

BIOZONA DELTA MAHAKAM MODERN BERDASARKAN KUMPULAN FORAMINIFERA BENTIK KECIL DAN POLEN KALIMANTAN TIMUR

BIOZONE OF MODERN MAHAKAM DELTA BASED ON SMALL BENTHIC FORAMINIFERA AND POLLEN ASSEMBLAGES EAST KALIMANTAN

Lia Jurnaliah* dan Winantris¹

¹ Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran, Jatinangor

*Email: lia,jurnaliah@unpad.ac.id

DOI : 10.32693/jgk.19.2.2021.742

Diterima : 09-12-2021, Disetujui : 30-12-2021

ABSTRAK

Lokasi penelitian terletak di Delta Mahakam, Kalimantan Timur. Sebanyak 83 sampel sedimen diambil dari 3 bagian delta, yaitu *delta plain*, *delta front* dan *distributary channel*. Penelitian kumpulan foraminifera benthik kecil dan polen dilakukan untuk mengetahui biozonasi Delta Mahakam modern. Hasil penelitian ini dapat memperkaya data mikrofauna dan dapat digunakan sebagai indikator lingkungan dari daerah penelitian. Analisis foraminifera benthik kecil dan polen dilakukan dengan metode kuantitatif. Selanjutnya, Analisis Kluster digunakan dalam penentuan biozona Delta Mahakam. Hasil penelitian menunjukkan Delta Mahakam terbagi menjadi 4 biozona, yaitu Biozona I (Polen palmae) terletak di *delta plain*, Biozona II (Foraminifera "A") dan Biozona III (Foraminifera "B") terletak di *delta front*. Sementara itu, Biozona IV (Polen non mangrove) terletak di *delta plain*, *delta front* dan *distributary channel*. Berdasarkan pola penyebaran biozona, Bagian Utara Delta Mahakam mempunyai biozona yang lebih beragam dibandingkan dengan bagian Selatan Delta Mahakam.

Kata kunci: Delta Mahakam, Foraminifera Benthik Kecil, Polen, Biozona.

ABSTRACT

There search area is located in Mahakam Delta, East Kalimantan. At a lot of 83 sediment samples were taken from 3 parts of the delta, i.e., the delta plain, delta front and distributary channel. Study on small benthic foraminifera and pollen collections was conducted to find out biozonation of Modern Mahakam Delta. The results of this study can be enriched microfauna data and can be used as environmental indicators from the research area. Analysis of small benthic foraminifera and pollen is done by quantitative methods. Furthermore, cluster analysis used in the determination of the Mahakam Delta biozone. The results showed the Mahakam Delta is divided into 4 biozones, namely Biozone I (Polen palmae) is sited in the plain delta, Biozone II (Foraminifera "A") and Biozone III (Foraminifera "B") were located in the delta front. Mean while, Biozone IV (Polen non mangrove) is located in the delta plain, delta front and distributary channel. Based on the distribution pattern of biozone, the Northern Part of the Mahakam Delta has a more diverse biozone compared to the southern part of the Mahakam Delta.

Keyword: Mahakam Delta, Small Benthic Foraminifera, Pollen, Biozone.

Kontribusi:

Lia Jurnaliah adalah kontributor utama pada makalah ini, sedangkan Winantris adalah kontributor anggota.

PENDAHULUAN

Delta adalah progradasi dari sedimen klastik ke dalam paparan dangkal. Biasanya delta menutupi area yang sangat luas dan dipengaruhi oleh berbagai proses *fluvial* dan proses-proses marin sehingga terbentuklah berbagai *sub environment* yang berbeda pada sebuah delta. Delta terdiri dari 3 *sub environment* utama, yaitu: *delta plain*, *delta front* dan *prodelta* (Murray, 2006; Bhattacharya dan Walker, 1992)

Delta Mahakam terletak di Pantai Timur Kalimantan merupakan sistem delta yang dipengaruhi baik oleh proses *fluvial* dan proses marin (Storms, dkk. 2005 dan Lambert, 2003). Selanjutnya berdasarkan sistem *distributary*, Storms, dkk(2005) membagi Delta Mahakam menjadi 3 sistem, yaitu: *Southern Distributary*, *Interdistributary system* dan *Northern distributary system*.

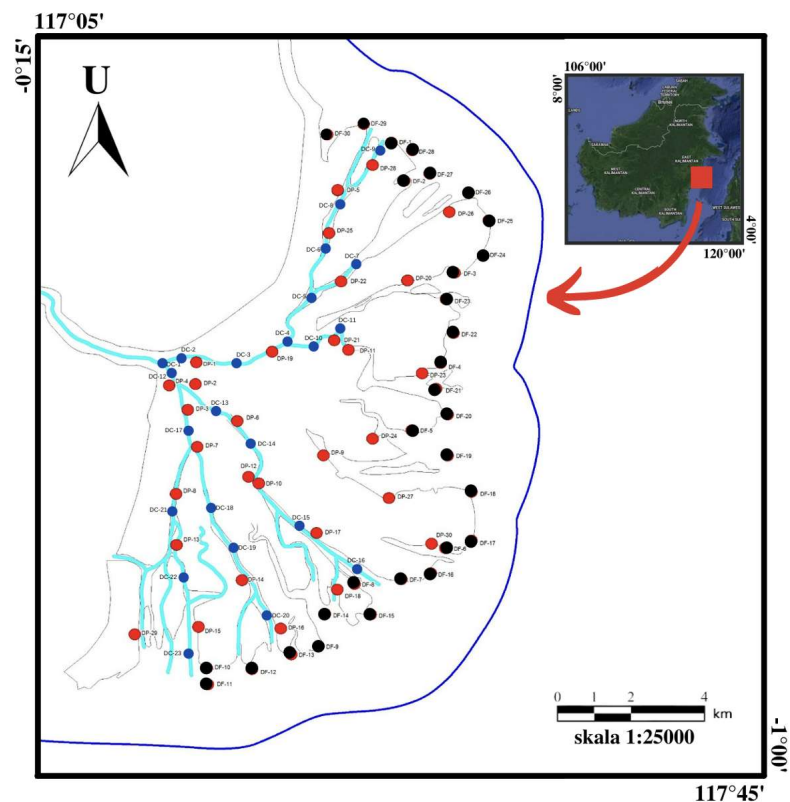
Secara geologi, Delta Mahakam merupakan aluvium berumur Holosen yang terdiri dari kerikil, pasir, dan lumpur terendapkan dalam lingkungan sungai, rawa, delta dan pantai (Supriatna, dkk, 2011). Jenis lingkungan yang beragam menyebabkan Delta Mahakam dihuni oleh berbagai macam biota. Penelitian tentang flora dan fauna di Delta Mahakam telah banyak dilakukan, tetapi belum ada penelitian tentang distribusi polen dan foraminifera benthik kecil secara bersamaan di seluruh bagian dari Delta Mahakam. Penelitian ini merupakan pengembangan dari penelitian terdahulu, yaitu: Lambert (2003) yang hanya meneliti tentang foraminifera di Delta Mahakam, sedangkan Jurnaliah & Winantris (2015) meneliti penyebaran foraminifera benthik kecil dan polen hanya dibagian *delta front*. Berdasarkan hal tersebut tujuan dari penelitian ini adalah untuk memetakan biozona Delta Mahakam berdasarkan kumpulan foraminifera benthik kecil dan polen. Diharapkan hasil penelitian ini dapat melengkapi hasil dari penelitian terdahulu, terutama dalam inventarisasi data mikrofauna di Delta Mahakam. Selain itu, keanekaragaman biota di Delta Mahakam dapat dijadikan indikator keadaan lingkungan daerah penelitian.

METODE

Pengambilan 83 sampel sedimen untuk analisis foraminifera benthik kecil dan polen dilakukan di tiga bagian dari delta Mahakam, yaitu: 30 sampel dari *delta plain*, 30 sampel dari *delta front* dan 23 sampel dari *distributary channel* (Gambar 1). Sampel sedimen diambil dengan menggunakan alat comot (*grab sampler*). Pengambilan sampel di perairan laut

dangkal diambil dengan menggunakan perahu. Titik koordinat setiap sedimen di plot dengan menggunakan alat bantu *Global Positioning System* (GPS).

Pengumpulan data foraminifera benthik kecil dan data polen dilakukan dengan metode kuantitatif. Pengumpulan data foraminifera kecil dimulai dengan prosesing preparasi sampel menggunakan deterjen. Setiap sampel sedimen direndam dengan deterjen kemudian dicuci di bawah air mengalir sampai bersih di dalam ayakan berukuran 120 mesh. Setelah itu, sampel dikeringkan di dalam oven dengan suhu 50°C sampai kering. Sesudah kering sampel yang sudah berbentuk butiran siap untuk diidentifikasi, dideterminasi dan dihitung. Pengamatan dan penghitungan jumlah spesies dan spesimen dilakukan pada setiap 1 gram sampel sedimen kering dibawah mikroskop binokuler. Proses identifikasi dari setiap spesies foraminifera benthik kecil dilakukan mengacu pada Loeblich & Tappan (1994) dan Van Marle (1991) dengan memperhatikan komposisi dinding cangkang, bentuk kamar, jumlah kamar, susunan kamar, bentuk apertur dan ornamentasi.



Gambar 1. Lokasi Penelitian Delta Mahakam (modifikasi dari Google map) dan Lokasi Titik Pengambilan Sampel Sedimen di Delta Mahakam (modifikasi dari Jurnaliah dan Winantris, 2015)
(●) = titik lokasi pengambilan sampel sedimen di *delta front*;
(●) = titik lokasi pengambilan sampel sedimen di *delta plain*; (●) = titik lokasi pengambilan sampel sedimen di *distributary channel*; — = *distributary channel*

Tabel 1. Kelimpahan Foraminifera Benthik Kecil dan Polen di Delta Mahakam (DF=delta front; DP=delta plain; DC=distributarychannel)

No	Kode Sampel	JENIS BIOTA			
		Foraminifera (spesimen)	Polen Palmae	Polen Mangrove (Butir)	Polen Non Mangrove
1	DF1	88	7	7	10
2	DF2	14	10	6	12
3	DF3	748	9	5	12
4	DF4	80	11	18	23
5	DF5	45	21	19	23
6	DF6	14	5	5	14
7	DF7	45	7	14	24
8	DF8	57	7	2	7
9	DF9	306	8	6	22
10	DF10	23	7	6	17
11	DF11	374	13	10	27
12	DF12	94	13	2	8
13	DF13	0	13	11	23
14	DF14	416	15	9	23
15	DF15	14	11	3	7
16	DF16	24	5	3	6
17	DF17	240	40	7	10
18	DF18	280	9	3	11
19	DF19	45	26	12	20
20	DF20	90	7	14	13
21	DF21	0	22	24	43
22	DF22	336	9	16	15
23	DF23	14	12	18	23
24	DF24	230	14	14	18
25	DF25	91	4	4	11
26	DF26	0	9	5	12
27	DF27	94	8	11	16
28	DF28	276	0	0	0
29	DF29	7	2	4	17
30	DF30	84	9	15	25
31	DP1	0	65	25	69
32	DP2	0	35	33	103
33	DP3	9	10	6	65
34	DP4	4	49	36	82
35	DP5	2	34	25	42
36	DP6	0	52	5	40
37	DP7	0	33	12	67
38	DP8	1	43	50	118
39	DP9	5	55	110	84
40	DP10	0	49	44	89
41	DP11	0	99	83	140
42	DP12	0	88	85	127
43	DP13	6	40	30	107
44	DP14	0	20	9	22
45	DP15	1	28	11	34
46	DP16	7	26	8	27
47	DP17	1	47	10	49
48	DP18	17	17	7	29
49	DP19	2	26	19	50
50	DP20	34	78	52	25
51	DP21	0	38	18	54
52	DP22	0	51	38	57
53	DP23	5	26	19	44
54	DP24	8	77	39	43
55	DP25	3	1182	15	34
56	DP26	1	59	25	44
57	DP27	34	28	24	33
58	DP28	0	16	27	62
59	DP29	14	98	62	78
60	DP30	17	29	13	29
61	DC1	0	1	0	0
62	DC2	0	3	8	2
63	DC3	0	1	0	3
64	DC4	0	0	0	0
65	DC5	1	2	3	4
66	DC6	1	2	2	4
67	DC7	2	23	8	31
68	DC8	1	8	0	10
69	DC9	1	1	0	6
70	DC10	0	0	0	0
71	DC11	1	2	0	0
72	DC12	3	0	4	8
73	DC13	0	0	0	5
74	DC14	0	3	9	16
75	DC15	2	3	0	3
76	DC16	7	4	2	9
77	DC17	2	1	0	1
78	DC18	0	2	6	8
79	DC19	0	17	13	14
80	DC20	2	12	13	11
81	DC21	1	17	6	11
82	DC22	1	25	13	24
83	DC23	4	9	11	25
Jumlah total		4329	2938	1307	2552

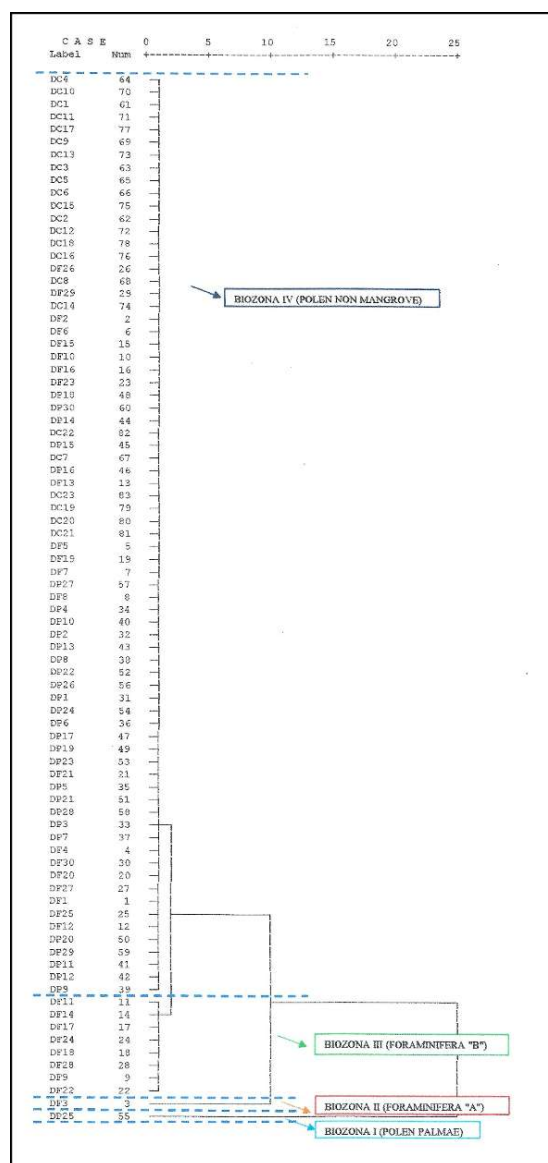
Analisis polen diawali dengan preparasi 10 gram sampel kering dengan menggunakan metode asetolisis. Pengamatan polen dan spora menggunakan metode lux obscuritas pada perbesaran lensa obyektif 10x, 40 x dan 100x dengan perbesaran lensa okuler 10x. Proses identifikasi mengacu kepada beberapa referensi, yaitu Willard, dkk(2004), Sun,dkk(1999), Huang & Tseng-Chieng (1972), Sowunmi (1972), dan Erdtman(1966). Seluruh proses preparasi dan proses identifikasi dilakukan di LaboratoriumPaleontologi, Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran.

Analisis Kluster menggunakan Program *Statistical Product and Service Solution* (SPSS) dilakukan terhadap

semua data foraminifera benthik kecil dan polen (Tabel 1). Di dalam penelitian ini data polen dibagi menjadi 3 kelompok, yaitu: polen palmae, polen mangrove dan polen non mangrove untuk memperoleh hasil yang baik dalam proses analisis kluster.

HASIL

Kelimpahan foraminifera benthik kecil dan polen pada Tabel 1 memperlihatkan jumlah foraminifera benthik kecil yaitu sebanyak 4329 spesimen lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah polen yaitu sebanyak 6797 butir. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar Delta Mahakam ditempati oleh tumbuhan. Hasil analisis kluster terhadap kelimpahan foraminifera benthik kecil dan polen dalam 83 sampel sedimen membentuk dendrogram seperti pada Gambar2. Berdasarkan dendrogram tersebut, Delta Mahakam dapat dibagi menjadi 4 (empat) biozona, yaitu: Biozona I (Polen Palmae), Biozona II (Foraminifera "A"), Biozona III (Foraminifera "B") dan Biozona IV (Polen



Gambar 2. Dendrogram Hasil Analisis Kluster Dengan Menggunakan Program SPSS.

non mangrove). Penamaan dari semua biozona berdasarkan dominansi dari biotanya (Tabel 2).

Kelimpahan dari foraminifera benthik kecil, polen palmae, polen mangrove dan polen non mangrove di setiap biozona mengalami perubahan (Tabel 2). Pada Biozona I yang terletak di *delta plain* kelimpahan polen palmae sangat menonjol dibandingkan dengan foraminifera benthik kecil, polen mangrove dan polen non mangrove, sebaliknya pada biozona II dan biozona III yang terletak di *delta front* foraminifera benthik kecil mempunyai kelimpahan yang sangat menonjol (Gambar 3).

Biozona II (Foraminifera “A”)

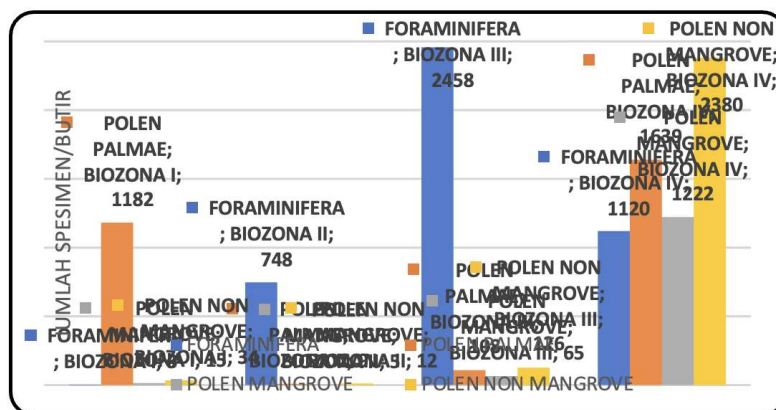
Biozona II sama dengan Biozona I hanya mempunyai 1 (satu) anggota sampel sedimen yaitu DF3 yang terletak di Bagian Utara Delta Mahakam pada *delta front* (Gambar 4). Biozona ini sama dengan biozona I terdiri dari foraminifera benthik kecil, polen palmae, polen mangrove dan polen non mangrove, tetapi yang mendominasi adalah foraminifera benthik kecil dengan jumlah spesies 26 dan jumlah spesimen 748. Dari seluruh spesies foraminifera benthik kecil yang ditemukan terdapat 6 spesies terpilih yaitu *Ammonia tepida*, *Heterolepa subhaidingerii*, *Asterorotalia trispinosa*, *Elphidium*

Tabel 2. Kelimpahan dari Foraminifera Benthik Kecil, Polen Palmae, Polen Mangrove dan Polen Non Mangrove Pada Setiap Biozonadi Delta Mahakam (warna merah menunjukkan nilai kelimpahan tertinggi).

NO	JENIS BIOTA	BIOZONA I	BIOZONA II	BIOZONA III	BIOZONA IV
		(spesimen/butir)			
1	Foraminifera Benthik Kecil	3	748	2458	1120
2	Polen Palmae	1182	9	108	1639
3	Polen Mangrove	15	5	65	1222
4	Polen Non Mangrove	34	12	126	2380

Selanjutnya pada biozona IV yang mencakup *delta front*, *delta plain* dan *distributary channel* kelompok yang mendominasi adalah kelompok polen non mangrove. Berbeda dengan kelimpahan biota pada biozonalainnya, perbedaan kelimpahan setiap jenis biota tidak berbeda secara signifikan pada biozona IV.

depresselum, *Cibicoides mediocris* dan *Ammonia beccarii* (Tabel 3). Jenis foraminifera benthik kecil yang mendominasi biozonainia adalah *Ammonia beccarii* berjumlah 168 spesimen atau sekitar 23% dari total jumlah spesimen foraminifera benthik kecil.



Gambar 3. Grafik Kelimpahan Biota Dari Setiap Biozona Delta Mahakam

Biozona I (Polen Palmae)

Terdiri dari 1 (satu) sampel sedimen yaitu DP25 yang terletak di Bagian Utara Delta Mahakam pada *tidal delta plain* (Gambar 4). Pada zona ini ditemukan foraminifera benthik kecil, polen palmae, polen mangrove dan polen non mangrove. Polen palmae mendominasi biozona I sehingga dinamakan biozona polen palmae (Tabel 1). Jumlah butir polen palmae adalah 1182 dari 11 spesies. Dari 11 spesies polen palmae yang ditemukan terdapat 2 spesies terpilih, yaitu: *Nypa fruticans* dan *Oncosperma tigillarum* (Tabel 3).

Biozona III (Foraminifera “B”)

Biozona III terdiri dari 8 sampel sedimen, yaitu: DF9, DF11, DF14, DF17, DF18, DF22, DF24, DF28. Seluruh sampel sedimen terletak di *delta front* (Gambar 4). Sama seperti Biozona I dan II, Biozona III terdiri dari foraminifera benthik kecil, polen palmae, polen mangrove dan polen non mangrove. Foraminifera benthik kecil mendominasi biozona III dengan jumlah spesies 65 dan jumlah spesimen 2458. Terdapat 7 spesies foraminifera benthik kecil terpilih, yaitu: *Elphidium depresselum*, *Elphidium jenseni*, *Ammobaculites agglutinans*, *Asterorotalia trispinosa*, *Trochammina nana*, *Heterolepa*

subhaidingerii dan *Ammonia beccarii*. Foraminifera yang dominan sama dengan di biozona II, yaitu *Ammonia beccarii* dengan jumlah 545 spesimen atau sebesar 22% dari total spesimen foraminifera.

Biozona IV (Polen non mangrove)

Biozona Polen non mangrove terdiri dari 73 sampel sedimen yang terletak di *delta front*, *delta plain* dan *distributary channel* (Gambar 4). Berdasarkan foraminifera bentik kecil dan polen yang ditemukan, jumlah polen non mangrove merupakan jenis yang paling banyak ditemukan yaitu sebesar 2380 butir dengan jumlah spesies 226. Terdapat 2 kelompok terpilih dari polen non mangrove, yaitu: *Cyperaceae* dan *Graminae*. *Graminae* merupakan kelompok yang paling banyak jumlahnya (Tabel 3).

Jumlah spesimen dari *A. beccarii* pada biozona III lebih banyak dibandingkan dengan jumlah spesimen pada Biozona II. Spesies *Ammonia beccarii* merupakan jenis foraminifera bentik kecil yang termasuk ke dalam kelompok *Ammonia*. Menurut Murray (2006) kelompok *Ammonia* pada umumnya hidup secara infaunal, herbivora, tersebar luas pada lingkungan marin marginal di seluruh dunia; pada umumnya hidup di dalam sedimen dengan berbagai jenis lumpur dan kandungan *Total Organic Carbon* (TOC) tinggi, salinitas 10-31‰, *marsh-subtidal*, mempunyai kemampuan toleransi dengan salinitas lebih dari 50‰, dapat bertoleransi dengan oksigen rendah dalam beberapa hari sampai lingkungan anaerob. Terdapat 2 jenis *Ammonia*, yaitu *Ammonia beccarii* dan *Ammonia tepida*.

Meskipun kedua biozona mempunyai jenis

Tabel 3. Keberadaan Spesies Terpilih Dalam Setiap Biozona Delta Mahakam

NO	BIOZONA	JUMLAH DAN KODE SAMPEL SEDIMEN	SPESES TERPILIH (Jumlah spesimen /butir ≥5%)
1	BIOZONA I (POLEN PALMAE)	1 sampel di Delta Plain: DP25	1. <i>Nypa fruticans</i> (6%) 2. <i>Oncosperma tigillarum</i> (91%)
2	BIOZONA II (FORAMINIFERA "A")	1 sampel di Delta Front: DF3	1. <i>Ammonia tepida</i> (5%) 2. <i>Heterolepa subhaidingerii</i> (6%) 3. <i>Asterorotalia trispinosa</i> (9%) 4. <i>Elphidium depressulum</i> (10%) 5. <i>Cibicidoides mediocris</i> (18%) 6. <i>Ammonia beccarii</i> (23%)
3	BIOZONA III (FORAMINIFERA "B")	8 sampel di Delta Front: DF9, DF11, DF14, DF17, DF18, DF22, DF24, DF28	1. <i>Elphidium depressulum</i> (5%) 2. <i>Elphidium jenseni</i> (5%) 3. <i>Ammobaculites agglutinans</i> (7%) 4. <i>Asterorotalia trispinosa</i> (8%) 5. <i>Trochammina nana</i> (11%) 6. <i>Heterolepa subhaidingerii</i> (20%) 7. <i>Ammonia beccarii</i> (22%)
4	BIOZONA IV (POLEN NON MANGROVE)	73 sampel terdiri dari: 21 sampel di Delta Front: DF1 - DF2; DF4 - DF8; DF10; DF12 - DF13; DF15 - DF16; DF19 - DF21; DF23; DF25 - DF27; DE29 - DF30. 29 sampel di Delta Plain: DP1 - DP24; DP7, DP26 - DP30. 23 sampel di Distributary channel: DC1 - DC23	1. <i>Cyperaceae</i> (6%) 2. <i>Gramineae</i> (11%)

PEMBAHASAN

Biozona I (Polen palmae) yang terletak di *delta plain* bagian atas didominasi oleh jenis Polen palmae *Oncospermatigillarum* (Gambar 4). Menurut Winantris, dkk. (2012) *Oncospermatigillarum* merupakan tumbuhan yang menghasilkan polen dalam jumlah banyak pada lingkungan yang terhubung dengan *distributary channel*. Menurut Bhattacharya dan Walker (1992) *delta plain* merupakan bagian dari delta yang mengandung *distributary channel*, sehingga dapat diperkirakan bahwa delta plain merupakan lingkungan yang optimal untuk perkembangan kehidupan *Oncospermatigillarum*.

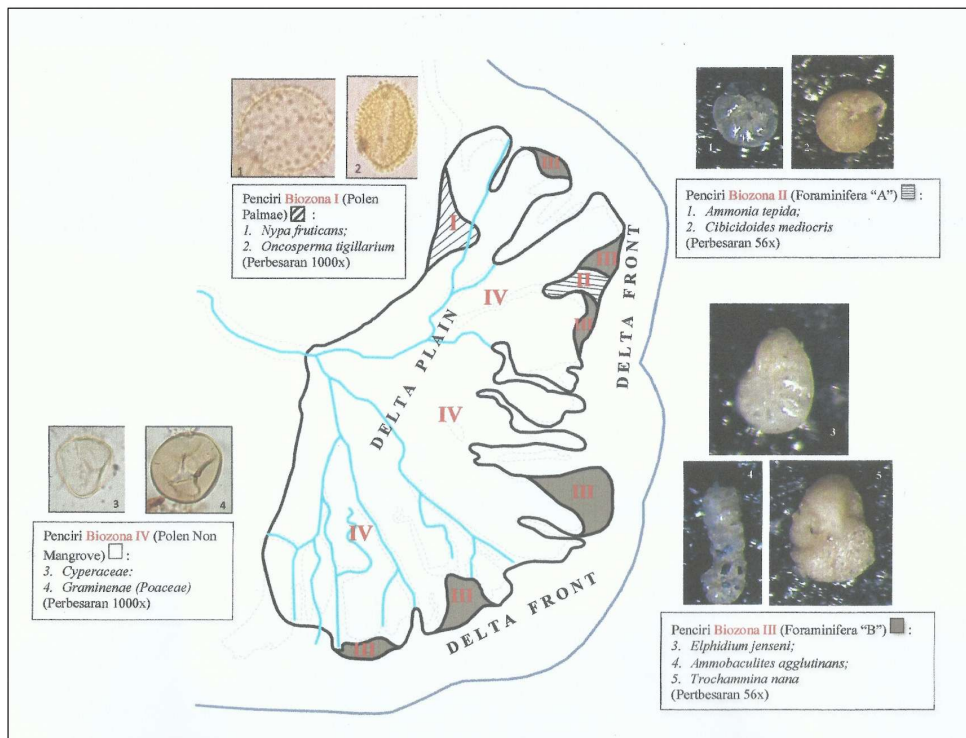
Biozona II (Foraminifera "A") dan biozona III (Foraminifera "B") terletak pada *delta front* mempunyai jenis foraminifera bentik kecil dominan yang sama yaitu *Ammonia beccarii*, tetapi jumlah spesimennya berbeda.

foraminifera bentik kecil dominan yang sama tetapi ada beberapa spesies terpilih yang hanya ditemukan di setiap biozona. Spesies foraminifera bentik terpilih yang hanya ditemukan di biozona II adalah *Ammonia tepida* dan *Cibicidoides mediocris*, sehingga kedua spesies ini dapat dijadikan sebagai penciri dari biozona II (Gambar 4). Sedangkan spesies terpilih yang hanya ditemukan di biozona III adalah *Elphidium jenseni*, *Ammobaculites agglutinans* dan *Trochammina nana*. Ketiga spesies ini dapat dijadikan sebagai spesies penciri biozona III (Gambar 4). Adanya perbedaan spesies terpilih, jumlah spesies dan jumlah spesimen foraminifera bentik kecil menunjukkan kedua biozona mempunyai lingkungan yang berbeda. Ditemukannya 2 spesies terpilih yang berbinding cangkang aglutinin pada biozona III yaitu *Trochammina nana* dan *Ammobaculites agglutinans*

menunjukkan bahwa pada biozona III terdapat pengaruh aliran sungai yang lebih besar dibandingkan dengan daerah di biozona II. Lambert (2003) menyatakan bahwa salinitas rendah merupakan tempat yang baik bagi perkembangan foraminifera bercangkang aglutinin.

Spesies terpilih dari biozona IV berasal dari golongan tumbuhan *Cyperaceae* dan *Graminae*. *Cyperaceae* merupakan tumbuhan herba mirip rumput yang hidup di lahan basah, sedangkan *Graminae* adalah kelompok rumput - rumputan yang hidup di lahan basah, hutan dan tundra. Biozona IV tersebar di *delta plain*, *distributary channel* dan *delta front* (Gambar 4).

sampel sedimen sebanyak 29 sampel sedimen. Hasil penelitian menunjukkan lingkungan *delta front* sangat bervariasi karena adanya pengaruh laut dan arus pasang surut. Sementara itu, penelitian ini dilakukan terhadap 83 sampel sedimen yang diperoleh dari tiga bagian Delta Mahakam, yaitu *delta front*, *delta plain*, dan *distributary channel*. Oleh karena itu, hasil penelitian yang diperoleh juga berbeda. Kemajuan dari penelitian ini dibandingkan dengan penelitian sebelumnya adalah bertambahnya data foraminifera benthik kecil dan polen serta terdeteksinya penyebab adanya perbedaan sumber sedimen di Delta Mahakam.



Gambar 4. Pola Distribusi Biozona Delta Mahakam Berdasarkan Kumpulan Foarminifera Benthik Kecil dan Polen.

Pola distribusi biozona Delta Mahakam pada Bagian Utara dan Selatan menunjukkan perbedaan (Gambar 4). Biozona di Bagian Utara lebih beragam yaitu terdiri dari biozona I, biozona II, biozona III dan biozona IV, sedangkan di Bagian Selatan hanya terdiri dari biozona III dan biozona IV. Hal ini menunjukkan adanya perbedaan sumber sedimen pada saat proses pembentukan Delta Mahakam.

Menurut Bhattacharya dan Walker (1992) Delta Mahakam terdiri dari 2 sistem *distributary* yaitu *southernly distributary system* dan *northernly distributary system*. Adanya 2 sistem *distributary* ini yang menyebabkan adanya perbedaan sumber sedimen di Delta Mahakam.

Penelitian ini merupakan pengembangan dari penelitian tentang kumpulan foraminifera benthik kecil dan polen yang dilakukan oleh Jurnaliah dan Winantris (2015). Pada tahun 2015, penelitian dilakukan hanya pada bagian *delta front* Delta Mahakam dengan jumlah

KESIMPULAN

Delta Mahakam terbagimenjadi 4 biozona, yaitu: Biozonal (Polen Palmae), biozona II (Foraminifera "A"), biozona III (Foraminifera "B") dan biozona IV (Polen Non Mangrove). Biozona I terdapat di *delta plain* bagian atas, biozona II dan biozona III terdapat pada *delta front*, sedangkan biozona IV tersebar di sebagian besar *delta plain* dan *distributary channel* serta sebagian kecil *delta front*. Bagian Utara Delta Mahakam menunjukkan pola distribusi biozona yang lebih beragam dibandingkan dengan Bagian Selatan. Perbedaan biozona pada setiap bagian dari Delta Mahakam menunjukkan perbedaan lingkungan yang disebabkan oleh adanya perbedaan sumber sedimen, pengaruh arus laut dan aliran sungai.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian di Delta Mahakam tidak dapat terlaksana tanpa adanya dukungan dari TOTAL E&P Indonesia yang

telah memberikan ijin untuk pengambilan sampel sedimen di dalam wilayah kerjanya, serta dukungan dari Sdri. Sheilla Faradella Ariefani, Sdri. Hurin dan Sdri. Ria Fitriani yang telah membantu dalam preparasi sampel sedimen dan penyempurnaan gambar. Oleh sebab itu, ucapan terima kasih disampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan.

DAFTAR ACUAN

- Bhattacharya, J.P. dan Walker, R.G.. 1992. *Deltas. In Facies Models Response to Sea Level Change*. Geological Association of Canada. Hal. 157.
- Erdtman, G. 1966. *Pollen Morphology and Plant Taxonomy*. Hanfer Publishing Company, New York and London.
- Huang dan Tseng-Chieng. 1972. *Pollen flora of Taiwan*. [Taipei] National Taiwan University, Botany Dept. Press.
- Jurnaliah, L. dan Winantris. 2015. Distribusi Submikrofosil (Polen dan Foraminifera) Pada Delta Front Di Delta Mahakam, Kalimantan Timur. Vol. 13., No. 3. Desember 2015. *Bulletin of Scientific Contribution*. Hal. 169-181.
- Lambert, B. 2003. *Micropaleontological Investigations in The Modern Mahakam Delta, East Kalimantan (Indonesia)*. Notebooks on Geology: Article 2003/02. https://paleopolis.rediris.es/cg/CG2003_A02_B1/
- 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.
- Murray, J. W. 2006. *Ecology & Applications of Benthic Foraminifera*. Cambridge University Press. UK; pp. 327-343.
- Sowunmi, M.A. 1972. Pollen morphology of the palmae and its bearing on taxonomy. *Review of Palaeobotany and Palynology, Volume 13, Issue 1, 1972, Pages 1-80, ISSN 0034-6667, [https://doi.org/10.1016/0034-6667\(72\)90044-9](https://doi.org/10.1016/0034-6667(72)90044-9)*.
- Storms, J.E.A., Hoogendoorn, R.M., Dam, R.A.C., Hoitink, A.J.F., dan Kroonenberg, S.B. 2005. *Late-Holocene evolution of the Mahakam delta, East Kalimantan, Indonesia*.
- Sun, Xiangjun, Li, Xun, Beug dan Hans-Jurgen. 1999. Pollen distribution in hemipelagic surface sediments of the South China Sea and its relation to modern vegetation distribution. *Marine Geology*, 156 (1). 211-226 doi:10.1016/s0025-3227(98)00180-7.
- Supriatna, S., Sukardi dan Rustandi, E. 2011. *Peta Geologi Lembar Samarinda, Kalimantan. Badan Geologi*. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Van Marle, L.J., 1991. *Eastern Indonesian Late Cenozoic Smaller Benthic Foraminifera*. Amsterdam. Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen (Afdeling Natuurkunde, Eerste Reeks, No. 34).
- Willard, D.A., Bernhardt, E.C., Weimer, L., Cooper, S.R., Gamez, D. dan Jensen, J. 2004. *Atlas of pollen and spores of the Florida Everglades, Palynology*, 28:1, 175-227, DOI: [10.1080/01916122.2004.9989597](https://doi.org/10.1080/01916122.2004.9989597)
- Winantris, Syafri, I., dan Rahardjo, A.T. 2012. *Oncosperma tigillarium* Merupakan bagian Palino Karakter Delta Plain Di Delta Mahakam, Kalimantan. *Bionatura-Jurnal Ilmu - Ilmu hayati dan Fisik*. Vol. 14, No. 3, November 2012, hal. 228-236.

