



Paleosalinitas batupasir gampingan, batulempung, dan batupasir Formasi Lemau dengan metode analisa klaster, Daerah Muara Simpur dan sekitarnya, Kecamatan Ulu Talo, Kabupaten Seluma, Bengkulu

INNAKA PUTRICIA DAN HARNANI*

Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Jl. Raya Palembang – Prabumulih Km. 32, Sumatera Selatan 30662

<p>Kata kunci: paleosalinitas, Formasi Lemau, <i>foraminifera bentonik</i>, Bengkulu</p>	<p>ABSTRAK: Foraminifera pertama kali muncul pada Zaman Yura yang diwakili oleh golongan Globigerinidae. Selanjutnya golongan ini berkembang secara meningkat terus hingga Zaman Tersier dan Kuartar. Ukuran fosil foraminifera berukuran kecil sehingga disebut sebagai fosil mikro. Foraminifera adalah organisme uniseluler, yang memiliki bidang yang merupakan batas antara kamar satu dengan yang lainnya biasanya terdapat lubang-lubang halus yang disebut foramen. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui kondisi kandungan garam dalam air pada masa lampau (paleosalinitas) berdasarkan keterdapatan foraminifera bentonik kecil pada sampel batuan Formasi Lemau di Daerah Muara Simpur dan sekitarnya, Bengkulu. Penelitian ini menggunakan 6 sampel batuan yang didapat dari hasil observasi lapangan. Metode yang digunakan ialah analisis foraminifera bentonik kecil pada sampel yang telah dilakukan preparasi, yang selanjutnya diklasifikasikan berdasarkan genusnya. Penelitian ini mendapatkan hasil bahwa paleosalinitas daerah penelitian relatif berada pada kondisi salinitas air normal 32-40% namun sempat berubah dalam kondisi salinitas rendah < 32%. Perubahan paleosalinitas pada kala pengendapan Formasi Lemau dapat diakibatkan oleh faktor perbedaan kedalaman, perubahan muka air laut, serta kondisi iklim dan kondisi tektonik daerah penelitian.</p>
<p>Keywords: paleosalinity, Lemau Formation, <i>foraminifera bentonik</i>, Bengkulu</p>	<p>ABSTRACT: Foraminifera first appeared in the Jurassic Period, represented by the Globigerinidae group. Furthermore, this group developed continuously until the Tertiary and Quaternary Periods. The size of foraminifera fossils is small so they are called microfossils. Foraminifera are unicellular organisms, which have areas that form the boundaries between one chamber and another, usually containing fine holes called foramina. This research is intended to determine the condition of salt content in water in the past (paleosalinity) based on the presence of small benthonic foraminifera in rock samples from the Lemau Formation in the Muara Simpur area and its surroundings, Bengkulu. This research used 6 rock samples obtained from field observations. The method used is analysis of small benthonic foraminifera in samples that have been prepared, which are then classified based on their genus. This research found that the paleosalinity of the research area was relatively normal water salinity conditions of 32-40%, but changed in conditions of low salinity <32%. Changes in paleosalinity during the deposition of the Lemau Formation could be caused by differences in depth, changes in sea level, as well as climatic and tectonic conditions in the study area.</p>

1 PENDAHULUAN

Cekungan Bengkulu adalah cekungan busur depan (*fore arc basin*). Cekungan busur depan mulai terbentuk saat terjadinya tubrukan lempeng samudra dan lempeng benua (subduksi) antara lempeng Indo-Australia yang menunjam di bawah lempeng Eurasia yang terjadi sekitar 45 Ma [9].

Selain itu, kondisi tersebut juga terlihat dari posisinya terhadap busur magmatik yang juga berhubungan dengan sistem penunjaman Sumatera [5]. Hal tersebut terbukti oleh adanya pengangkatan Bukit Barisan yang terjadi selama *Plio-Pleistosen*. Akibatnya Cekungan Bengkulu yang dulunya merupakan satu kesatuan dengan Cekungan Sumatera Selatan, menjadi terpisah.

* Corresponding Author: harnani@ft.unsri.ac.id

Salah satu formasi batuan yang menyusun Cekungan Bengkulu adalah Formasi Lemau. Formasi Lemau tersusun atas litologi batulempung, batulempung gampingan, batubara, konglomerat dan batupasir pada lingkungan pengendapan transisi-laut dangkal [6][8]. Proses pengendapan Formasi Lemau terhadap Formasi Seblat pada Miosen Tengah - Akhir terjadi secara tidak selaras [12].

Foraminifera merupakan organisme protozoa bersel tunggal yang mempunyai populasi besar, tersebar luas secara lateral dan vertikal, serta hidup hampir di seluruh lingkungan laut. Ukuran berkisar dari kurang dari 1 mm hingga lebih dari 100 mm [10]. Foraminifera dibagi menjadi 2 jenis yang hidup di dasar laut (plankton) maupun di dasar laut (bentik). Sebaran foraminifera dipengaruhi oleh kondisi ekologi, sehingga spesies tertentu mencerminkan kondisi ekologi tertentu, sehingga foraminifera dapat digunakan untuk mengetahui kondisi ekologi pada masa lalu. Fosil foraminifera dapat digunakan untuk menunjukkan paleoekologi, termasuk paleosalinitas.

Dalam penelitian ini analisis paleoekologi akan fokus pada komponen paleosalinitas yang mempengaruhi kehidupan foraminifera yang hidup di perairan laut. Paleosalinitas mempelajari kelarutan NaCl dalam air, dalam hal ini perubahan salinitas air laut akan berperan penting dalam variasi reproduksi semua organisme laut, termasuk termasuk foraminifera [7].

Penelitian ini dilakukan dengan dasar belum ada penelitian mengenai paleosalinitas pada daerah penelitian. Adapun lokasi penelitian dipilih berdasarkan dengan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Innaka P, (2023) yang memiliki keberagaman dan kelimpahan foraminifera planktonik dan bentonik kecil yang dapat mengindikasikan adanya perubahan paleoekologi daerah penelitian pada masa lampunya. Serta penelitian terdahulu terdapat tiga kondisi lingkungan pada formasi lemau yaitu rawa gambut air tawar, mangrove, dan laguna [8]. Hal ini semakin membuat penelitian ini menarik dilakukan dengan adanya indikasi-indikasi tersebut, sehingga penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi mengenai bagaimana perubahan salinitas pada Formasi Lemau daerah penelitian. Daerah penelitian secara administratif terletak di Daerah Muara Nibung, Kecamatan Ulu Talo, Kabupaten Seluma, Provinsi Bengkulu (Gambar 1) [4]. Secara geografis terletak pada koordinat S 4° 02' 23,96" - E 102° 31' 48,65". Sedangkan secara geologi regional, termasuk dalam Peta Geologi Lembar Manna dan Enggano Sumatera [1].

2 METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yang dilakukan sebagai berikut:

Pra-Lapangan

Pra-Lapangan dilakukan sebelum menuju ke lapangan yang meliputi beberapa hal, yaitu studi literatur, pembuatan peta dasar, dan survei lapangan. Hal ini merupakan kegiatan yang mempelajari keadaan lapangan melalui literatur - literatur atau studi pustaka terdahulu, dan peta daerah penelitian.

Observasi Lapangan

Observasi lapangan dilakukan setelah semua persiapan telah selesai. Dalam observasi lapangan ada beberapa hal yang dilakukan yaitu, pengambilan data lapangan dan pengambilan sampel batuan.

Analisa Laboratorium

Analisa laboratorium berupa preparasi sampel batuan yang telah didapat di Laboratorium Paleontologi dengan memecahkan sampel menjadi butiran-butiran sedang hingga kecil dan kemudian direndam selama 24 jam dengan campuran hidrogen peroksida (H_2O_2) dengan aquades (H_2O) dengan perbandingan 2 : 3, lalu dikeringkan dan dihasilkan berupa sampel butiran. Pada penelitian ini menggunakan foraminifera bentonik kecil yang dapat dilihat menggunakan mikroskop stereo binokuler, yang kemudian melakukan (*picking*) atau memisahkan fosil dengan sedimen lainnya menggunakan alat bantu jarum dan cawan. Proses selanjutnya adalah pengelompokan fosil yang telah didapatkan berdasarkan kesamaan bentuk dan karakteristik yang biasa disebut dengan metode determinasi. Kemudian interpretasi paleosalinitas daerah penelitian dianalisis menggunakan metode analisis kluster dengan menghitung kelimpahan fosil foraminifera bentonik kecil, kemudian mengelompokkan genus dominan foraminifera bentonik. Interpretasi paleosalinitas mengacu pada tingkatan salinitas berdasarkan klasifikasi menurut Boltovskoy (1991) dan Murray (1989; 1991) dalam Valchev (2003).

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada lokasi penelitian ditemukan litologi berupa batupasir, batulempung dan batupasir gampingan kontak dengan batulempung Formasi Lemau. Secara megaskopis batupasir Formasi Lemau memiliki warna segar abu putih cerah, warna lapuk cream keputihan, ukuran butir *fine sand* (0,125-0,25) dalam

skala wentworth [11], bentuk butir *rounded*, struktur sedimen laminasi, kemas *Grain Supported Fabric*, kekompakan batuan sangat kompak, dan bersifat karbonatan (Gambar 2). Secara mikroskopis melalui analisis petrografi yang dilakukan pada sayatan tipis batuan dengan perbesaran 40x dengan kode Tml-01 yang diambil di Desa Muara Nibung, dengan komposisi batuan terdiri atas fragmen berupa kuarsa (31%), glauconite (9%), orthoklas (4%), Piroksen (5%), Opak(10%), matriks berupa litik (23%), semen berupa mineral lempung (18%). Berdasarkan klasifikasi Dunham (1962), didapatkan nama batuan berupa *Wackestone* yang dapat dilihat pada (Gambar 3), yang mana menampakkan sayatan PPL (Plane Polarized Light) cahaya dipolarisasikan satu kali oleh polarisator, sedangkan pada XPL cahaya dipolarisasikan dua kali oleh polarisator dan analisator. Dalam pengamatan PPL (plane Polarized Light), sifat kristal yang teramati antara lain relief, belahan, warna, dan sebagainya yang membedakan suatu mineral dengan mineral lainnya, namun terkadang pengamatan PPL saja masih belum cukup untuk membedakan mineral mineral yang memiliki banyak kemiripan sifat optis khususnya untuk yang berada dalam satu golongan tertentu. Untuk itu, pengamatan polarisasi bersilang (XPL) perlu dilakukan untuk mengamati sifat optis mineral yaitu warna interferensi, kembaran, gelapan, dan tanda rentang optis. Sehingga terlihat perbedaan warna antara dua gambar tersebut namun menunjukkan kenampakan mineral yang sama, agar mempermudah identifikasi komposisi mineral yang terkandung didalam sampel batuan.

Satuan batulempung Formasi Lemau ditemukan pada beberapa lokasi salah satunya pada lokasi pengamatan 3 di Cabang Sungai Talo Desa Pagar Agung. Secara megaskopis dicirikan dengan warna segar abu-abu cerah, warna lapuk abu-abu kecoklatan, ukuran butir *Clay* (0,004 mm) [11], bentuk butir *rounded*, derajat pemilahan *very well sorted*, struktur sedimen masif, kemas *Grain Supported Fabric*, kekompakan batuan agak kompak, dan bersifat karbonatan (Gambar 4).

Satuan batulempung Formasi Lemau secara mikroskopis dilakukan Pengamatan secara petrografi dengan litologi batulanau, Sayatan tipis batuan sedimen dengan perbesaran 40x memperlihatkan warna kuning kecoklatan (PPL) dan warna 32 coklat (XPL), memiliki derajat pemilahan *poorly sorted*, derajat pembundaran *sub rounded – rounded*, tersusun atas semen berupa *skeletal grain*, matriks berupa mineral lempung dan fragmen berupa kuarsa. Setelah diidentifikasi menggunakan klasifikasi

Salley (2000) didapatkan nama *Claystone* (Gambar 5).

Dari hasil observasi lapangan ditemukan 6 lokasi penelitian dan sampel batuan diantaranya 4 lokasi penelitian batupasir formasi lemau dan 2 lokasi penelitian batupasir gampingan. Serta untuk analisa laboratorium menggabungkan 2 sampel batupasir Lokasi Penelitian 1 dan 2 sebagai *lower layer*, menggabungkan 2 sampel batupasir gampingan Lokasi Penelitian 3 dan 4 sebagai *middle layer*, dan menggabungkan 2 sampel batupasir Lokasi Penelitian 5 dan 6 sebagai *upper layer* (Gambar 8).

Berdasarkan hasil identifikasi yang telah dilakukan pada sampel batupasir gampingan dengan kode L1 yang merupakan lapisan pertama pada lokasi penelitian. Didapatkan 7 genus foraminifera benthonik kecil, dan 3 genus foraminifera benthonik kecil diantaranya ialah *Textularia*, *Hoglundina*, dan *Nonion* [2][3]. Berdasarkan pada Tabel 1, menunjukkan pada saat pengendapan lapisan batupasir gampingan memiliki keadaan salinitas yang normal 32-40% dengan komposisi dinding cangkang *Calcareous Hyaline*.

Terjadi perubahan salinitas pada sampel batupasir dengan kode L2 yang merupakan lapisan kedua pada lokasi penelitian. Ditemukan 5 genus foraminifera benthonik kecil, dan 1 jenis genus foraminifera yaitu *Quinqueloculina* [2][3], yang menunjukkan keadaan salinitas air menjadi rendah (Hyposaline) < 32% dengan komposisi dinding cangkang *Agglutin*.

Pada sampel batupasir gampingan dengan kode L3 yang merupakan lapisan ketiga pada lokasi penelitian mengandung 5 genus foraminifera dan 1 jenis diantaranya merupakan genus foraminifera *Nonion* [2][3], yang mencirikan keadaan salinitas air kembali normal 32-40% dengan komposisi dinding cangkang *Calcareous Hyaline* (Gambar 9).

Hasil analisa paleosalinitas tersebut dapat diinterpretasikan dipengaruhi oleh proses pengendapan dari formasi lemau yang terendapkan pada lingkungan Transisi-Laut dangkal oleh adanya penurunan muka air laut (regresi) sehingga terjadilah perubahan salinitas air laut yang mana bermula setelah pengendapan formasi seblat pada fase transgresi dan secara tidak selaras diendapkannya *lower horizon* dari formasi lemau pada fase transgresi berangsur-angsur regresi sehingga tingkat salinitasnya masih dalam kondisi normal 32-40%, dan selanjutnya terjadi perubahan pada *middle horizon* formasi lemau keadaan salinitas air lautnya menjadi rendah (Hyposaline) < 32%.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa 3 sampel batuan pada lokasi penelitian di Daerah Muara Nibung, Kecamatan Ulu Talo, Kabupaten Seluma, Bengkulu diperoleh 5 genus foraminifera benthonik kecil. Interpretasi paleosalinitas berdasarkan genus foraminifera yang terkandung pada setiap sampel sedimen, didapatkan 4 genus yang dominan untuk analisis dengan hasil yaitu keadaan salinitas daerah penelitian secara keseluruhan menunjukkan keadaan salinitas air normal 32-40% dan mengalami perubahan salinitas air menjadi hyposaline <32%. Hal ini dipengaruhi oleh faktor iklim dan juga pengaruh penurunan muka air laut (regresi) pada saat berlangsungnya pengendapan formasi lemau.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada orangtua penulis yang selalu mencurahkan dukungannya serta doanya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini, dan kepada segenap perangkat desa beserta warga setempat Daerah Muara Simpung yang telah mengizinkan penulis melakukan penelitian dan telah membantu sarana prasarana selama berada di lokasi penelitian serta teman-teman yang telah kebersamai dalam observasi lapangan.

REFERENSI

[1] Amin, T.C., Kusnama, Rustandi, E. & Gafoer, S., 1993, *Geologi Lembar Manna & Enggano, Sumatra*: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi : Bandung, Jawa Barat.
 [2] Barker, R. Wright, 1960, *Taxonomic Notes Society of Economic Paleontologists and Mineralogist*, Tulsa : Oklahoma, U.S.A.

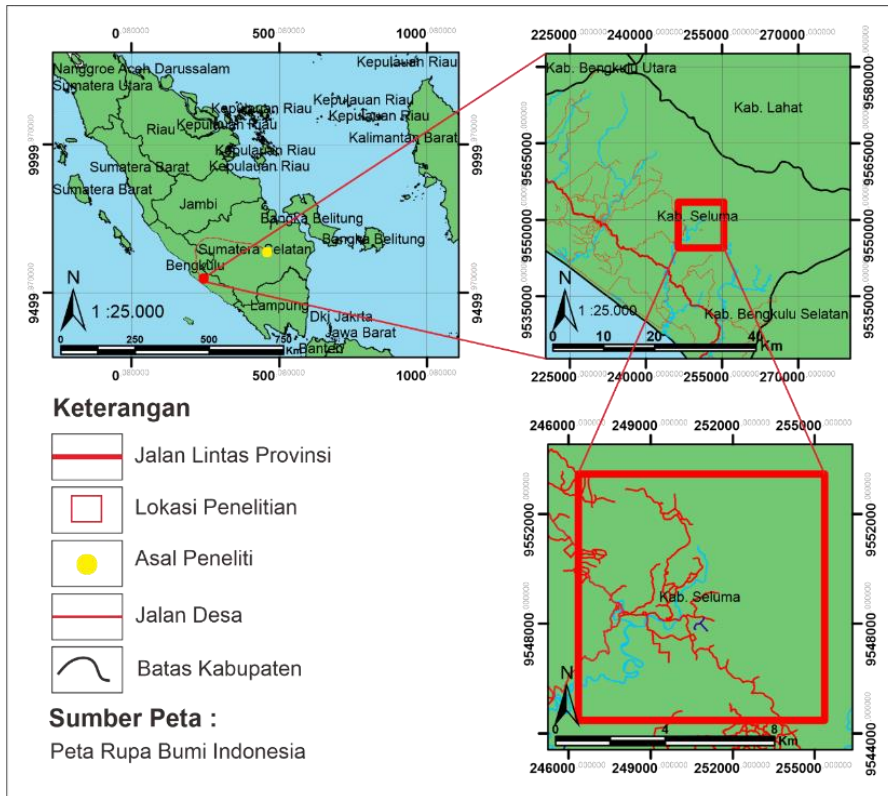
[3] Blow, W.H., 1969, *Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy*, In Bronnimann, P. and H.H. Renz (eds.) Proc. of the 1st Internat. Conf. on Plank. Microfossil. Leiden: E.J. Brill, v. 1, p.199-422.
 [4] Geospasial, B. I. (2018). *Rupa Bumi Indonesia Kab Seluma Skala 1:50.000*. Retrieved from <https://www.tanahair.indonesia.go.id/portal-web>
 [5] Hamilton, W., 1979, *Tectonics of the Indonesian region*, United States Geological Survey Professional Paper No. 1078, United States Geological Survey, Denver.
 [6] Howles, Jr., 1986, *Structural and stratigraphic evolution of the Southwest Sumatran Bengkulu Shelf*: Proceedings Indonesian Petroleum Association, 15th Annual Convention, p.215-243
 [7] Rani, I., Lia, J., & Winantris. 2022. Paleosalinitas Berdasarkan Kelimpahan Foraminifera Bentonik Kecil Pada Core JPA 07-04 Di Perairan Jepara, Jawa Tengah. *Bulletin of Scientific Contribution GEOLOGY*, Vol; 20, 121-126.
 [8] Sakilla, G., Winantris., & Lia, J. 2023. Paleoenvironment of the Miocene Lemau Formation Based on the Palynology Analysis in Seluma, Bengkulu. *Jambura Geoscience Review*, 5(1), 33-41.
 [9] Sapiie, Benyamin. 2016. *Geology and Tectonic Evolution of Fore-Arc basins : Imlications of Future Hydrocarbon Potential in the Western Indonesia*. Bandung Institute of Technology, 33-An Convention.
 [10] Saraswati, Pratul Kumar., Srinivasan, M.S., 2015. *Micropaleontology : Principles and Applications*, Springer Cham Heidelberg. Newyork Dordrecht London
 [11] Wentworth, C. (1992). Scale of Grade and Class Term for Clastic Sediment. *The Journal of Geology*, Volume 30(5), 377-392.
 [12] Yulihanto, B., Siturnorang,B., Nunlajadi,A. and Sain, B., 1995. *Structural analysis of the onshore Bengkulu Fore arc Basin and its implication for future hydrocarbon exploration activity*: Proceedings Indonesian Petroleum Association, 24th Annual Convention, p.85-96.

LAMPIRAN

Tabel 1. Modifikasi klasifikasi tingkat salinitas lingkungan berdasarkan komposisi dinding cangkang

Tingkat Salinitas	Dominansi Komposisi Dinding Cangkang	Genus Foraminifera Benthonik
Rendah (<i>Hyposaline</i>) (< 32%)	Agglutinin	<i>Ammobaculites</i> , <i>Ammonia/Rotalia</i> , <i>Discorbis</i> , <i>Elphidium</i> , <i>Eponoides</i> , <i>Trochammina</i> , <i>Quinqueloculina</i> .
Normal (32 – 40%)	Calcareous Hyaline	<i>Alabamina</i> , <i>Anomainoides</i> , <i>Bathysiphon</i> , <i>Bolivina</i> , <i>Bulimina</i> , <i>Chilostomelloides</i> , <i>Cibicides</i> , <i>Cibicidoides</i> , <i>Cyclammina</i> , <i>Eponides</i> , <i>Fissurina</i> , <i>Fursenkoina</i> , <i>Heterolepa</i> , <i>Hoeglundina</i> , <i>Lagena</i> , <i>Lenticulina</i> , <i>Nonion</i> , <i>Paliolarella</i> , <i>Pullenia</i> , <i>Reophax</i> , <i>Saccammina</i> , <i>Textularia</i> , <i>Trifarina</i> , <i>Triloculina</i> , <i>Trochammina</i> dan <i>uigerina</i> .
Tinggi (<i>Hypersaline</i>) (>40%)	Porselen	<i>Discorbinopsis</i>

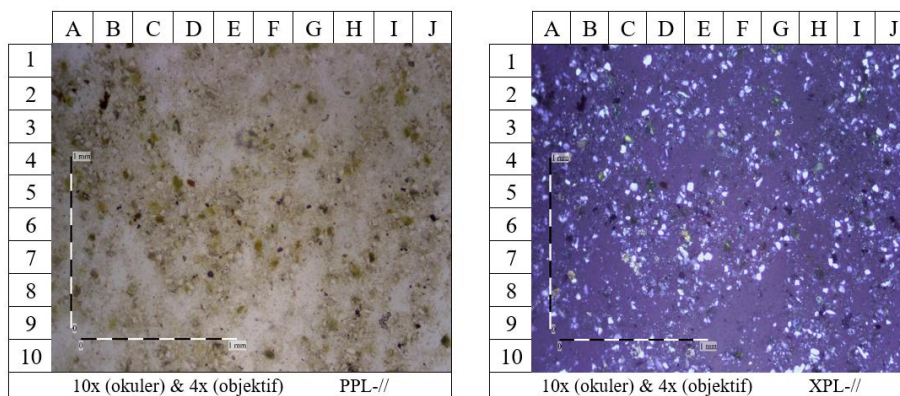
Sumber : Boltovskoy (1991) dan Murray (1989; 1991) dalam Valchev (2003), dan Sukandarrumidi, dkk (2020).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian



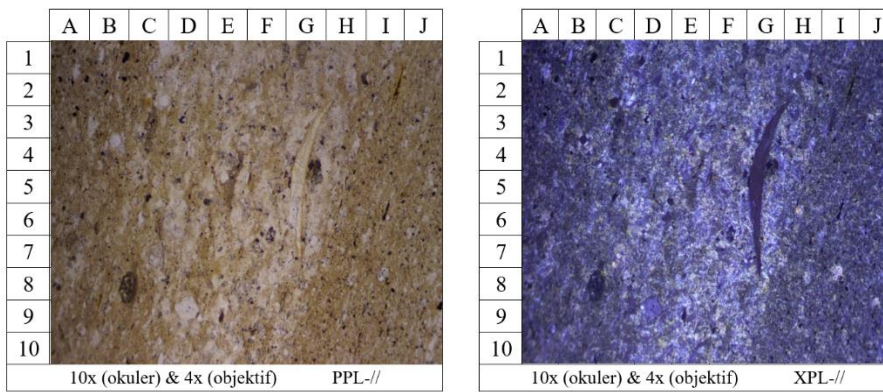
Gambar 2. Singkapan batupasir formasi lemau pada lokasi penelitian 1



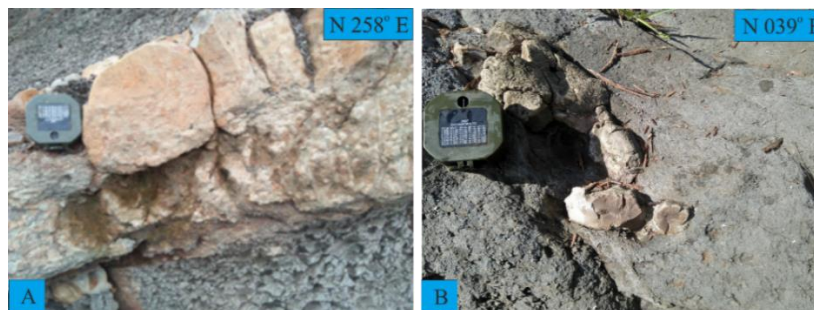
Gambar 3. Kenampakan sayatan tipis PPL (Kiri) dan XPL (Kanan) batupasir pada lokasi penelitian 1



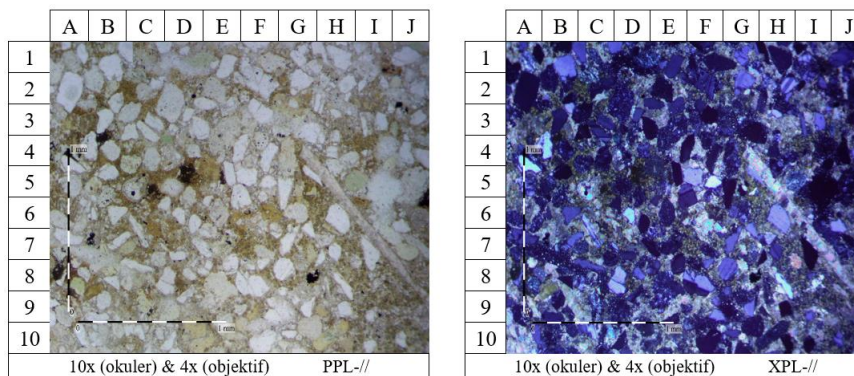
Gambar 4. Singkapan batulempung pada lokasi penelitian 3



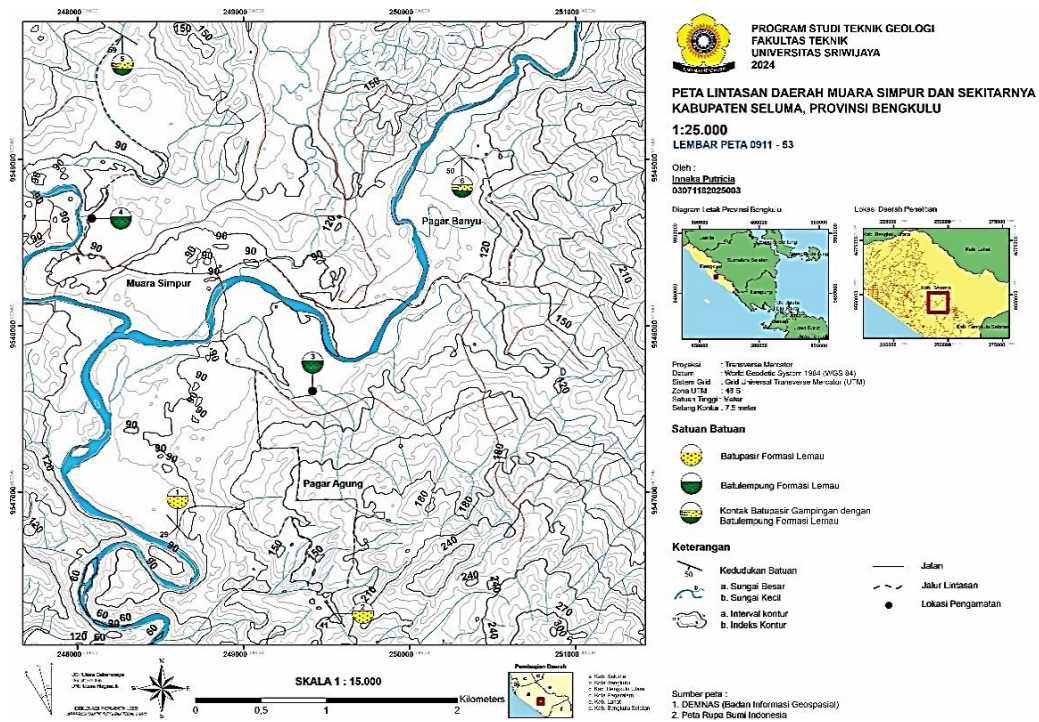
Gambar 5. Kenampakan sayatan tipis PPL (Kiri) dan XPL (Kanan) batupasir pada lokasi penelitian 3



Gambar 6. A) Singkapan batupasir gampingan berupa lapisan; B) Menyisip pada lokasi penelitian 5



Gambar 7. Kenampakan sayatan tipis PPL (Kiri) dan XPL (Kanan) batupasir gampingan pada lokasi penelitian 5



Gambar 8. Peta Lintasan Penelitian

	Ammonia
	Cibicides
	Quinqueloculina
	Heterolepa
	Nonion
	Textularia

Gambar 9. Genus - genus foraminifera benthonik pada lokasi penelitian