

DISTRIBUSI SUBMIKROFOSIL (POLEN DAN FORAMINIFERA) PADA DELTA FRONT DI DELTA MAHAKAM, KALIMANTAN TIMUR

Lia Jurnaliah dan Winantris

Laboratorium Paleontologi, Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran

ABSTRACT

The Research area located in the Mahakam Delta, East Kalimantan. The object of research are submicrofossils (pollen and foraminifera) in recent sample sediment derived from the delta front of Mahakam Delta. The amount of sediment that is researched as much as 29 samples. The results of the quantitative analysis showed pollen assemblage consists of 24 species of palmae, 21 species of mangrove and 117 species of non-mangrove. The collection of foraminifera consists of 82 species of small benthonic foraminifera. Based on cluster analysis, pollen assemblage consists of seven biofacies i.e. palmae-non mangrove, non-mangrove A, palmae-mangrove-non mangrove A, palmae-mangrove-non mangrove B, mangrove-non mangrove, palmae, and non-mangrove B. Similarly, foraminifera consists of seven biofacies i.e. biofacies I (Inner Shelf), biofacies II (Coastal lagoon-Inner Shelf), biofacies III (Coastal bay - Inner Shelf), biofacies IV (Coastal lagoon/Coastal bay-Inner Shelf), biofacies V (Open estuary/Coastal lagoon-Inner Shelf), biofacies VI (Coastal bay/Coastal lagoon-Inner Shelf) and biofacies VII (mangrove swamp (marsh)). The distribution of pollen and foraminifera in delta front suggest that the southern region was more influenced by sea compared with the northern region, and the central region is affected by tidal currents.

Keywords: Delta front, pollen, foraminifera, biofacies, distribution

ABSTRAK

Daerah penelitian terletak di Delta Mahakam, Kalimantan Timur. Objek penelitian berupa kandungan mikrofosil (polen dan foraminifera) dalam sampel sedimen yang berasal dari bagian *delta front* Delta Mahakam. Jumlah sampel sedimen yang diteliti sebanyak 29 sampel. Hasil analisis kuantitatif menunjukkan kumpulan polen terdiri dari 24 spesies kelompok palmae, 21 spesies kelompok mangrove dan 117 spesies kelompok non mangrove. Kumpulan foraminifera terdiri dari 82 spesies foraminifera bentonik kecil. Berdasarkan analisis kluster, kumpulan polen terdiri dari tujuh biofasies yaitu biofasies palmae-non mangrove, biofasies non mangrove A, biofasies palmae-mangrove-non mangrove A, biofasies palmae-mangrove-non mangrove B, biofasies palmae, dan biofasies non mangrove B. Demikian pula foraminifera terdiri dari tujuh biofasies yaitu biofasies I (*Inner Shelf*), biofasies II (*Coastal lagoon-Inner Shelf*), biofasies III (*Coastal bay -Inner Shelf*), biofasies IV (*Coastal lagoon/Coastal bay-Inner Shelf*), biofasies V (*Open estuary/Coastal lagoon-Inner Shelf*), biofasies VI (*Coastal bay/Coastal lagoon-Inner Shelf*) dan biofasies VII (*mangrove swamp (marsh)*). Distribusi biofasies polen dan foraminifera pada *delta front* menunjukkan bahwa wilayah selatan lebih dipengaruhi oleh laut dibandingkan dengan wilayah utara, dan wilayah tengah dipengaruhi oleh arus pasang surut.

Kata kunci: Delta Front, polen, foraminifera, biofasies, distribusi.

PENDAHULUAN

Lokasi pembentukan delta yang terletak dibatas antara bidang lingkungan continental dan marin menyebabkan delta termasuk ke dalam lingkungan marginal-marin. Lingkungan marginal-marin merupakan lingkungan yang sangat dinamis karena dipengaruhi oleh dua jenis lingkungan yaitu continental dan marin, tentunya hal ini mempengaruhi kandungan mikrofosilnya.

Foraminifera adalah hewan uniseluler yang mempunyai kemampuan

membentuk cangkang. Hewan ini hidup di semua habitat marin dari litoral sampai lautdalam dan muncul dengan kelimpahan yang relatif tinggi. Berlimpahnya foraminifera merupakan salah satu dasar kenapa foraminifera baik dijadikan alat untuk memonitor ekosistem. Kumpulan spesies yang berbeda dapat dijadikan sebagai proksi dari karakteristik lingkungan marginal-marin.

Polen merupakan serbuk sari bunga yang dihasilkan oleh tumbuhan berbunga (*spermatophyte*) sedangkan spora dihasilkan oleh tumbuhan dari

kelompok *Pterophyta* dan *Bryophyta*. Polen dan spora dapat mengalami transpor dari daratan dan mengendap di pantai atau laut dangkal. Identik dengan foraminifera, polen dan spora juga dapat digunakan sebagai indikator lingkungan.

Delta Mahakam termasuk bagian dari Cekungan Kutai yang terletak di Bagian Timur Paparan Sunda, dihasilkan dari gaya ekstensi di bagian Selatan Lempeng Eurasia. Pembentukan Delta Mahakam diawali pada Kala Miosen Tengah (Gambar 1).

Lambert dan Bernard (2002) menyatakan bahwa terdapat hubungan antara kedalaman dengan diversitas dari foraminifera bentonik kecil dan ada spesies-spesies khas yang terdapat pada Delta Mahakam. Selanjutnya, Karmini dan Rostyati (2009) menemukan keanekaragaman yang lebih tinggi pada daerah Utara dan bagian Tengah delta.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dalam beberapa tahap. Pertama adalah tahap kegiatan lapangan untuk pengambilan sampel sedimen. Pengambilan sampel sedimen permukaan (sebanyak 29 sampel) dilakukan dengan menggunakan percontong comot (*grab sampler*) di sepanjang bagian *delta front* Delta Mahakam (Gambar 2).

Kemudian dilakukan proses preparasi sampel sedimen:

- 1) Proses preparasi sampel sedimen untuk analisis polen menggunakan metode asetolisis (Gambar 3),
- 2) Proses preparasi sampel sedimen untuk analisis foraminifera menggunakan metode hidrogen peroksida (Gambar 4).

Tahap analisis polen dan foraminifera meliputi deskripsi, identifikasi hingga pengolahan data. Seluruh rangkaian kegiatan dilakukan di Laboratorium Paleontologi, Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Kelimpahan Polen

Hasil analisis kuantitatif polen menunjukkan terdapat 162 spesies dan 1100 butir dengan komposisi sebagai berikut: 24 spesies Kelompok *Palmae* (P) sebanyak 333 butir, 21 spesies Kelompok *Mangrove* (M) sebanyak 273 butir dan 117 spesies Kelompok *Non Mangrove* (NM) sebanyak 494 butir.

Berdasarkan hasil analisis kluster kumpulan polen tersebut, *delta front* Delta Mahakam terbagi menjadi 7 biofasies (Gambar 5 dan Tabel 1) yang terdiri atas biofasies *Palmae-Non mangrove*, *Non Mangrove A*, *Palmae-Mangrove-Non Mangrove A*, *Palmae-Mangrove-Non Mangrove B*, *Mangrove-Non Mangrove*, *Palmae* dan *Non Mangrove B*.

Dari ketujuh biofasies tersebut biofasies *Mangrove-Non mangrove* merupakan biofasies dengan tingkat kelimpahan tertinggi dan ragam jenis paling tinggi pula, terutama yang berada di wilayah selatan. Sementara biofasies *Palmae* adalah biofasies dengan tingkat kelimpahan terendah dan ragam jenis terendah pula. Area *delta front* adalah unit *subaqueous*, merupakan bagian delta yang selalu tergenang dan berada di zona pasang surut. Kedalaman *delta front* kurang dari 10 m dengan rata-rata berkisar 4-7 m (Allen & Chambers, 1988). Apabila dibandingkan dengan klasifikasi lingkungan pengendapan *Tipsword dkk* (1966) termasuk dalam lingkungan *Inner shelf*. Karakteristik endapan *delta front* didominasi oleh *silt* dan *mud*, sedimen dengan ukuran inilah yang berperan sebagai perangkap pengendapan polen. *Mangrove* adalah vegetasi yang tumbuh dan berkembang pada media *mud*, oleh karena itu sangat erat kaitannya dengan dominasi Biofasies *Mangrove-Non mangrove*, karena sumber polen mangrove dan lokasi pengendapannya sangat dekat.

Kelimpahan Foraminifera

Hasil analisis kuantitatif foraminifera menunjukkan terdapat 82 spesies dan 4129 individu pada *delta front* delta Mahakam. Analisis kluster dilakukan pada 25 spesies foraminifera terpilih (spesies foraminifera dengan jumlah individu $\geq 5\%$). Hasil analisis kluster menghasilkan 7 biofasies foraminifera (Gambar 6 dan Tabel 2)

Berdasarkan kumpulan spesies dominan foraminifera, lingkungan dari setiap biofasies adalah sebagai berikut: Biofasies I (*Inner Shelf*), Biofasies II (*Coastal lagoon-Inner Shelf*), Biofasies III (*Coastal bay-Inner Shelf*), Biofasies IV (*Coastal lagoon / Coastal bay-Inner Shelf*), Biofasies V (*Open estuary/Coastal lagoon-Inner Shelf*), Biofasies VI (*Coastal bay/Coastal lagoon-Inner Shelf*) dan Biofasies VII (*Mangrove swamp (marsh)/Marsh*).

Lingkungan *Inner Shelf* merupakan salah satu bagian dari Zona *Subtidal (Sublittoral)* (Boltovskoy, 1976 dan Flugel, 1982). Menurut Boltovskoy (1976) dan Scott drr (2004) pada lingkungan ini foraminifera bentonik mempunyai keanekaragaman (diversitas) yang tinggi. Hal ini terlihat pada biofasies I dengan lingkungan *Inner Shelf* mempunyai keanekaragaman tertinggi yaitu 24 spesies. Sebaliknya jumlah individu menunjukkan nilai terendah yaitu 250 individu, terjadinya hal ini dikarenakan keanekaragaman yang tinggi menyebabkan tingkat kompetisi antar fauna menjadi tinggi pula sehingga setiap spesies harus beradaptasi untuk bertahan hidup. Salah satu cara beradaptasi dari spesies foraminifera adalah dengan mengurangi tingkat produksi.

Lingkungan *Coastal lagoon, Coastal bay, Open estuary* dan *Mangrove swamp (marsh)* merupakan bagian dari Zona *Intertidal (Tidal)* atau Zona *Littoral* (Boltovskoy, 1976 dan Flugel, 1982). Zona ini mempunyai kondisi lingkungan yang sangat cepat berubah karena terletak di area

pasang surut. Spesies yang dapat bertahan di daerah ini hanyalah spesies yang tahan terhadap perubahan secara cepat dari pergerakan air, perubahan temperatur, salinitas dan faktor ekologi lainnya.

Jumlah individu terbanyak terdapat pada biofasies III dengan lingkungan *Coastal bay-Inner Shelf* yaitu sebesar 922 individu. Berlimpahnya foraminifera bentonik kecil pada biofasies ini menunjukkan bahwa kandungan nutrisi pada area ini berlimpah. Sementara itu, jumlah spesies terendah terdapat pada biofasies VII dengan lingkungan *mangrove swamp (marsh)*. Hal ini dicirikan dengan berlimpahnya jumlah individu *Trochammina sp* yang mencapai 60,20% (spesies ini merupakan spesies foraminifera bercangkang agglutinin). Debenay (2012) menyatakan bahwa *Trochammina sp* merupakan salah satu jenis foraminifera yang dominan pada *upper marshes*. Selanjutnya, Scott drr (2004) dan Boltovskoy (1976) mengemukakan bahwa spesies agglutinin hampir secara eksklusif menguasai area *high marshes* dan berlimpahnya taksa agglutinin menunjukkan kondisi salinitas rendah.

Penyebaran Polen dan Foraminifera

Berdasarkan pola penyebaran *channel, delta front* dapat di bagi menjadi tiga bagian; wilayah selatan, wilayah tengah dan wilayah utara. Karakteristik tumbuhan dataran Delta Mahakam dari arah proksimal ke dis-tal adalah sebagai berikut;

1. *Upper delta plain* ditumbuhi oleh hutan tropik dataran rendah. Berbagai macam palmae dapat ditemui disini semisal rotan rawa (*Daemonorops sp*), nibung (*Oncosperma tigillarum*). Secara umum *upper delta plain* ditumbuhi vegetasi rawa, tumbuhan *mangrove associate*, dan paku-pakuan, terutama dari genera *Acrostichum*.

2. *Lower delta plain*, ditumbuhi oleh *Nypa fruticans*, sedangkan di bagian *distal lower delta plain*, yang merupakan bagian *mud flat* ditumbuhi mangrove.

Tumbuh-tumbuhan inilah yang menjadi sumber penghasil polen yang mengendap di wilayah Delta Mahakam.

Di Wilayah Selatan *distributary channel* lebih berkembang sehingga menjangkau lebih luas wilayah yang dilalui. *Distributary channel* Wilayah Selatan ini berakhir disekitar Muara Pegah (Gambar 7).

Peran dari *distributary channel* adalah menyalurkan sedimen dari Sungai Mahakam termasuk material organik dari tumbuhan berupa polen menuju *delta front*. Berdasarkan klasifikasi lingkungan delta, wilayah selatan *delta front* ini termasuk dalam sub lingkungan *mouth of distributary and estuary*, yang dicirikan tanpa adanya tumbuhan vaskular (Morley, 1977; Allen & Chamber, 1988).

Dari analisis kumpulan polen di wilayah ini, ternyata ditempati oleh tiga biofasies (Tabel 3) yaitu: Pertama adalah Biofasies *Palmae-Non mangrove* yang dicirikan oleh *Oncosperma tigillarum*, *Nypa fruticans*, Graminae, *Licuala sp*, *Eugissona insignis*, *Daemonorops spasiiflorus*. Selanjutnya adalah Biofasies *Non Mangrove A* dicirikan oleh *Oncosperma tigillarum*, *Rhizopora mucronata*, *Sonneratia alba*, *Heritiera littoralis*, Graminae, Asteraceae, *Casuarina equisetifolia* dan terakhir adalah Biofasies *Mangrove-Non mangrove*, yang merupakan biofasies terluas, dicirikan oleh polen Graminae, *Rhizopora mucronata*, *Avicennia marina*, *Oncosperma tigillarum* (Gambar 7).

Dari tiga biofasies tersebut sumber dominasi polen non mangrove berasal dari wilayah *hinterland*, diikuti *palmae* dari *upper delta plain* dan mangrove dari *lower delta plain*, hal ini menunjukkan besarnya peran *distributary*

channel sebagai media transpor polen dari arah proksimal ke distal delta.

Keberadaan kumpulan foraminifera di Wilayah Selatan terdiri dari 5 biofasies (Tabel 4) yaitu Biofasies I (*Inner Shelf*), Biofasies II (*Coastal lagoon-Inner Shelf*), Biofasies III (*Coastal bay/coastal lagoon-Inner Shelf*), Biofasies V (*Open estuary/Coastal lagoon-Inner Shelf*), Biofasies VII (*Mangrove swamp (marsh)*). Berdasarkan kelima biofasies tersebut maka Wilayah Selatan Delta front Delta Mahakam merupakan Zona *Intertidal-Subtidal*. Penyebaran terluas dari kumpulan foraminifera adalah Biofasies II yang dicirikan oleh *Ammonia beccarii*, *Heterolepa subhaidingerii*, *Trochammina sp*, *Cibicides sp* (Gambar 8).

Di Wilayah Tengah *delta front* terdapat *tidal channel* yang berperan menyalurkan arus pasang surut laut. Wilayah Tengah ini merupakan sublingkungan *tidal flat* (Morley, 1977; Allen & Chamber, 1988). Wilayah tengah diapit oleh *distributary channel* di arah utara dan selatan. Sub lingkungan *tidal flat* ini ditempati enam tipe biofasies (Tabel 4).

Biofasies pertama adalah *palmae-non mangrove*, posisinya berada dekat terminal *distributary channel* Wilayah Selatan. Fakta ini memperjelas peranan *distributary channel* dalam menyalurkan polen dari arah proksimal delta ke *delta front* yang berada di posisi lebih distal. Biofasies *palmae-non mangrove* dicirikan oleh tingginya persentase kehadiran polen *Oncosperma tigillarum*, *Nypa fruticans*, Graminae, *Licuala sp*, *Eugissona insignis*, *Daemonorops spasiiflorus*. Biofasies kedua adalah *mangrove-non-mangrove*, yang dikarakterisasi oleh dominasi polen Graminae, *Rhizopora mucronata*, *Avicennia marina*, *Oncosperma tigillarum*. Biofasies ketiga adalah biofasies *palmae*, dicirikan oleh *Oncosperma tigillarum*, *Phoenix paludosa*, *Rhizopora mucronata*, *Pinanga pilosa*, *Palaquium formosanum*. Biofasies keempat adalah *palmae-non mangrove-mangrove*

A, dicirikan oleh *Oncosperma tigillarum*, *Nypa fruticans*, *Eugissona insignis*, *Sonneratia alba*, *Avicennia marina*, *Heritiera littoralis*, Graminae. Biofasies kelima adalah palmae-non mangrove-mangrove B, yang dicirikan oleh *Eugissona insignis*, *Callophyllum inophyllum*, *Avicennia marina*, *Sonneratia caseolaris*, *Rhizopora mucronata*, *Oncosperma tigillarum*, *Avicennia alba*, Graminae, Cyperaceae

Biofasies keenam adalah non mangrove B, yang menempati bagian ujung utara berdekatan dengan terminal *distributary channel*, dicirikan oleh Cyperaceae, Graminae, *Avicennia marina*, *Oncosperma tigillarum*, *Callophyllum inophyllum*, *Rhizopora mucronata*, *Sonneratia Caseolaris*, *Calamus sp*, *Aegiceras floridum*, *Dacrycarpus imbricatus*. Apabila melihat penyebaran dari setiap biofasies pada Wilayah Tengah, biofasies palmae-non mangrove dan biofasies palmae-mangrove-non mangrove A mempunyai penyebaran yang lebih luas dibandingkan dengan penyebaran biofasies lainnya (Gambar 7)

Sub lingkungan *tidal flat* merupakan wilayah dengan biofasies paling kompleks, hal ini dikarenakan dinamika arus pasang surut yang berperan menyebarkan polen yang masuk *delta front*. Polen yang berasal dari *lower delta plain*, *upper delta plain* dan *hinterland* setelah masuk wilayah *delta front* disebarkan kembali oleh arus pasang surut. Arus pasang berperan mendorong sedimen dan material organik dari arah laut menuju *delta front* dan *lower delta plain*, ketika susut laut terjadi sebaliknya yaitu membawa sedimen dan material organik dari *lower delta plain* ke arah *delta front*. Dengan adanya arus pasang surut menyebabkan percampuran polen lebih dinamis sehingga membentuk beragam biofasies.

Berbeda dengan kumpulan polen yang terdiri dari banyak biofasies, Kumpulan foraminifera di Wilayah Tengah hanya terdiri dari tiga biofasies (Tabel 4) yaitu biofasies II

(*Coastal lagoon-Inner Shelf*) batasan dengan *distributary channel* Wilayah Selatan dan Wilayah Utara dicirikan oleh *Ammonia beccarii*, *Heterolepa subhaidingerii*, *Trochammina sp*, *Cibicidoides sp*. Selanjutnya, biofasies I (*Inner Shelf*) dicirikan oleh *Ammonia beccarii*, *Cibicidoides sp*, *Heterolepa subhaidingerii*, *Ammonia annectens*, *Asterorotalia trispinosa* dan biofasies III (*Coastal Bay - Inner Shelf*) dicirikan oleh *Heterolepa subhaidingerii*, *Ammonia beccarii*, *Asterorotalia trispinosa*, *Elphidium jenseni*, *Ammonia tepida*, *Ammobaculites agglutinans*, *Elphidium advenum* (Gambar 8). Kedua biofasies ini terletak di bagian tengah dari Wilayah Tengah dan merupakan biofasies dengan penyebaran terluas. Kumpulan foraminifera pada biofasies I dan III menunjukkan bahwa Wilayah Tengah dipengaruhi oleh arus pasang surut.

Di Wilayah Utara, pada lokasi tersebut *distributary channel* berakhir disekitar Muara Badak. Wilayah Utara adalah bagian tersempit yang dilalui *distributary channel*, termasuk dalam sub lingkungan *mouth of distributary and estuary*. (Morley, 1977; Allen & Chamber, 1988), Wilayah ini ditempati empat jenis biofasies (Tabel 5);

Biofasies pertama adalah mangrove-non mangrove, berada di ujung utara tepat berbatasan dengan *mud flat* tempat tumbuhan mangrove. Biofasies dicirikan oleh Graminae, *Rhizopora mucronata*, *Avicennia marina*, *Oncosperma tigillarum*. Biofasies kedua adalah palmae-non mangrove merupakan biofasies dengan penyebaran terluas dicirikan oleh polen *Oncosperma tigillarum*, *Nypa fruticans*, Graminae, *Licuala sp*, *Eugissona insignis*, *Daemonorops spatiflorus*. Biofasies ketiga adalah non mangrove A tepat berada di terminal *distributary channel* dicirikan oleh polen *Oncosperma tigillarum*, *Rhizopora mucronata*, *Sonneratia alba*, *Heritiera littoralis*, Graminae, Asteraceae, *Casuarina equisetifolia*. Biofasies keempat adalah Palmae-

Mangrove-Non Mangrove B dicirikan oleh *Eugissona insignis*, *Callophyllum inophyllum*, *Avicennia marina*, *Sonneratia caseolaris*, *Rhizophora mucronata*, *Oncosperma tigillarum*, *Avicennia alba*, Graminae, Cyperaceae (Gambar 7).

Variasi biofasies foraminifera di Wilayah Utara lebih banyak dibandingkan dengan kelompok biofasies di Wilayah Selatan dan Wilayah Tengah, jumlahnya mencapai enam jenis biofasies (Tabel 5). Keenam biofasies tersebut adalah biofasies I (*Inner Shelf*), biofasies II (*Coastal lagoon-Inner Shelf*), biofasies III (*Coastal bay-Inner Shelf*), biofasies IV (*Coastal lagoon/Coastal bay-Inner Shelf*), biofasies V (*Open estuary/Coastal lagoon-Inner Shelf*) dan biofasies VI (*Coastal bay/Coastal lagoon-Inner Shelf*). Biofasies II (*Coastal lagoon-Inner Shelf*) merupakan biofasies dengan penyebaran terluas di Wilayah Utara. Keragaman lingkungan dari keenam biofasies menunjukkan zona lingkungan Wilayah Utara termasuk ke dalam Zona *Intertidal-Subtidal*. Walaupun zona lingkungan dan penyebaran biofasies terluasnya sama dengan di Wilayah Selatan tetapi Wilayah Utara dan Wilayah Selatan dapat dibedakan dengan adanya lingkungan *mangrove swamp (marsh)* di Wilayah Selatan. Keberadaan lingkungan *mangrove swamp (marsh)* di Wilayah Selatan mencerminkan bahwa Wilayah Selatan *delta front* Delta Mahakam lebih dipengaruhi oleh laut dibandingkan dengan Wilayah Utara *delta front* Delta Mahakam.

KESIMPULAN

Kumpulan polen dalam biofasies merupakan produk dari distribusi polen yang dikendalikan oleh *tidal channel* dan *distributary channel*. Wilayah *delta front* tersusun oleh tujuh jenis biofasies polen yang termasuk dalam dua jenis sub lingkungan yaitu *mouth of distributary and estuary* dan *tidal flat*.

Kumpulan foraminifera pada wilayah *delta front* terdiri dari tujuh jenis biofasies yang menunjukkan beragam jenis lingkungan yaitu *Inner Shelf*, *Coastal lagoon-Inner Shelf*, *Coastal bay-Inner Shelf*, *Coastal lagoon/Coastal bay-Inner Shelf*, *Open estuary/Coastal lagoon-Inner Shelf*, *Coastal bay/Coastal lagoon-Inner Shelf*, *Mangrove swamp (marsh)*. Keseluruhan jenis lingkungan tersebut termasuk ke dalam Zona *Intertidal-Subtidal*.

Penyebaran biofasies polen dan biofasies foraminifera di Wilayah Selatan, Wilayah Tengah dan Wilayah Utara *delta front* memperlihatkan adanya perbedaan faktor yang mempengaruhi *delta front* Delta Mahakam. Wilayah Selatan lebih dipengaruhi oleh laut dibandingkan dengan Wilayah Utara yang ditandai dengan adanya lingkungan *mangrove swamp (marsh)* di Wilayah Selatan, sedangkan Wilayah Tengah dipengaruhi oleh arus pasang surut.

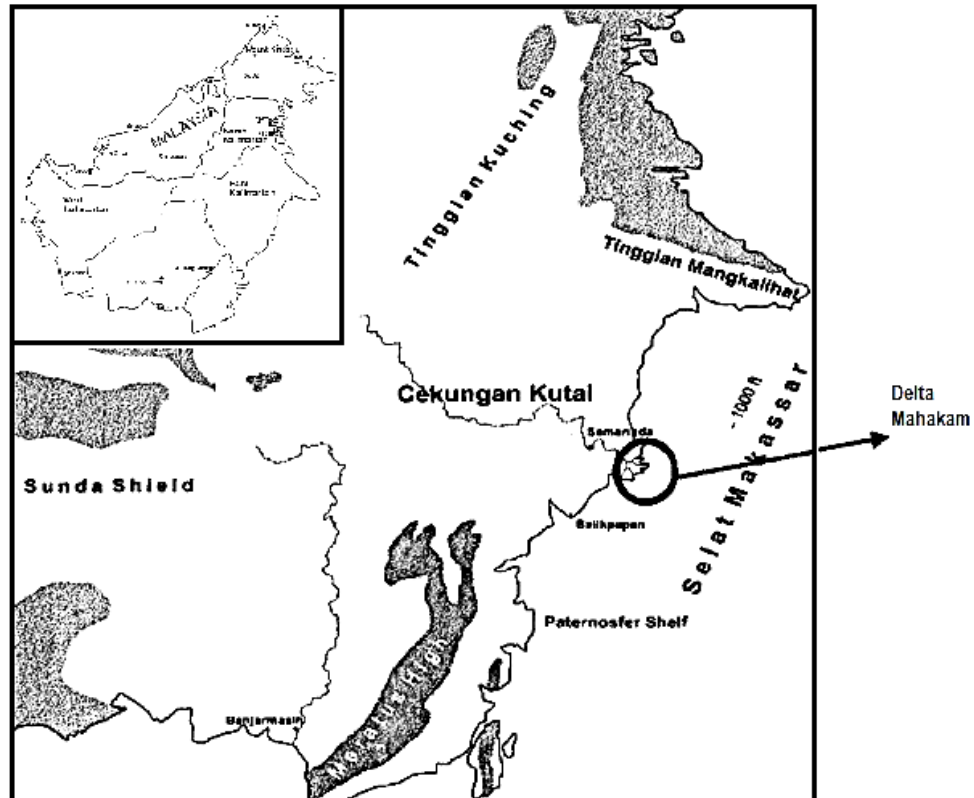
UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada *TOTAL E&P Indonesia*, atas izin penelitian di area Delta Mahakam yang merupakan wilayah kerja Total E&P Indonesia. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Sdri. Rd. Sheilla Faradella Ariefani dan Sdri. Hurin yang telah membantu dalam preparasi sampel sedimen dan penyempurnaan gambar.

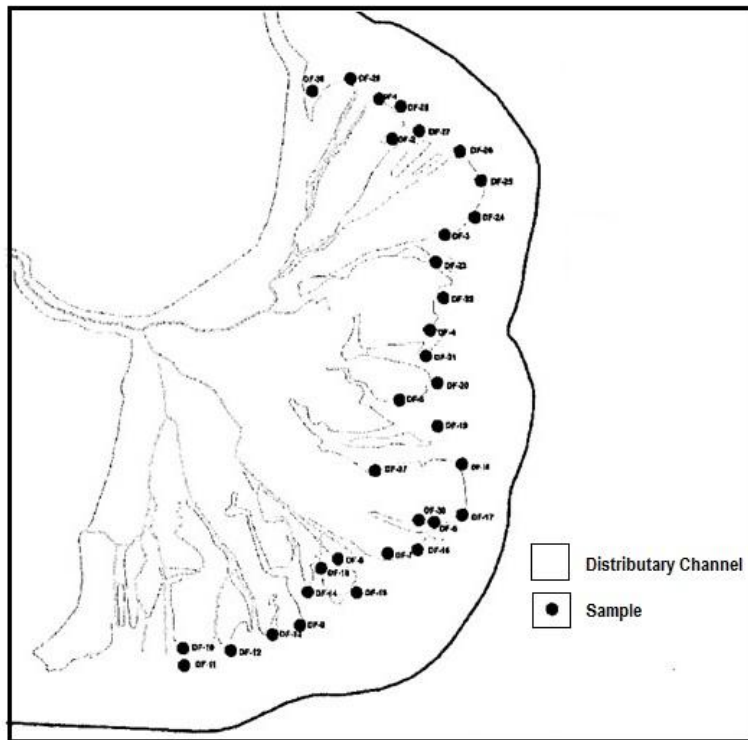
DAFTAR PUSTAKA

- Allen, G.P., Chambers, SchJ.L.C., 1998. *Sedimentation in The Modern and Miocene Mahakam Delta*, Indonesian Petroleum Assoc., 233p.
- Boltovskoy, E. dan Wright, R., 1976. *Recent Foraminifera*. Dr. W.Junk b.v. publishers the Hague.
- Debenay, JP. 2012. *A Guide to 1,000 Foraminifera from Southwestern Pacific: New Caledonia*. IRD Ed. Publications Scientifiques du Museum. Paris.

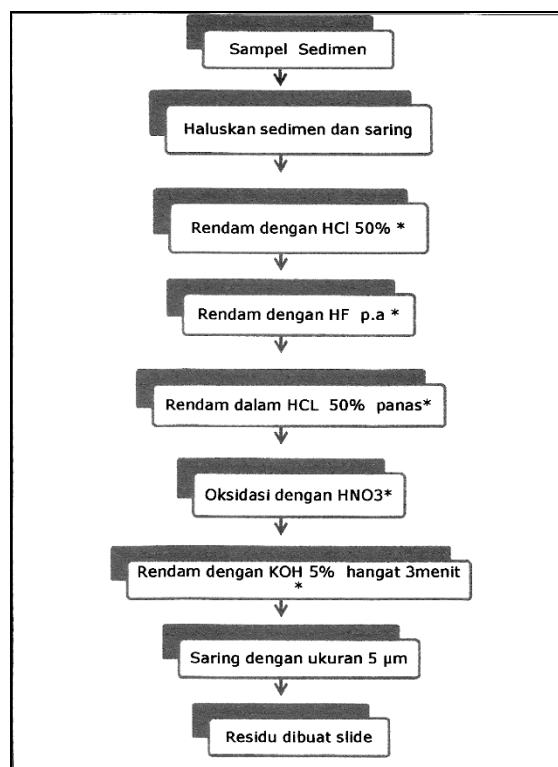
- Flugel, E. 1982. *Microfacies Analysis of Limestones*. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg New York.
- Karmini, M dan Rostyati, D. 2009. Foraminifera Sedimen Dasar Laut Delta Mahakam, Kalimantan Timur. Jurnal PPGL.
- Lambert and Bernard. 2002. *Micropaleontological investigation in the modern Mahakam delta, East Kalimantan (Indonesia)*. Carnets de Geologie/ Notebooks on Geology, Maintenon, Article 2003/02 (CG 2003_AO-2_BL), 21 h.
- Loeblich, A. R., dan Tappan, H., 1994. *Foraminifera of the Sahul Shelf and Timor Sea*. Special Publication no. 31. Cushman Foundation For Foraminiferal research Inc. Department of Invertebrate Paleontology. Harvard University. Cambridge, USA.
- Morley, R.J. 1977. *Palynology of Tertiary and Quaternary Sediment in Southeast Asia*. Proceeding Indonesian Petroleum Association, p 225-276
- Scott, D.B., Schafer, Ch.T., dan Medioli, F.S. 2004. *Monitoring in Coastal Environments Using Foraminifera and Thecamoebian Indicators*. Cambridge University Press. United Kingdom.



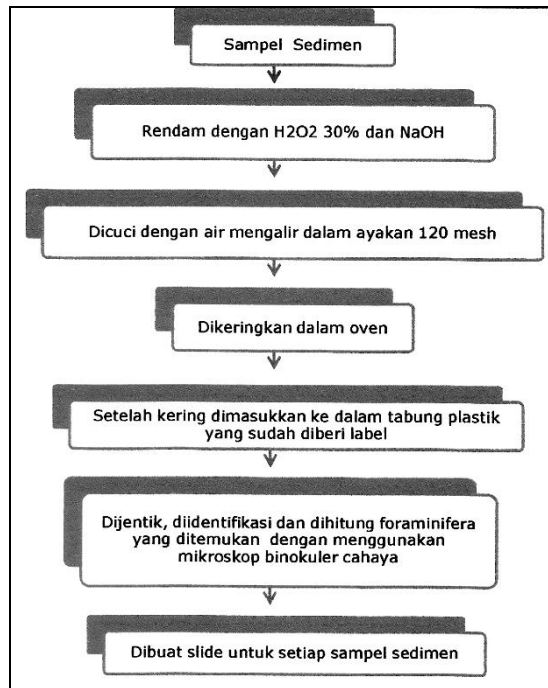
Gambar 1. Cekungan Kutai (modifikasi dari Marks, 1982)



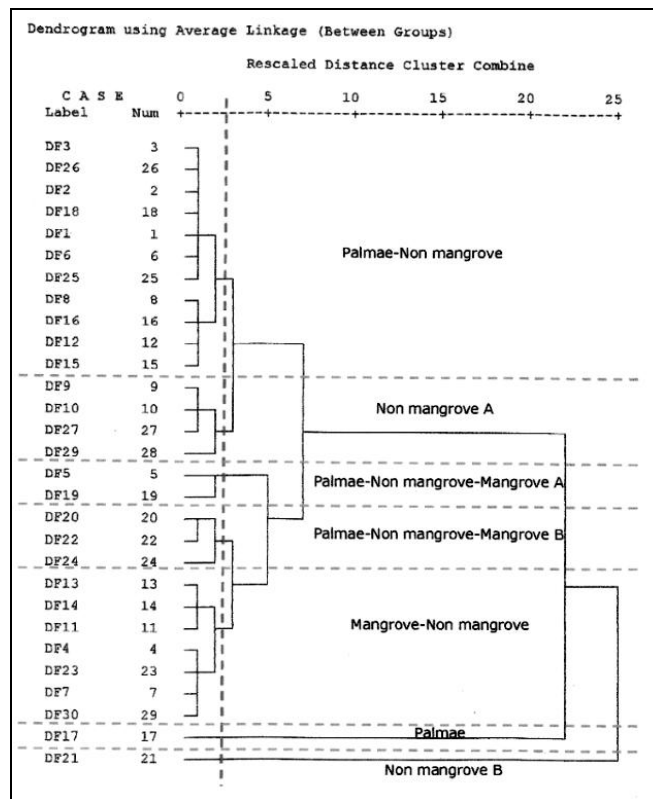
Gambar 2. Peta lokasi titik pengambilan sampel sedimen permukaan pada bagian *Delta Front* id Delta Makaham



Gambar 3. Bagan alur metode asetolisis



Gambar 4. Bagan alur metode hidrogen peroksida

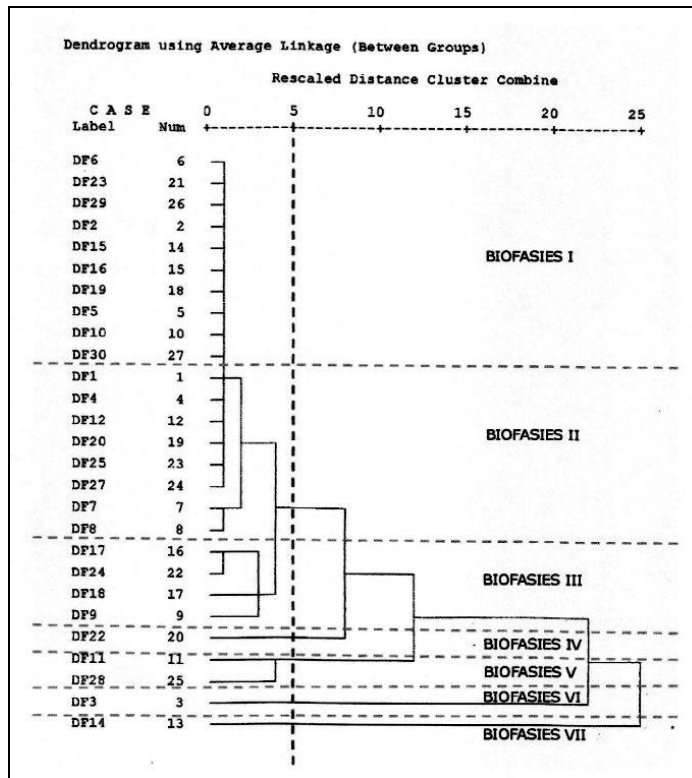


Gambar 5. Dendrogram Hasil Analisis Kluster Kumpulan Polen *Delta Front* Delta Mahakam

Tabel 1. Kelimpahan Polen Pada Setiap Biofasies Di *Delta Front* Delta Mahakam

NO	BOFASIES	JUMLAH		KELOMPOK			SPESIES PENCIRI
		SPESIES	BUTIR	P (%)	M (%)	NM (%)	
1	Palmae-Non Mangrove	80	244	36	18	45	<i>Oncosperma tigillarum</i> , <i>Nypa fruticans</i> , Graminae, <i>Licuala sp</i> , <i>Eugissona insignis</i> , <i>Daemonorops spasiiflorus</i>
2	Non Mangrove A	67	126	20	21	59	<i>Oncosperma tigillarum</i> , <i>Rhizopora mucronata</i> , <i>Sonneratia alba</i> , <i>Heritiera littolaris</i> , Graminae, Asteraceae, <i>Casuarina equisetifolia</i>
3	Palmae-Mangrove-Non Mangrove A	57	121	39	26	36	<i>Oncosperma tigillarum</i> , <i>Nypa fruticans</i> , <i>Eugissona insignis</i> , <i>Sonneratia alba</i> , <i>Avicennia marina</i> , <i>Heritiera littolaris</i> , Graminae
4	Palmae-Mangrove-Non Mangrove B	55	120	25	37	38	<i>Eugissona insignis</i> , <i>Callophylum inophyllum</i> , <i>Avicennia marina</i> , <i>Sonneratia caseolaris</i> , <i>Rhizopora mucronata</i> , <i>Oncosperma tigillarum</i> , <i>Avicennia alba</i> , Graminae, Cyperaceae
5	Mangrove-Non Mangrove	**112	**343	23	28	49	Graminae, <i>Rhizopora mucronata</i> , <i>Avicennia marina</i> , <i>Oncosperma tigillarum</i>
6	Palmae	*19	*57	70	12	18	<i>Oncosperma tigillarum</i> , <i>Phoenix paludosa</i> , <i>Rhizopora mucronata</i> , <i>Pinanga pilosa</i> , <i>Palaquium formosanum</i>
7	Non Mangrove B	45	89	25	27	48	Cyperaceae, Graminae, <i>Avicennia marina</i> , <i>Oncosperma tigillarum</i> , <i>Callophylum inophyllum</i> , <i>Rhizopora mucronata</i> , <i>Sonneratia Caseolaris</i> , <i>Calamus sp</i> , <i>Aegiceras floridum</i> , <i>Dacrycarpus imbricatus</i>

Keterangan: *= menunjukkan nilai terendah; **= menunjukkan nilai tertinggi



Gambar 6. Dendrogram Hasil Analisis Kluster Kumpulan Foraminifera *Delta Front* Delta Mahakam

Tabel 2. Kelimpahan Foraminifera Pada Setiap Biofasies Di *Delta Front* Delta Mahakam

NO	BIO-FASIES	JUMLAH		SPESIES PENCIRI	LINGKUNGAN
		SPESIES	INDIVIDU		
1	I	**24	*250	<i>Ammonia beccarii</i> , <i>Cibicidoides sp</i> , <i>Heterolepa subhaidingerii</i> , <i>Ammonia annectens</i> , <i>Asterorotalia trispinosa</i>	Inner Shelf
2	II	20	597	<i>Ammonia beccarii</i> , <i>Heterolepa subhaidingerii</i> , <i>Trochammina sp</i> , <i>Cibicidoides sp</i>	Coastal lagoon-Inner Shelf
3	III	17	**922	<i>Heterolepa subhaidingerii</i> , <i>Ammonia beccarii</i> , <i>Asterorotalia trispinosa</i> , <i>Elphidium jenseni</i> , <i>Ammonia tepida</i> , <i>Ammobaculites agglutinans</i> , <i>Elphidium advenum</i>	Coastal bay-Inner Shelf
4	IV	9	292	<i>Asterorotalia trispinosa</i> , <i>Elphidium depresselum</i> , <i>Elphidium jenseni</i> , <i>Ammonia beccarii</i> , <i>Elphidium advenum</i>	Coastal lagoon/Coastal bay- Inner Shelf
5	V	15	632	<i>Ammonia beccarii</i> , <i>Heterolepa subhaidingerii</i> , <i>Ammobaculites agglutinans</i> , <i>Cibicidoides sp</i>	Open estuary/Coastal lagoon-Inner Shelf
6	VI	12	672	<i>Ammonia beccarii</i> , <i>Cibicidoides sp</i> , <i>Eilohedra levicula</i> , <i>Elphidium depresselum</i> , <i>Asterorotalia trispinosa</i> , <i>Heterolepa subhaidingerii</i> , <i>Ammonia tepida</i>	Coastal bay/Coastal lagoon-Inner Shelf
7	VII	*6	402	<i>Trochammina sp</i> , <i>Ammobaculites agglutinans</i> , <i>Heterolepa subhaidingerii</i> , <i>Cibicidoides sp</i> , <i>Ammonia beccarii</i>	Mangrove swamp (marsh)

Keterangan: *= menunjukkan nilai terendah; **= menunjukkan nilai tertinggi

Tabel 3. Keberadaan Biofasies Polen dan Biofasies Foraminifera Pada Wilayah Selatan *Delta Front* Delta Mahakam

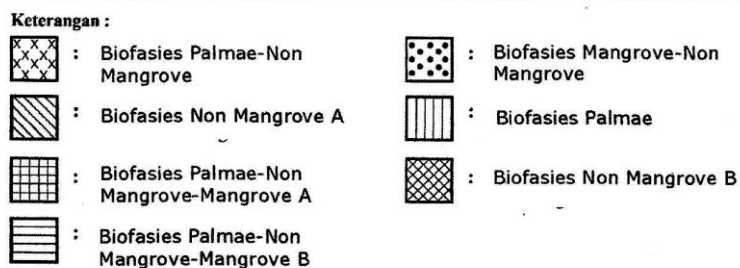
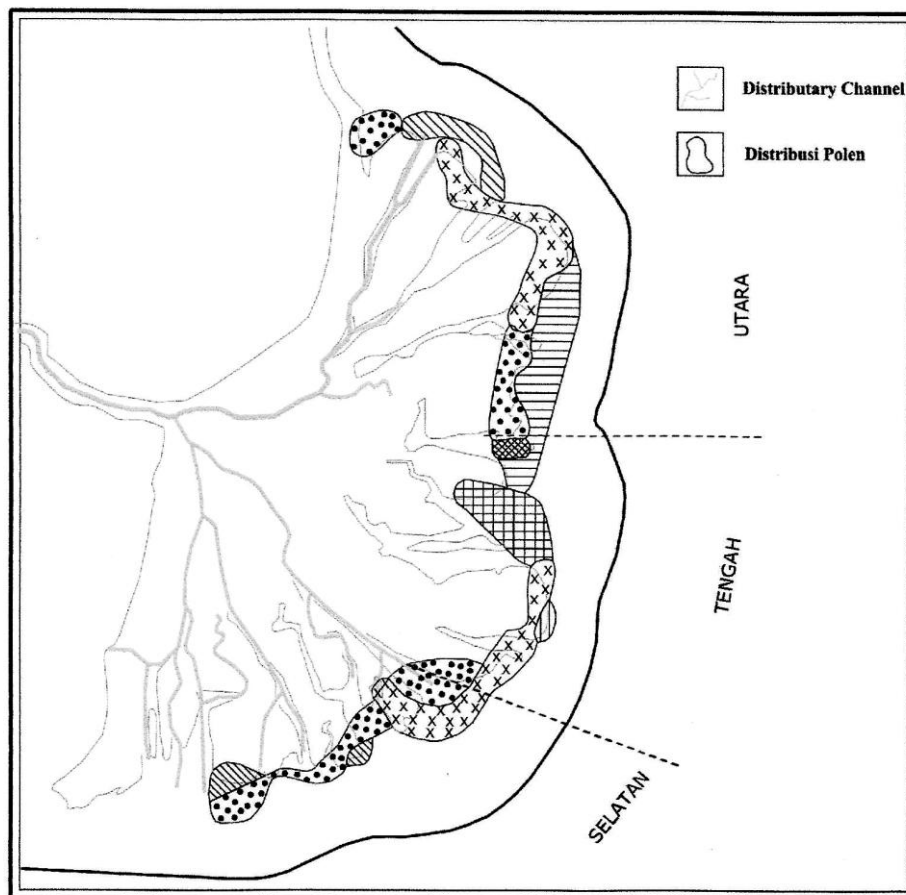
WILAYAH	POLEN	FORAMINIFERA	
	BIOFASIES	BIOFASIES	LINGKUNGAN
SELATAN: Terdiri dari 8 sampel sedimen (DF10, DF11, DF12, DF13, DF9, DF14, DF15, DF8)	1. Palmae-Non mangrove	1. Biofasies I	Inner Shelf
	2. Non Mangrove A	2. Biofasies II	Coastal lagoon-Inner Shelf
	3. Mangrove-Non Mangrove	3. Biofasies III	Coastal bay/coastal lagoon-Inner Shelf
		4. Biofasies V	Open estuary/Coastal lagoon-Inner Shelf
		5. Biofasies VII	Mangrove swamp (marsh)

Tabel 4. Keberadaan Biofasies Polen dan Biofasies Foraminifera Pada WilayahTengah *Delta Front* Delta Mahakam

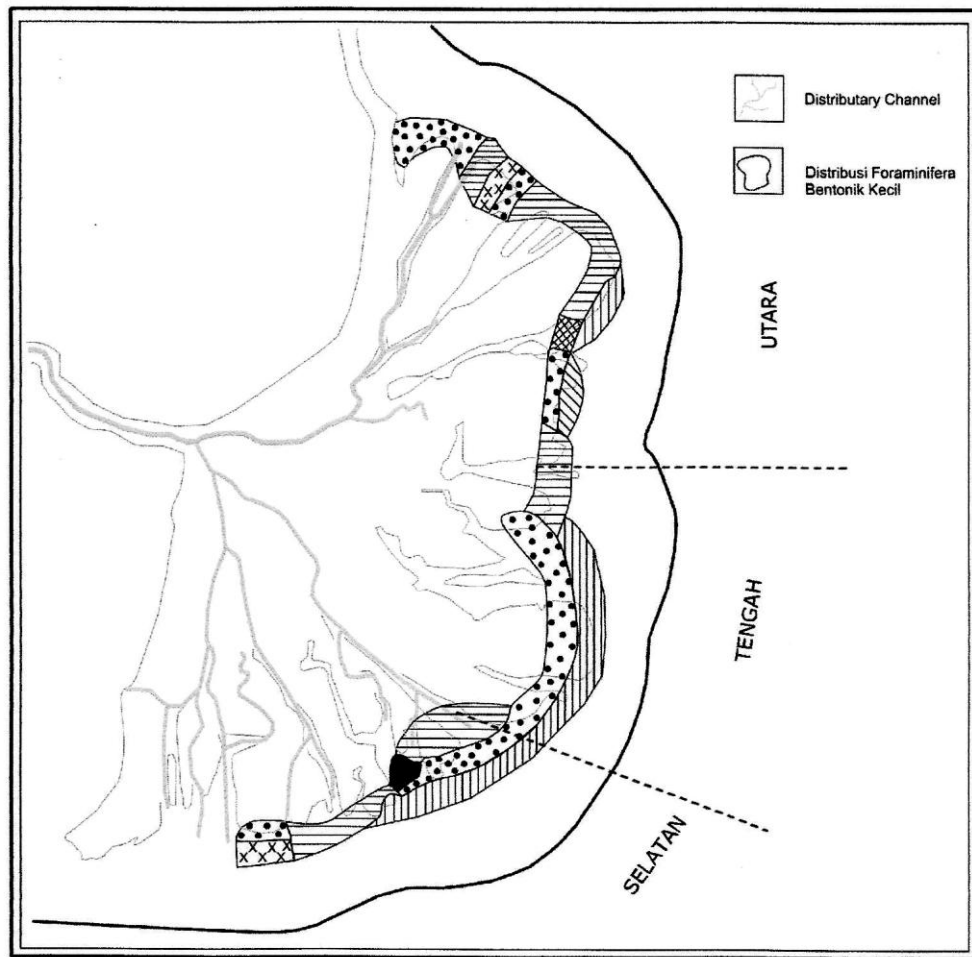
WILAYAH	POLEN	FORAMINIFERA	
	BIOFASIES	BIOFASIES	LINGKUNGAN
TENGAH: Terdiri dari 9 sampel sedimen (DF7, DF16, DF6, DF17, DF18, DF19, DF5, DF20, DF21)	1. Palmae-Non Mangrove	1. Biofasies I	Inner Shelf
	2. Mangrove - Non Mangrove	2. Biofasies III	Coastal Bay - Inner Shelf
	3. Palmae	3. Biofasies II	Coastal lagoon-Inner Shelf
	4. Palmae-Non Mangrove-Mangrove A		
	5. Palmae-Non Mangrove-Mangrove B		
	6. Non Mangrove B		

Tabel 5. Keberadaan Biofasies Polen dan Biofasies Foraminifera Pada Wilayah Utara Delta Front Delta Mahakam








WILAYAH	POLEN	FORAMINIFERA	
	BIOFASIES	BIOFASIES	LINGKUNGAN
UTARA: Terdiri dari 12 sampel sedimen (DF4, DF22, DF23, DF3, DF24, DF25, DF26, DF2, DF27, DF28, DF29, DF30)	Mangrove-Non Mangrove	Biofasies I	<i>Inner Shelf</i>
	Palmae-Non mangrove	Biofasies II	<i>Coastal lagoon-Inner Shelf</i>
	Non Mangrove A	Biofasies III	<i>Coastal bay-Inner Shelf</i>
	Palmae-Non Mangrove- Mangrove B	Biofasies IV	<i>Coastal lagoon/Coastal bay- Inner Shelf</i>
		Biofasies V	<i>Open estuary/Coastal lagoon- Inner Shelf</i>
		7. Biofasies VI	<i>Coastal bay/Coastal lagoon- Inner Shelf</i>



Gambar 7. Distribusi Biofasies Polen Pada Delta Front Delta Mahakam



Keterangan :

- | | |
|--|--|
|  : Biofasies I
Inner Shelf |  : Biofasies V
Open estuary/Coastal lagoon-Inner Shelf |
|  : Biofasies II
Coastal lagoon-Inner |  : Biofasies VI
Coastal bay/Coastal lagoon-Inner Shelf |
|  : Biofasies III
Coastal bay-Inner Shelf |  : Biofasies VII
Mangrove swamp (marsh) |
|  : Biofasies IV
Coastal lagoon/Coastal bay-Inner Shelf | |

Gambar 8. Distribusi Biofasies Foraminifera Pada *Delta Front* Delta Mahakam