak transpor dan semakin halus ukuran butir sedimen menyebabkan semakin banyak polen yang diendapkan. Di lain pihak, uji parsial koefisien regresi menunjukkan variabel jarak transpor secara mandiri berpengaruh terhadap kuantitas polen dalam sedimen, tetapi ukuran butir sedimen tidak signifikan berpengaruh terhadap kuantitas polen dalam sedimen.

Kata kunci: kuantitas polen, jarak transpor, ukuran butir sedimen

Abstract

Mahakam Delta is the biggest delta-producing hydrocarbon in Indonesia. The vegetation of mixed forest, Nypa swamp forests and mangrove forests is pollen resources from proximal to distal of delta plain. In deltaic system the occurrences of pollen fossils are very importance to determine of relative age, depositional environment and sea level changes. The aim of this study is to determine the relationship between transportation distance of pollen, sediment grain sizes and pollen quantity in recent sediment Mahakam Delta. Fifty five samples were taken from sediment of delta plain and delta front. Separation of pollen from sediment is using acetolysis method. The multiple linear regression is used to analyses that relation. The result of multiple linear regression shows that the transportation distance of pollen, sediment grain size are influence the quantity of pollen. The shorter transportation distance and the smaller sediment grain size, the quantity of pollen is higher. On the other hand, partial test of regression coefficient show that transportation distance itself is influence the pollen quantity, but sediment grain size is not significant.

Keywords: quantity of pollen, transport distance, sediment grain size

Pendahuluan

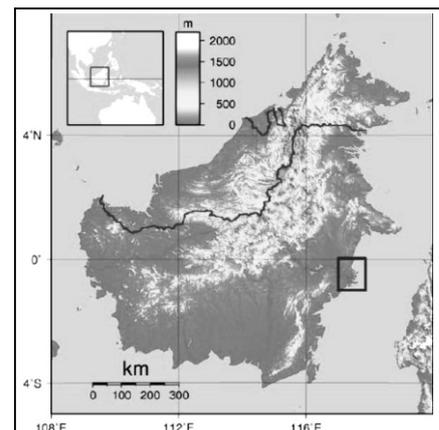
Polen merupakan sel generatif jantan yang dihasilkan oleh tumbuh-tumbuhan berbunga. Keberadaan fosil polen dalam eksplorasi hidrokarbon sangat diperlukan, terutama untuk cekungan transisional seperti delta. Fosil polen merupakan data yang dibutuhkan untuk mengetahui umur relatif batuan, perubahan muka laut maupun untuk lingkungan pengendapan secara lebih detail. Hal ini dikarenakan dalam batuan sedimen delta sangat jarang ditemukan fosil foraminifera yang umumnya digunakan dalam eksplorasi hidrokarbon dari lingkungan laut.

Pembentukan delta dikendalikan oleh faktor yang bervariasi, meliputi iklim, pasang surut air laut, pasokan sedimen sungai, kemiringan shelf, tektonik dan geometri (Elliot, 1986). Delta Mahakam terbentuk karena adanya pasokan sedimen dari Sungai Mahakam yang memasuki wilayah laut, di pantai timur Pulau Kalimantan, pada posisi $0^{\circ}21' - 1^{\circ}10' \text{ LS}$, dan $117^{\circ}15' - 117^{\circ}40' \text{ BT}$ (Gambar 1.1).

Delta Mahakam merupakan jenis mixed fluvial-tide dominated deltas (Strom dkk, 2005). Proses sedimentasi pada jenis delta demikian sangat

ditentukan oleh arus yang datang dari sungai Mahakam dan arus pasang surut laut. Peranan arus dalam transpor sedimen tersebut secara langsung menentukan keberadaan polen dalam endapan delta.

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui hubungan jarak transpor dan ukuran butir sedimen dengan kuantitas polen yang diendapkan dalam sedimen delta.



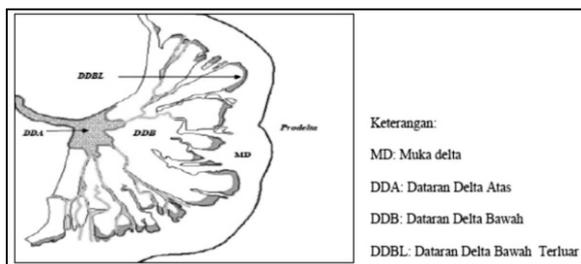
Gambar 1.1
Kotak adalah lokasi Delt Mahakam (Anonim, 2007)

Delta Mahakam merupakan cekungan transisional yang berkembang di wilayah perbatasan antara darat dan laut. Lingkungan delta dibagi menjadi tiga bagian yang terdiri dari dataran delta (delta plain), muka delta (delta front) dan prodelta. Karena delta berada diperbatasan darat dan laut menjadikan delta identik dengan vegetasi mangrove.

Delta Mahakam (Gambar 1.2) berdasarkan tipe vegetasi dibagi menjadi tiga bagian sebagai berikut:

1. Dataran delta atas (DDA) ditumbuhi Intermediate mixed hardwood forest yang merupakan hutan campuran.
2. Dataran delta bawah (DDB) ditumbuhi tumbuhan berbagai palmae terutama didominasi oleh jenis *Nypa fruticans*.
3. Wilayah mud flat menempati dataran delta terluar (DDBL) ditumbuhi oleh Vegetasi mangrove (Allen dan Chamber, 1998)

Gambar 1.2 Pembagian wilayah delta berdasarkan vegetasi (Digambar ulang dari Allen dan Chamber, 1998)



Faktor yang mengendalikan kelimpahan polen dalam sedimen meliputi proses sedimentasi, litologi dan vegetasi penghasil polen (Hardy dan Wrenn, 2009). Sedimentasi di wilayah delta Mahakam dikendalikan oleh arus yang datang dari Sungai Mahakam dan arus pasang surut laut. Jenis pasang surut tengah harian yang terjadi di wilayah Delta Mahakam berperan dalam membentuk endapan delta (Darlan, 2008). Pasang naik air laut yang dipengaruhi oleh gelombang dari selat Makasar dapat mencapai puncak delta, sehingga seluruh dataran delta tertutup air. Hal tersebut terlihat dari jejak-jejak air yang tertinggal pada batang pohon. Arus pasang berperan membawa sedimen dari arah laut. Sementara arus sungai Mahakam membawa sedimen dari hulu. Studi difokuskan untuk mengetahui hubungan jarak transpor polen, ukuran butir sedimen dan kuantitas polen yang diendapkan dalam sedimen.

Metode

Metode penelitian terdiri dari metode perolehan data dan metode analisis data. Untuk memperoleh data lapangan, sampel diambil secara acak untuk mewakili populasi sebagai objek penelitian.

Bahan penelitian berupa endapan permukaan Delta Mahakam Resen yang diambil dari dataran delta (delta plain) dan muka delta (delta front). Sebanyak 55 sampel telah diproses dan analisis di laboratorium palinologi Institut Teknologi Bandung. Preparasi polen menggunakan metode asetolisis. Metode asetolisis mampu membersihkan polen dari bahan organik lainnya, sehingga polen tampak lebih bersih. Morfologi polen tampak lebih jelas dibawah mikroskop binokuler cahaya. Analisis ukuran butir sedimen menggunakan metode saringan dan metode

sedimentasi.

Analisis data berdasarkan variabel operasional yang telah didefinisikan melalui regresi linier berganda. Hubungan antara variabel penelitian dinyatakan dalam model regresi linier berganda berikut:

$$Y_i = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2, \text{ dan notasi tersebut menyatakan:}$$

Y_i = Jumlah polen yang diendapkan,

Y_m : Untuk polen mangrove, Y_a : untuk *Avicennia*, Y_{nm} : untuk polen non-mangrove dan

Y_p : untuk polen palmae

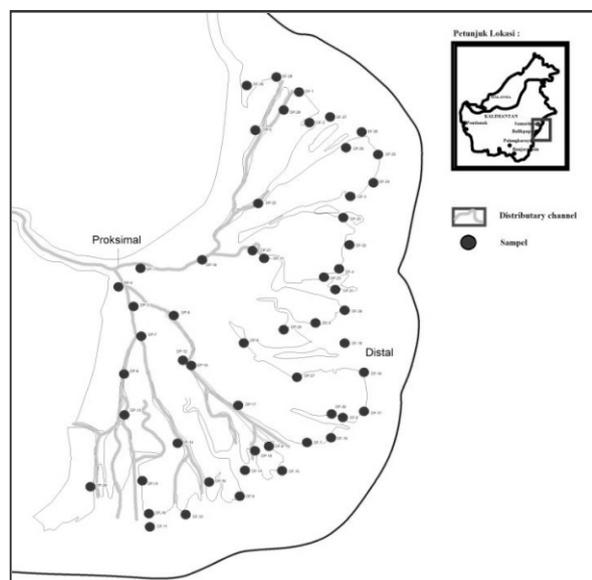
b_0 = Koefisien arah garis regresi atau dugaan-intersep dari α

b_1, \dots, b_2 = Koefisien regresi berganda

X_1 = Jarak transpor dan

X_2 = Ukuran butir sedimen

Gambar 2. Peta lokasi sampel dari proksimal ke distal delta



Hasil dan Pembahasan

Sedimen delta dibedakan menjadi dua bagian, yaitu sedimen dataran delta didominasi oleh lempung karbonan dengan bahan organik yang berasal dari tumbuhan berupa daun, akar dan sisa batang. Sedimen muka delta didominasi pasir halus lanauan mengandung cangkang pelecypoda yang merupakan biota dari lingkungan laut. Muka delta merupakan bagian lebih distal yang selalu mendapat pengaruh laut. Oleh karena itu lingkungan muka delta mendapat pasokan sedimen dari laut dan sedimen dari darat.

Ukuran polen pada umumnya berada dalam kisaran 5-200 μ (Erdtman, 1966), atau setara dengan butir lanau. Oleh karena itu diasumsikan polen akan mengendap bersama-sama dengan lanau sehingga pada sedimen berukuran lanau dan yang lebih halus akan banyak ditemukan polen. Dalam penelitian ini dikaji seberapa besar ukuran butir sedimen berperan dalam mengendapkan polen di suatu tempat.

Jarak transpor menggambarkan seberapa jauh polen berpindah dari daerah sumbernya sampai ke tempat pengendapan. Titik nol adalah titik awal dari wilayah delta, dalam hal ini adalah bagian paling proksimal dari wilayah delta yang merupakan daerah terdekat dengan mulut Sungai Mahakam. Jarak

terdekat sampel adalah 5981,2 m yang berada di dataran delta atas, jarak terjauh sampel adalah 45826,79 m yang berada di muka delta.

Pengujian meliputi kelompok polen mangrove, polen non-mangrove dan polen palmae. Pengelompokan tersebut didasari oleh jenis-jenis dominan yang ditemukan di wilayah delta Mahakam. Analisis varian terhadap kelompok polen yang diuji ditampilkan dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1.1 Analisis varians polen mangrove, polen non mangrove dan palmae.

Model:	Mangrove	Jumlah kuadrat	db	Rata-rata kuadrat	F	p-value
Regresi		4584,077	2	2292,038	5,421	0,007 ^a
Residua		22406,905	53	422,772		
Total		26990,982	55			

Tabel 3.1.2. Analisis varians polen non mangrove

Model:	Non mangrove	Jumlah kuadrat	db	Rata-rata kuadrat	F	p-value
Regresi		22565,597	2	11282,798	17,026	0,000 ^a
Residua		35121,261	53	662,665		
Total		57686,857	55			

Tabel 3.1.3. Analisis varians palmae

Model :	Palmae	Jumlah kuadrat	db	Rata-rata kuadrat	F	p-value
Regresi		9733,979	2	4866,989	11,672	0,000 ^a
Residu		22099,450	53	416,971		
Total		31833,429	55			

Dari analisis data diperoleh empat persamaan sebagai berikut:

1. Polen mangrove:
 $Y_m = 29,973 - 0,001X_1 + 1,670X_2$
2. Polen non-mangrove:
 $Y_{nm} = 70,386 - 0,001X_1 + 2,625X_2$
3. Polen palmae :
 $Y_p = 32,302 - 0,001X_1 + 3,359X_2$

Tabel 3.2 Pengujian koefisien regresi linier berganda secara parsial

No	Persamaan regresi berganda	Variabel	Koefesien	t'	p-value
1	Jumlah polen mangrove $Y_m = 29,973 - 0,001X_1 + 1,670X_2$	Konstanta	29,973	1,698	0,095
		X1	-0,001	-2,325	0,024
		X2	1,670	0,926	0,359
2	Jumlah polen non-mangrove $Y_{nm} = 70,386 - 0,001X_1 + 2,625X_2$	Konstanta	70,386	3,186	0,002
		X1	-0,001	-4,454	0,000
		X2	2,625	1,163	0,250
3	Jumlah palmae $Y_p = 32,302 - 0,001X_1 + 3,359X_2$	Konstanta	32,302	1,843	0,72
		X1	0,000	-3,002	0,004
		X2	3,359	0,98	0,66

Uji signifikan untuk $p < 0,05$

Seluruh persamaan regresi linier, ternyata memiliki p-value < 5%. Hal ini menandakan bahwa ketiga model tersebut sangat berarti atau dengan kata lain bahwa kuantitas polen yang diendapkan pada suatu tempat mampu dijelaskan secara bersama-sama oleh hubungan yang dibentuk oleh ukuran butir sedimen dan jarak transpor polen (Tabel 3.2).

Seluruh persamaan regresi linier berganda menghasilkan koefesien regresi b1 bertanda negatif dan koefesien regresi b2 bertanda positif. Secara

umum dapat dijelaskan bahwa berkurangnya jarak transpor polen dibarengi dengan bertambahnya phi (ϕ) unit ukuran butir sedimen, mengakibatkan bertambahnya polen yang diendapkan disuatu tempat. Dalam permasalahan ini diperlukan penjelasan khusus agar tidak menimbulkan bias pemahaman mengenai jarak transpor dan ukuran butir. Satuan jarak transpor menggunakan meter (m), jarak transpor diawali dari wilayah paling proksimal delta. Untuk ukuran butir menggunakan satuan phi (Krumbein, 1934 dalam Boggs, 2006) dengan formula sebagai berikut:

$$\phi = -\log 2d$$

d = adalah diameter butir sedimen dalam satuan milimeter

Karena nilai phi (ϕ) merupakan minus logaritma dua pangkat diameter butir, oleh karena itu semakin besar nilai phi (ϕ) menunjukkan semakin kecil ukuran butir sedimen, sehingga tanda positif pada koefesien regresi untuk variabel bebas (X_2), mencerminkan bertambahnya nilai phi (ϕ) yang mengakibatkan bertambah banyak polen yang diendapkan disuatu tempat. Dengan demikian hubungannya dapat dipahami bahwa efek bersama penurunan jarak transpor disertai dengan penurunan ukuran butir menyebabkan peningkatan jumlah polen yang diendapkan pada suatu tempat. Ketiga persamaan tersebut adalah polen mangrove (Y_m), polen non-mangrove (Y_{nm}) dan polen palmae (Y_p). Model regresi tersebut memiliki p-value < 5%, yang menyatakan bahwa ketiga model tersebut signifikan. Maknanya adalah jumlah polen yang diendapkan pada suatu tempat mampu dijelaskan secara bersama-sama oleh ukuran butir dan jarak transpor

Hasil pengujian koefesien regresi (r) secara parsial untuk jarak transpor polen (X_1) berpengaruh signifikan terhadap kuantitas polen yang diendapkan. Sedangkan untuk ukuran butir sedimen seluruhnya tidak signifikan mempengaruhi kuantitas polen yang diendapkan dalam sedimen. Berdasarkan pengujian tersebut menunjukkan bahwa variabel jarak transpor (X_1) yang lebih menentukan keberadaan polen dalam sedimen dibandingkan ukuran butir sedimen.

Simpulan

1. Jarak transpor dan ukuran butir sedimen secara bersama-sama mempengaruhi kuantitas polen dalam sedimen. Semakin dekat jarak transpor polen dari sumbernya diikuti oleh semakin halus ukuran sedimen, menyebabkan semakin banyak polen yang diendapkan pada tempat tersebut.
2. Hasil pengujian secara parsial terhadap pengaruh jarak transpor, menunjukkan bahwa variabel tersebut secara signifikan mempengaruhi kuantitas polen yang diendapkan dalam sedimen delta. Semakin dekat jarak transpor polen dari sumbernya semakin banyak kuantitas polen yang diendapkan pada tempat tersebut. Dari posisi sampel diketahui bahwa semakin jauh dari wilayah dataran delta yang merupakan sumber polen semakin sedikit polen yang diendapkan.

3. Hasil pengujian secara parsial terhadap pengaruh variabel ukuran butir sedimen menunjukkan bahwa variabel tersebut tidak signifikan mempengaruhi kuantitas polen yang diendapkan dalam sedimen delta.

Daftar Pustaka

- Allen, G.P, and Chambers, J.L.C., 1998. *Sedimentary in The Modern and Miocene Mahakam Delta*. Indonesian Petroleum Association, Proceeding. AAPG/Datapages
- Anonim, 2007. *Wikipedia*. org, <http://id.wikipedia.org/w/23/05/2012>
- Boggs, S. 2006. *Principles of Sedimentology and Stratigraphy*, Fourth Edition, Pearson Education, Inc
- Elliott, T. 1986. Deltas, in Reading, H. H.G (ed). *Sedimentary environment and facies*, 2nd ed. Blackwell Scientific Pub. Oxford. p.113-154
- Darlan, Y. Kamiludi, U. dan Dewi, K.T. 2008. *Studi Lingkungan Kuarter Akhir Delta Mahakam Kalimantan Timur*. PIT IAGI ke-37, Bandung
- Erdtman, G. 1966. *Pollen Morphology and Plant Taxonomy*, Hanfer Publishing Company, New York and London
- Hardy, M.J. Wrenn, J.H., 2009. *Palynomorph distribution in modern tropical deltaic and shelf sediments-mahakam delta*, Borneo, Indonesia, *Palynology*, V. 33(2), AASP Foundation
- Nasoetion, A.H. dan Barizi. 1985. *Metode Statistika Untuk Penarikan Kesimpulan*, Gramedia Jakarta
- Storms, J. E..A., Hoogendorn, R.M, DAM, R.A.C., Hoitink, A.J.F. and Kroonenberg, S.B. 2005. *Late Holocene evolution of Mahakam Delta*, East Kalimantan, Indonesia. *Journal Sedimentary Geology* 18: 149-166.