



Bulletin of Scientific Contribution GEOLOGY

Fakultas Teknik Geologi
UNIVERSITAS PADJADJARAN

homepage: <http://jurnal.unpad.ac.id/bsc>
p-ISSN: 1693-4873; e-ISSN: 2541-514X



Volume 20, No.2
Agustus 2022

UMUR DAN LINGKUNGAN PENGENDAPAN SUB CEKUNGAN TARAKAN, KALIMANTAN UTARA BERDASARKAN DATA PALINOLOGI SUMUR RANU

Fadhilah Nur Rismayana^{1*}, Winantris¹, Lia Jurnaliah¹, Dedy Kurniadi²

¹Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran
Jl. Raya Bandung Sumedang km 21, Jatinangor, Kab. Sumedang 45363, Jawa Barat

²Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi "LEMIGAS"
Jl. Ciledug Raya Kavling 109, Cipulir, Kebayoran Lama, 12230, DKI Jakarta

*Korespondensi: fadhilah18001@mail.unpad.ac.id

ABSTRACT

*This research was conducted to determine the age zone and ancient depositional environment from the palinological aspect. A palinological study was carried out on 25 selected cutting samples from the Ranu Well drilled in the Tarakan Sub-basin located in North Kalimantan at depth intervals of 1270 to 11050 feet. The standard acid method of palinological preparation was carried out to separate pollen and spores from the sediment, description and determination were carried out to see the characteristics of pollen and spores contained in the research sample using quantitative calculations based on individual abundance. Through an interval zone approach, the well is divided into 2 palinological zones, namely the upper part of *Florschuetzia meridionalis* zone to the lower part of *Stenochlaenidites papuanus* zone and the Upper Part of *Stenochlaenidites papuanus* zone which is limited by the first occurrence of *Stenochlaenidites papuanus*. Furthermore, the taxa were grouped based on the similarity of their environmental habitats and an analysis of the ancient depositional environment was carried out by adapting the deltaic environmental classification because it consisted of an abundance of mangroves, back-mangroves, peat swamps, and freshwater. The results of the analysis show that the relative age of the Tarakan Subbasin based on the palinological data of the Ranu Well is middle Miocene to early Pliocene with a depositional environment from lower delta plain (distal) to upper delta plain (distal).*

Keywords: *Palynology, Tarakan sub-basin, Miocene-Pliocene, Delta environment*

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui zonasi umur dan lingkungan pengendapan purba dari aspek palinologinya. Studi palinologi telah dilakukan terhadap 25 sampel *cutting* terpilih dari Sumur Ranu yang dibor di Sub-cekungan Tarakan yang terletak di Kalimantan Utara pada interval kedalaman 1270 sampai 11050 kaki. Metode asam standar teknik preparasi palinologi dilakukan untuk memisahkan polen dan spora dari sedimen, deskripsi dan determinasi untuk melihat karakteristik polen dan spora yang terdapat pada sampel penelitian menggunakan perhitungan kuantitatif berdasarkan kelimpahan individu. Melalui pendekatan zona selang, maka sumur ini dibagi menjadi 2 zona palinologi yaitu zona *Florschuetzia meridionalis* bagian atas sampai zona *Stenochlaenidites papuanus* bagian bawah dan zona *Stenochlaenidites papuanus* bagian atas yang dibatasi oleh kemunculan awal *Stenochlaenidites papuanus*. Selanjutnya taksa dikelompokkan berdasarkan kesamaan habitat lingkungannya dan dilakukan analisis lingkungan pengendapan purba dengan mengadaptasi klasifikasi lingkungan delta karena terdiri dari keberlimpahan *mangrove*, *back-mangrove*, *peat swamp*, dan *freshwater*. Hasil analisis menunjukkan bahwa umur relatif dari Subcekungan Tarakan berdasarkan data palinologi Sumur Ranu adalah Miosen Tengah sampai Pliosen Awal dengan lingkungan pengendapan dari *lower delta plain* (distal) sampai *upper delta plain* (distal).

Kata Kunci: *Palinologi, Sub-cekungan Tarakan, Miosen-Pliosen, Lingkungan delta*

PENDAHULUAN

Traverse (1988) mendefinisikan palinologi sebagai sebuah studi mengenai material-material halus seperti debu, dalam hal ini

palinomorf yang salah satunya adalah polen dan spora. Palinomorf dapat ditemukan berlimpah pada lingkungan delta, dimana foraminifera dan nannoplanton hanya

ditemukan dengan kelimpahan rendah. Studi palinologi merupakan salah satu alat penting untuk dilakukan pada cekungan sedimen dengan lingkungan darat sampai transisi. Salah satu aplikasi dari palinologi adalah dalam studi biostratigrafi. Menurut Setyaningsih (2009) biostratigrafi banyak digunakan oleh perusahaan minyak bumi dan gas (migas) dalam rangka mengetahui kondisi stratigrafi lokasi penelitian sebelum dilakukannya kegiatan eksplorasi. Kondisi stratigrafi menyangkut aspek ketetapan umur dan interpretasi lingkungan pengendapan, oleh karena itu melalui studi ini diharapkan dapat diketahui umur relatif dan lingkungan pengendapan daerah penelitian berdasarkan data palinologi.

Lokasi penelitian secara regional berlokasi di Sub-cekungan Tarakan, bagian dari Cekungan Tarakan yang merupakan salah satu dari tiga (3) cekungan tersier utama di bagian timur tepi kontinen Kalimantan (Gambar 1.). Penyusunnya berasal dari sedimen klastik yang mendominasi dari ukuran halus hingga kasar dan endapan karbonat hadir di beberapa antaranya. Berdasarkan hasil penelitian Sudarmono dkk. (2017), Sub-cekungan Tarakan terdiri dari beberapa formasi yang mulai diendapkan sejak kala Miosen Tengah. Adapun formasi yang masuk dalam daerah penelitian yaitu: Formasi Tabul, Formasi Santul, dan Formasi Tarakan. Ketiga formasi tersebut tersusun atas perselingan batulempung, batulanau, batupasir, dan lapisan tipis batubara. Formasi Tabul dan Formasi Santul diendapkan selama Miosen Tengah bagian atas sampai Miosen Akhir di lingkungan pengendapan *delta plain* sampai laut dangkal, sedangkan Formasi Tarakan diendapkan pada kala Pliosen di lingkungan *lower delta plain* sampai *upper delta plain* (Sudarmono dkk., 2017, Akuanbati dkk., 1984). Ketiga formasi tersebut dihasilkan oleh fase regresi dengan pengendapan yang cepat di delta dan suplai sedimen yang sangat besar, mengakibatkan reaktivasi sesar-sesar lama Oligosen hingga Miosen Awal. Bersamaan dengan sedimentasi, reaktivasi sesar-sesar tersebut menyebabkan munculnya sesar tumbuh (Maulin, 2021). Pertumbuhan sesar terhenti sementara selama proses pengendapan Formasi Santul akibat fase transgresi pendek, kemudian sesar berlanjut selama Pliosen ketika Formasi Tarakan diendapkan (Gambar 2.).

METODE PENELITIAN

Objek yang digunakan pada penelitian ini merupakan sampel *cutting* palinologi hasil pengeboran Sumur Ranu di interval kedalaman 1270 sampai 11050 kaki.

Sampel yang dianalisis dipreparasi untuk memisahkan palinomorff dari sedimen menggunakan metode asam standar teknik preparasi palinologi. Setelah sampel ditumbuk hingga menjadi partikel-partikel kecil, pencampuran dengan bahan-bahan kimia dilakukan termasuk HCl, HF, HNO₃, dan ZnCl₂ untuk memisahkan palinomorff dari sedimen, diikuti pencampuran dengan KOH untuk membersihkan residu. Residu selanjutnya diayak menggunakan ayakan 5 mikron untuk memisahkan palinomorff dari material debris. Kemudian residu ditetaskan pada *object glass* menggunakan entelan lalu ditutup dengan *cover glass* dan preparat polen dan spora siap diamati di bawah mikroskop.

Proses pengamatan dilakukan di bawah mikroskop binokuler dengan perbesaran 400 X dan 1000 X sebanyak 200 individu sebagai penerapan dari analisis kuantitatif (Morley, 1990). Individu yang didapat kemudian dideskripsi dan diidentifikasi dengan menyebandingkan pada literatur antara lain Anderson & Muller (1975), Germeraad dkk. (1968), Morley (1976), Morley (1998), dan Punt (1962). Hasil identifikasi kemudian diplotkan dalam suatu diagram polen ke dalam komputer dengan menggunakan perangkat lunak *Ms. Excel* dan *C2*.

Penentuan umur relatif daerah penelitian dilakukan mengacu pada prinsip zona selang, dimana kemunculan awal atau akhir dari dua taksa penciri menjadi batas pada zona ini (Sandi Stratigrafi Indonesia, 1996), melalui pendekatan zonasi palinologi milik Rahardjo dkk. (1994) (Gambar 3.). Sedangkan penentuan lingkungan pengendapan dilihat dari dominansi kumpulan palinomorff dan membandingkan jumlah persentase tiap-tiap palinomorff dari masing-masing kedalaman. Taksa-taksa yang didapat dikelompokkan ke dalam pembagian zona vegetasi milik Haseldonckx (1974), kemudian dilakukan penghitungan kelimpahan masing-masing sampel dengan menghitung secara kuantitatif dalam bentuk persentase dengan rumus sebagai berikut (Rahardjo dkk., 2014 dalam Yosephin dkk., 2019):

$$\% \text{Palinomorff} / \text{conto} = \frac{\sum \text{Palinomorff} / \text{conto}}{\sum \text{Seluruh Palinomorff} / \text{conto}} \times 100 \%$$

Dari hasil kelimpahan tersebut maka dapat terlihat ekologi palinomorff yang mendominasi pada masing-masing kedalaman, kemudian interpretasi lingkungan pengendapan dilakukan dengan mengadaptasi pada klasifikasi lingkungan delta berdasarkan vegetasi milik Morley (1977) (Tabel 1.).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengamatan polen dan spora, didapat 2359 individu dari 55 taksa, memberikan hasil keragaman rendah sampai sedang (Hillen, 1986). Palinomorf yang muncul di sepanjang bagian berasal dari berbagai sumber termasuk *mangrove*, *back-mangrove*, *riparian*, *peatswamp*, *freshwater*, *lowland forest*, dan *montane forest*. Beberapa palinomorf terpilih yang secara signifikan muncul yaitu *Zonocostites ramonae*, *Florschuetzia meridionalis* (polen *mangrove*), *Florschuetzia levipoli*, *Spinizoncolpites echinatus* (polen *back-mangrove*), *Chephalomappa*, *Sapotaceoidaepollenites spp* (polen *peatswamp*), *Casuarina sp*, dan *Elaeocarpus type* (polen *freshwater*). *Zonocostites ramonae* adalah jenis polen khas dari genera *mangrove* yang masih ada, terutama *Rhizophora* (Germeraad dkk., 1968). Persentase polen *Rhizophora* yang tinggi terjadi di dekat sumbernya yang disebabkan oleh konsentrasi tinggi polen *Rhizophora*. Oleh karena itu, distribusi kuantitatifnya menjadikannya spesies yang berguna untuk interpretasi lingkungan (Muller dan Caratini, 1977). *Z. ramonae* hadir hampir di seluruh bagian menunjukkan keberadaan *mangrove* tipe *Rhizophora* di daerah ini (Yulianto dkk., 2019).

A. Interpretasi Umur

Berdasarkan zonasi palinologi, bahwa umur dari Sumur Ranu dengan interval kedalaman 1270'-11050' adalah Miosen Tengah bagian atas sampai Pliosen Awal. Penelitian ini membuktikan terdapatnya spesies penunjuk untuk umur Miosen-Pliosen meliputi *Florschuetzia trilobata*, *Florschuetzia levipoli*, *Florschuetzia meridionalis*, dan *Stenochlaenidites papuanus* (Gambar 4.). Mengacu pada zonasi palinologi milik Rahardjo dkk. (1994), daerah penelitian terbagi menjadi 2 zona palinologi, yaitu Zona *F. meridionalis* bagian atas sampai Zona *S. papuanus* bagian bawah dan Zona *S. papuanus* bagian atas (Gambar 5.). Zona *F. meridionalis* bagian atas sampai Zona *S. papuanus* bagian bawah berada di interval kedalaman 6340'-11050' ditandai dengan kehadiran bersama dari *F. trilobata*, *F. levipoli*, dan *F. meridionalis*. *F. trilobata* hanya hadir di tiga sampel terbawah, dimana menurut Morley (1991) dan Germeraad (1968) spesies ini masih hadir pada Zona *F. meridionalis* bagian atas namun segera menghilang. Kemunculan pertama *S. papuanus* menjadi batas antara kedua zona di interval kedalaman 1270'-6350'. Muller (1972) menyatakan bahwa spesies ini pertama

muncul di Kalimantan Utara di batas Miosen-Pliosen. Zona ini juga ditandai dengan kemunculan bersama dari *F. levipoli*, *F. meridionalis*, dan *S. papuanus*.

B. Lingkungan Pengendapan Purba

Dari hasil analisis kelimpahan palinologi menyatakan bahwa Sumur Ranu dengan interval kedalaman 1270'-11050' diendapkan pada lingkungan pengendapan *lower delta plain* (distal) sampai *upper delta plain* (distal) (Gambar 5.). Interval kedalaman 6340'-11050' diendapkan pada lingkungan *lower delta plain* (distal) yang ditandai dengan dominansi polen dari lingkungan payau terutama *Zonocostites ramonae* yang berasosiasi dengan polen asal *peatswamp* dan *freshwater*. Polen ini adalah dari jenis *Chephalomappa*, *Sapotaceoidaepollenites spp* (*peatswamp*), *Calophyllum type*, *Casuarina sp*, dan *Elaeocarpus type* (*freshwater*). Polen *peatswamp* di interval ini dengan kelimpahan cukup buruk dapat dianggap mewakili keberadaan endapan batubara tipis pada Formasi Tabul hingga Santul (Hidayati dkk, 2007).

Lingkungan pengendapan kemudian cenderung bergeser ke area yang lebih dangkal yaitu *lower delta plain* (proksimal) di interval kedalaman 5320'-5940' yang ditandai dengan ketiadaan *Z. ramonae* dan kelimpahan buruk palinomorf payau lainnya. Ketiadaan atau kelangkaan spesies ini pada beberapa bagian menunjukkan bahwa mereka *allochthonous* hasil transpor dari habitat *mangrove* yang dibawa oleh gelombang pasang naik tertinggi sehingga pengendapan sedimen tersebut terjadi pada jarak tertentu dari tepi *mangrove* (Obboh dkk, 1992; Anderson dan Muller, 1975; Winantris dan Darlan, 2016). Selanjutnya lingkungan pengendapan bergeser ke area yang lebih dalam yaitu *lower delta plain* (distal) di interval kedalaman 4630'-4640' ditandai dengan puncak polen *Z. ramonae* yang mengindikasikan fase transgresi (Morley, 1996). Interval ini diasumsikan setara dengan Formasi Santul yang dalam pembentukannya terjadi fase transgresi pendek (Hidayati dkk, 2007).

Selanjutnya lingkungan pengendapan secara bertahap bergeser ke area yang lebih dangkal yaitu *lower delta plain* (proksimal) sampai *upper delta plain* (distal) yang diasumsikan setara dengan Formasi Tarakan dimana fase regresi berlanjut di interval kedalaman 1270'-4200'. Hal ini ditandai dengan penurunan jumlah serta ketiadaan pada beberapa sampel dari *Z. ramonae*, hal tersebut dapat menunjukkan lingkungan yang semakin mendekati hinterland. Sementara itu,

Verrucatosporites usmensis sangat umum terjadi pada interval ini dimana kelimpahannya menunjukkan kawasan hutan rawa yang terdiri dari jenis pohon non-*Rhizophora* (Obloh dkk, 1992). Peningkatan jumlah pun terjadi pada jenis *Spinizonocolpites echinatus* (back-mangrove), *Chephalomappa*, *Sapotaceoidapollenites spp* (peatswamp), *Calophyllum type*, *Casuarina sp* (freshwater), dan spora *Laevigatosporites spp*. Peningkatan jumlah dari polen *peatswamp* di interval ini diinterpretasikan keberadaan endapan batubara yang meningkat pula. Hal ini didukung oleh keterdapatannya lapisan batubara yang ketebalannya meningkat dari formasi di bawahnya dan dianggap sebagai dasar dari Formasi Tarakan.

KESIMPULAN

Studi palinologi pada 25 percontong *cutting* Sumur Ranu dengan interval kedalaman 1270'-11050' menunjukkan zonasi palinologi daerah penelitian terdapat pada Zona *Florschuetzia meridionalis* bagian atas (interval 6340'-11050') sampai Zona *Stenochlaenidites papuanus* bagian bawah (1270'-6350') berdasarkan pada kemunculan awal *Stenochlaenidites papuanus* di kedalaman 6340'-6350' yang mewakili umur Miosen tengah bagian atas sampai Pliosen awal. Sedimentasi yang terjadi pada Sumur Ranu dengan interval kedalaman 1270'-11050' dimulai di *lower delta plain* (distal) kemudian secara bertahap bergeser ke area yang lebih dangkal di *upper delta plain* (distal).

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih ditujukan kepada Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran dan LEMIGAS khususnya kelompok stratigrafi sebagai penyedia data yang telah membantu dan memberi dukungan dalam penelitian ini.

REFERENSI

Akuanbatin, H., Rosandi, T., & Samuel, L. (1984). Depositonal Environment of the Hydrocarbon Bearing Tabul, Santul and Tarakan Formations at Bunyu Island, NE Kalimantan.

Allen and Chamber. (1988). Modern and Miocene Mahakam Delta, 24th Indonesian Petroleum Association Proceeding, Jakarta. p.225 – 231.

Anderson, J. A. R., & Muller, J. (1975). Palynological study of a Holocene peat and a Miocene coal deposit from NW Borneo. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 19(4), 291-351.

Bachtiar, A. (2006). *Geologi Pulau Kalimantan*. Bandung, ITB.

Germeraad, J. H., Hopping, C. A., & Muller, J. (1968). Palynology of Tertiary sediments from tropical areas. *Review of palaeobotany and palynology*, 6(3- 4), 189-348.

Haseldonckx, P. (1974). A palynological interpretation of palaeoenvironments in SE Asia. *Sains Malaysiana*, 3(2), 119-127.

Hidayati, S., Guritno, E., Argenton, A., Ziza, W., & Campana, I. D. (2007). Revisited structural framework of the Tarakan Sub-Basin. In *Proceedings of Indonesian Petroleum Association 31 st Annual Convention, Jakarta* (Vol. 1).

Hillen, R. (1986). Palynology as a tool in delineating tropical lowland depositional environments of late Quaternary age. *GEOSEA V Proceedings Vol. 1, Geological Society of Malaysia Bulletin*, 19, 495-504.

Husein, Salahuddin. (2017). Sedimentology and Stratigraphy of Upper Tarakan Formation, Tarakan Island, North Kalimantan, Indonesia.

Indonesia, K. S. S. (1996). Sandi Stratigrafi Indonesia. *Ikatan Ahli Geologi Indonesia*.

Maulin, H. B. (2021). Analisis sesar tumbuh pada sistem tektonik delta tersier di subcekungan tarakan, Kalimantan Utara. *Bulletin of Geology*, 5(2), 570-579.

Morley, R. J. (1976). *Vegetation Change in West Malesia During the Late Quaternary Period: A Palynological Study of Selected Lowland and Lower Montane Sites* (Doctoral dissertation, University of Hull).

Morley, R. J. (1990). Short Course Introduction to palynology with emphasis on Southeast Asia. *Fakultas Biologi UNSOED*, Purwokerto, 9-29.

Morley, R. J. (1991). Tertiary stratigraphic palynology in Southeast Asia: current status and new directions.

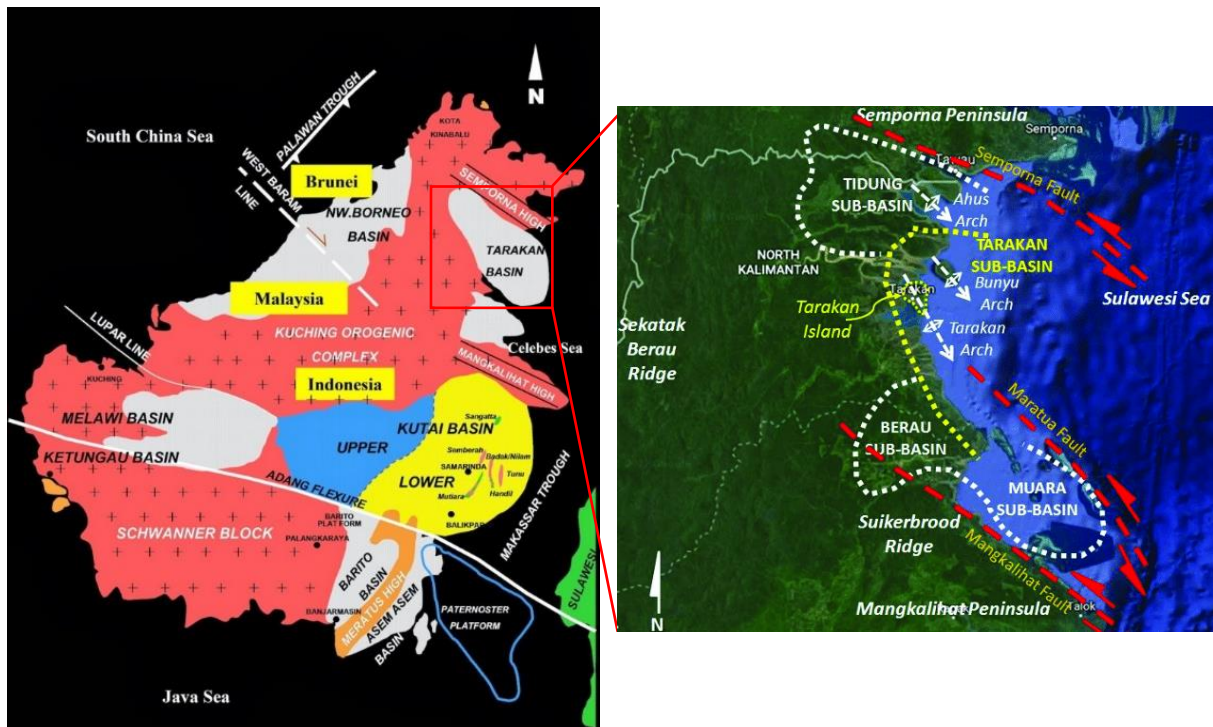
Morley, R. J. (1996). Biostratigraphic characterization of systems tracts in Tertiary sedimentary basins.

Morley, R. J. (1998). Palynological evidence for Tertiary plant dispersals in the SE Asian region in relation to plate tectonics and climate. *Biogeography and geological evolution of SE Asia*, 211-234.

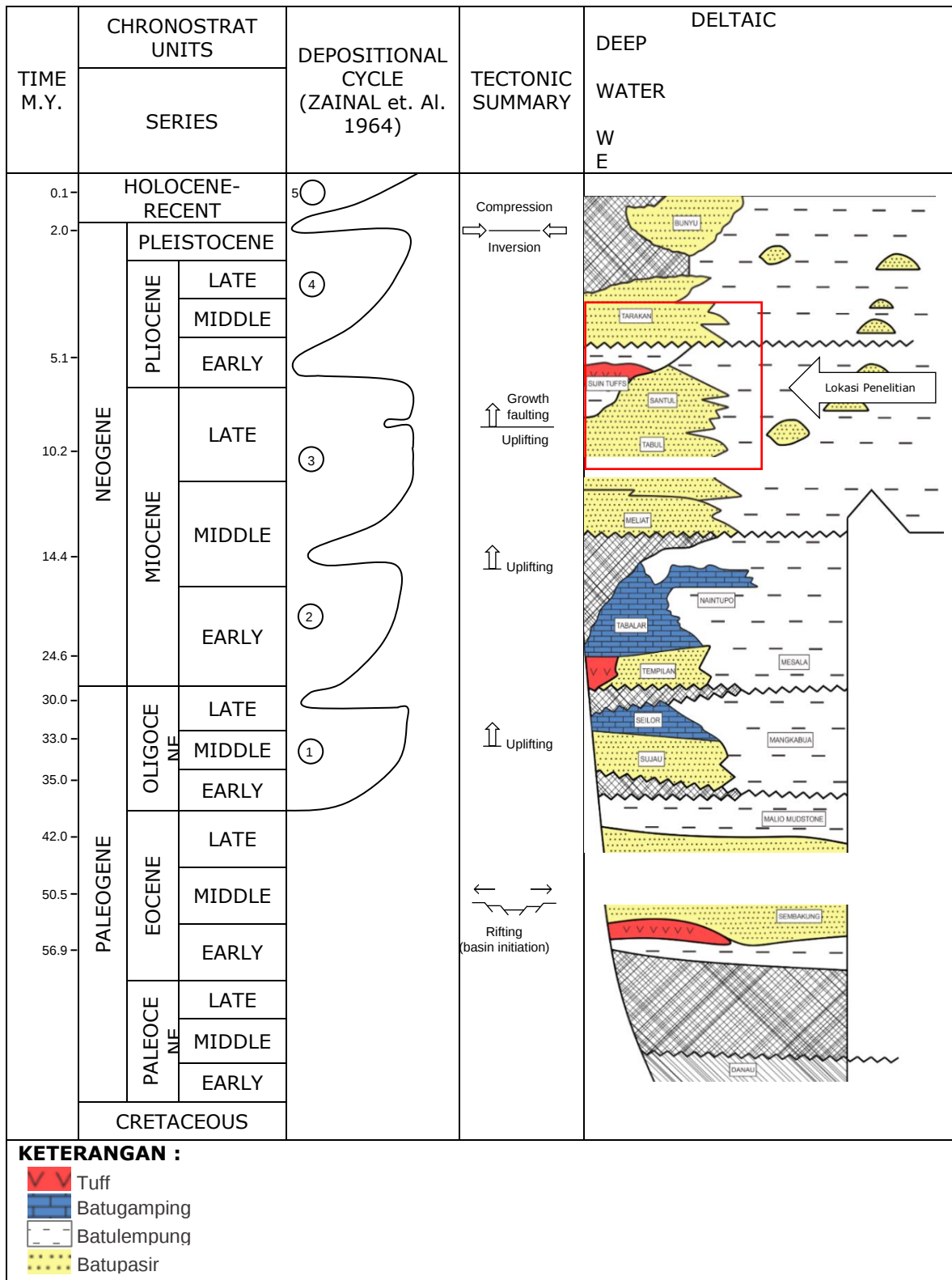
Muller, J. (1972). *Palynological evidence for change in geomorphology, climate and vegetation in the Mio-Pliocene of Malesia*.

Muller, J. and Caratini, C. (1977). Pollen of *Rhizophora* (Rhizophoraceae) as a guide fossil. *Pollen Spores*, 19(3), 361-389.

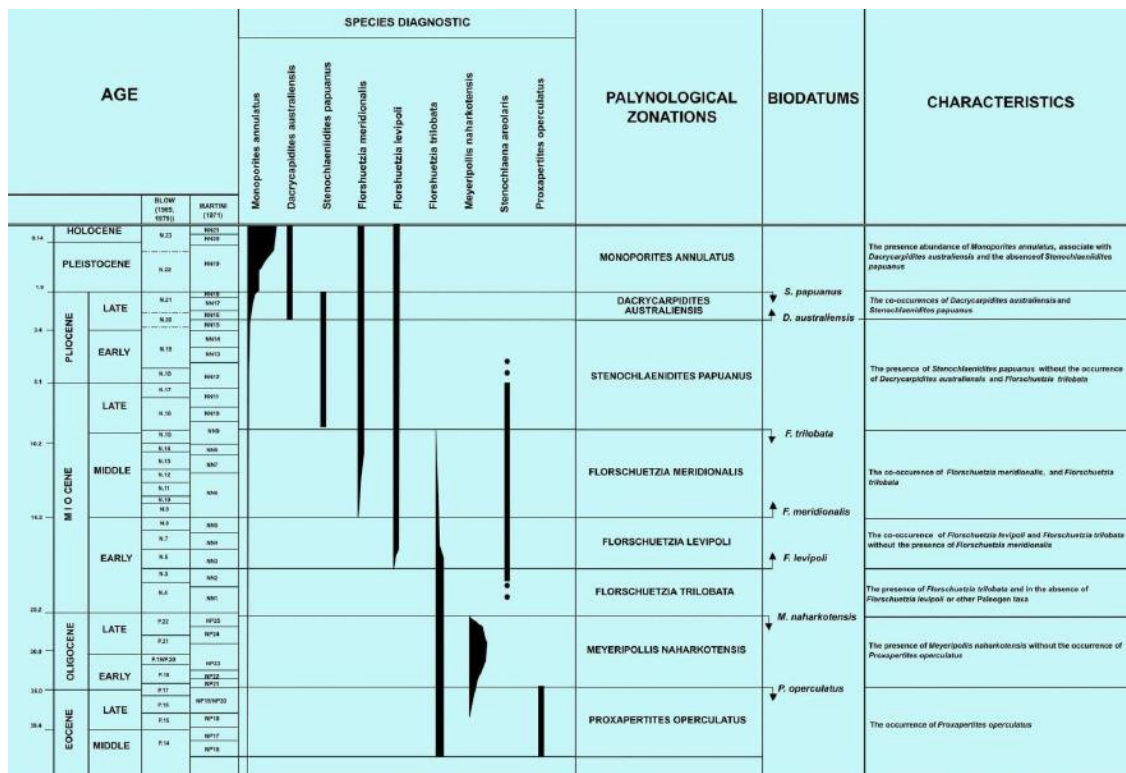
- Oboh, F. E., Salami, M. B., & Chapman, J. L. (1992). Palynological interpretation of the palaeoenvironments of Miocene strata of the well Igbomatoru-1, Niger delta. *Journal of Micropalaentology*, 11(1), 1-6.
- Punt, W. (1962). Pollen morphology of the Euphorbiaceae with special reference to taxonomy. *Wentia*, 7(1), 1-116.
- Rahardjo, A. T. (2014). In Yosephin dkk, 2019. Palinologi Laut di Selat Sumba, Nusa Tenggara Timur. *RISSET Geologi dan Pertambangan*, 29(1), 43-52.
- Rahardjo, A. T., dkk. (1994). Zonasi Polen Tersier Pulau Jawa. *Makalah Ikatan Ahli Geologi Indonesia, Pertemuan Ilmiah Tahunan*, pp. 77-87.
- Setyaningsih, C. A. (2009). Studi Palinologi Formasi Mentawir, Sub Cekungan Kutai Bawah, Kalimantan Timur. *Widyariset*, 12(1), 109-116.
- Sudarmono, A., Direza, H. B., & Maulin, A. W. (2017). Some new insights to tectonics and stratigraphic evolution of the Tarakan Sub-Basin, North East Kalimantan, Indonesia. In *Proceedings Indonesian Petroleum Association 41st Annual Convention and Exhibition*, IPA17-722-G.
- Traverse, A. 1988. *Paleopalynology*. Boston: Department of Geosciences, College of Earth and Mineral Science, The Pennsylvania State University: 600 p.
- Winantris, & Darlan, Yudi. (2016). Perubahan Lingkungan Sedimentasi Delta Kapuas berdasarkan Data Polen. In *Proceedings of the 3rd National Seminar of the Faculty of Geological Engineering, Padjadjaran University* (Vol. 3).
- Yulianto, Eko & Sri Sukapti, Woro & Setiawan, Ruly. (2019). Palinostratigrafi, Paleoekologi, dan Paleoklimatologi Plistosen Awal berdasarkan Studi Palinologi Formasi Pucangan di Daerah Sangiran. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, 20(3), 133-141.



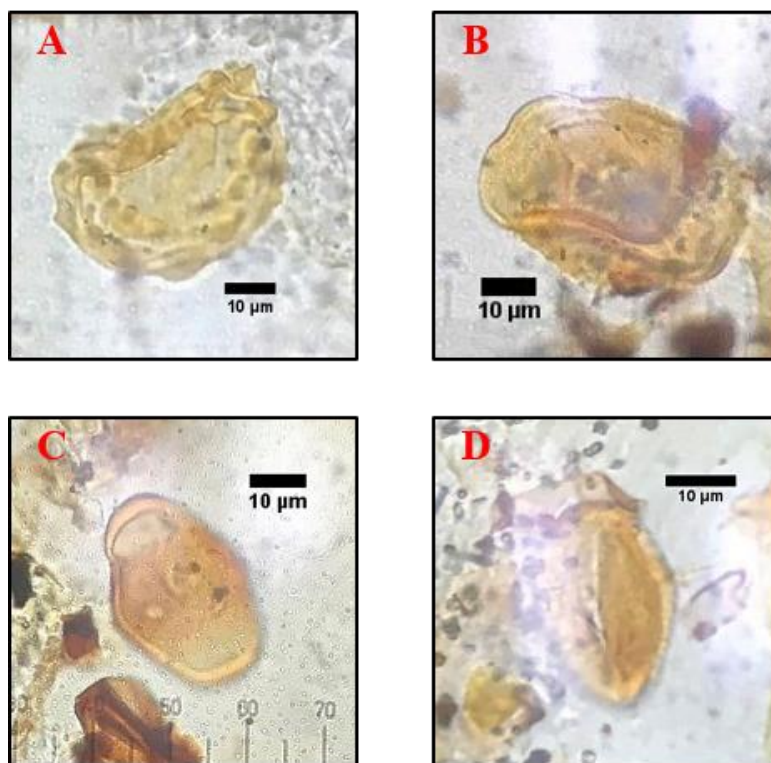
Gambar 1. Fisiografi Pulau Kalimantan dan Distribusi Sub-cekungan pada Cekungan Tarakan (Bachtar, 2006; Husein, 2017)



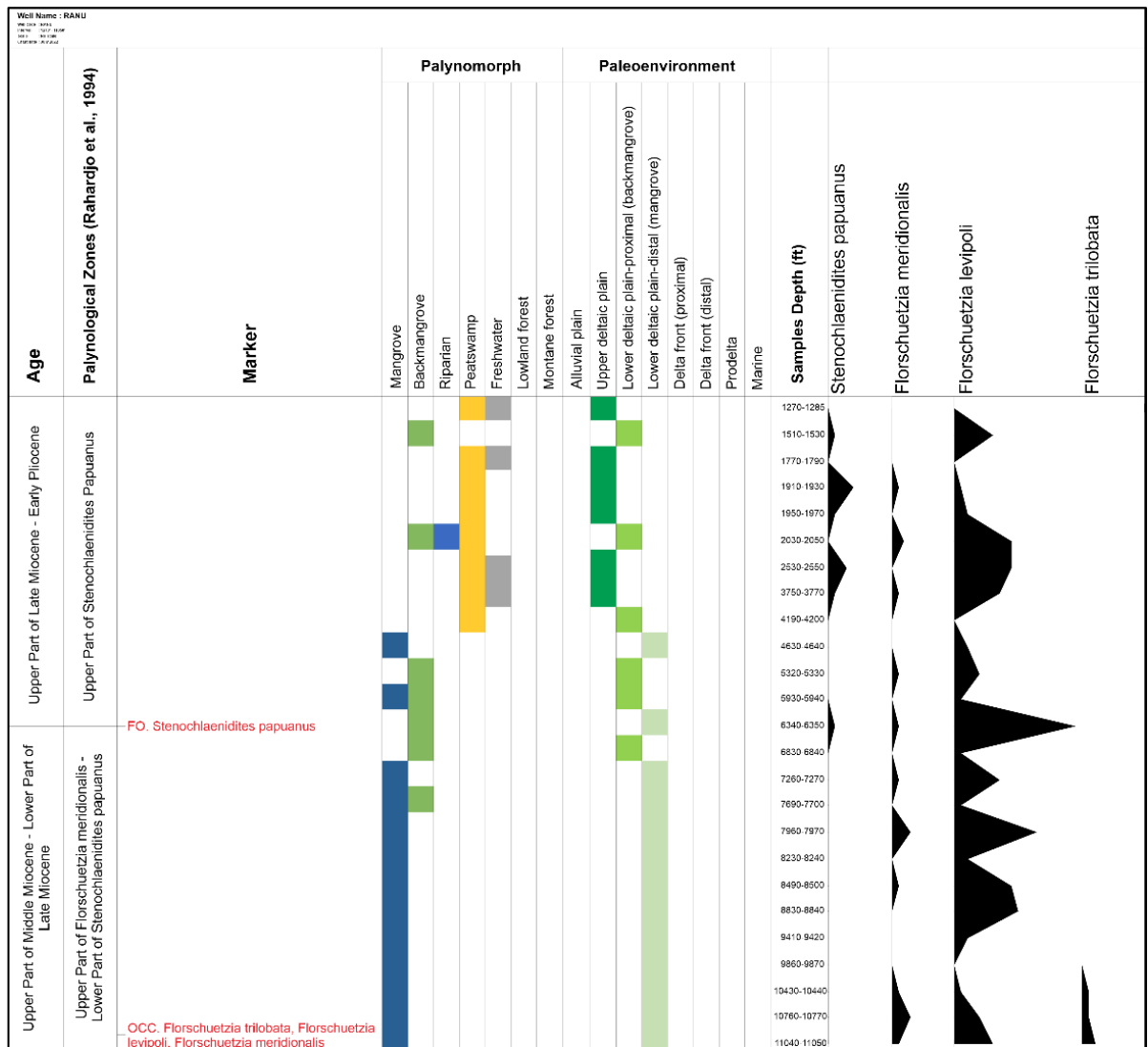
Gambar 2. Kolom stratigrafi Cekungan Tarakan (Hidayati dkk., 2007)



Gambar 3. Zonasi palinologi (Rahardjo dkk., 1994)



Gambar 4. Beberapa spesies penunjuk yang menunjukkan umur Miosen-Pliosen. (A) *Stenochlaenidites papuanus*. (B) *Florschuetzia meridionalis*. (C) *Florschuetzia levipoli*. (D) *Florschuetzia trilobata*.

**Gambar 5.** Umur dan lingkungan pengendapan daerah penelitian**Tabel 1.** Klasifikasi lingkungan pengendapan delta (Morley, 1977; dalam Allen & Chamber 1988)

Deltaic province	Type sub-environment	Major plant association
Alluvial plain	Meander belts, flood plain, alluvial swamp, freshwater, non-tidal channel	Alluvial swamp communities, riparian association, minor peatswamp forest communities
Upper deltaic plain	Meander belt, peatswamp, freshwater channel	Peatswamp forest association, riparian association, minor mangrove/ backmangrove, development alluvial swamp forest communities
Lower deltaic plain	Mangrove swamp, brackish tidal channel, tidal flat, smaller estuaries	Mangrove forest, backmangrove forest
Delta front platform	Tidal flats, mouth of distributaries and estuaries, subaqueous environment, lagoons	No vascular vegetation

