

SKRIPSI

**STRATIGRAFI DAN LINGKUNGAN PENGENDAPAN
FORMASI MALLAWA BERDASARKAN PALINOMORF
DAERAH TELLUMPANUAE KECAMATAN MALLAWA
KABUPATEN MAROS PROVINSI SULAWESI SELATAN**

Disusun dan diajukan oleh

**NUR ALFIA HIDAYAH
D061 19 1023**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA**

2024

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**STRATIGRAFI DAN LINGKUNGAN PENGENDAPAN
FORMASI MALLAWA BERDASARKAN PALINOMORF
DAERAH TELLUMPUANUE KECAMATAN MALLAWA
KABUPATEN MAROS PROVINSI SULAWESI SELATAN**

Disusun dan diajukan oleh

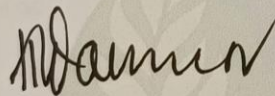
NUR ALFIA HIDAYAH
D061 19 1023

Telah memenuhi syarat untuk melaksanakan Ujian Sarjana dalam rangka Penyelesaian
Studi Program Sarjana Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping



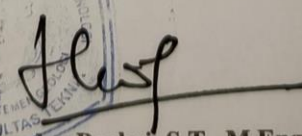
Prof. Dr. rer. nat. Ir. A. M. Imran
NIP. 19630605 198903 1 000



Dr. Eng. Meutia Farida, ST., MT.
NIP. 19731003 200012 2 001

Ketua Departemen Teknik Geologi
Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin




Dr. Eng. Hendra Pachri, S.T., M.Eng
NIP. 19771214 200501 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nur Alfia Hidayah
NIM : D061191023
Program Studi : Teknik Geologi
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulis saya yang berjudul

***Stratigrafi dan Lingkungan Pengendapan Formasi Mallawa
Berdasarkan Palinomorf Daerah Tellumpanuae Kecamatan Mallawa
Kabupaten Maros Provinsi Sulawesi Selatan***

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, Juni 2024

Yang menyatakan,



Nur Alfia Hidayah

KATA PENGANTAR

Puji Syukur patut dipanjatkan kehadirat Allah SWT karena atas berkat Rahmat dan hidayah-Nya yang berupa kesempatan dan kesehatan sehingga proses penyusunan laporan pemetaan geologi yang berjudul **“Stratigrafi dan Lingkungan Pengendapan Formasi Mallawa Berdasarkan Palinomorf Daerah Tellumpanuae Kecamatan Mallawa Kabupaten Maros Provinsi Sulawesi Selatan”** dapat berjalan dengan baik. Tidak lupa pula shalawat dan salam atas Nabi Muhammad SAW yang merupakan Rasul Allah yang membimbing umat manusia dari dunia yang penuh kegelapan ke dunia yang terang benderang.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak, diantaranya:

1. Bapak Prof. Dr. rer. nat. Ir. A. Imran sebagai dosen pembimbing utama dalam penyusunan laporan pemetaan geologi. Terima kasih atas segala bimbingan, arahan serta masukan baik dalam proses pengambilan data, pengolahan data serta penyusunan laporan.
2. Ibu Dr. Eng. Meutia Farida, S.T., M.T sebagai dosen pembimbing pendamping dalam penyusunan laporan pemetaan geologi.
3. Bapak Dr. Ir. M. Fauzi Arifin, M. Si. sebagai dosen penguji yang telah sabar dalam memberikan masukan dan saran terkait dengan penelitian ini.
4. Bapak Bahrul Hidayat, S.T., M.T. sebagai dosen penguji yang telah sabar dalam memberikan masukan dan saran terkait dengan penelitian ini.
5. Ibu Dr. Ir. Hj. Ratna Husain L., M.T sebagai Penasehat Akademik yang telah banyak memberikan saran selama perkuliahan
6. Bapak Hendra Pachri, S.T., M. Eng sebagai ketua Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
7. Bapak Alm. Prof. Dr. Eng. Asri Jaya, S.T., M.T selaku eks ketua Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin periode 2018 – 2022
8. Bapak dan Ibu dosen Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah memberikan ilmunya selama saya menempuh Pendidikan perkuliahan

9. Bapak dan Ibu Staf Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala bantuannya dalam pengurusan administrasi penelitian
10. Kedua orang tua penulis (Ayahanda Alim Bachri dan Ibunda Rosdiana Pida) atas segala pengorbanan dan doa restu yang senantiasa tercurah ke penulis.
11. Saudara penulis (Muh. Alwi Bachri, Muh. Ridwan dan Muh. Faiz Sukran) yang menjadi *support system* penulis selama ini.
12. Bapak Safruddim, S.T., M. Eng dan Kak Zulfiah sebagai ruang diskusi penulis selama pengerjaan laporan penelitian
13. Aulia Ihwana Burhan, Diaz Afifah Amin, Dyan Amir, Keren K Daulu, Nur Layla Annisa, Putri Nur dan Wa Ode Miftahul Hayat yang senantiasa memberikan dukungan dalam pengerjaan laporan penulis.
14. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Geologi Angkatan 2019
15. Himpunan Mahasiswa Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin (HMG FT-UH)
16. Berbagai pihak yang penulis tidak dapat sebutkan satu persatu atas segala bantuannya kepada penulis.

Penulis mengharapkan adanya saran dan kritik dari pembaca yang bersifat membangun demi perbaikan laporan pemetaan geologi ini. Segala kesalahan serta kekeliruan yang ada tidak luput dari keterbatasan penulis sebagai manusia biasa yang memiliki banyak kekurangan.

Akhir kata, semoga laporan penelitian ini dapat bermanfaat bagi seluruh pembaca baik dalam menambah wawasan dan dijadikan referensi dalam kegiatan penelitian selanjutnya.

Gowa, Juni 2024

Penulis

ABSTRAK

NUR ALFIA HIDAYAH. *Stratigrafi dan Lingkungan Pengendapan Formasi Mallawa Berdasarkan Palinomorf Daerah Tellumpanuae Kecamatan Mallawa Kabupaten Maros Provinsi Sulawesi Selatan*, dibimbing oleh Prof. Dr. rer. nat. Ir. A. M. Imran dan Dr. Eng. Meutia Farida, ST., MT.

Daerah penelitian secara administrative termasuk dalam Daerah Tellumpanuae Kecamatan Mallawa Kabupaten Maros Provinsi Sulawesi Selatan dan secara astronomis terletak pada koordinat $4^{\circ} 50' 42''$ LS (Lintang Selatan) dan $119^{\circ} 53' 4''$ BT (Bujur Timur). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan palinomorf pada daerah penelitian, mengetahui umur batuan dan lingkungan pengendapan daerah penelitian berdasarkan karakteristik tekstur dan struktur sedimen serta kandungan palinomorf. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu pengumpulan data literatur, pengambilan data lapangan dan analisis laboratorium berupa analisis petrografi dan analisis palinomorf. Hasil analisis pada daerah penelitian yaitu lintasan Tellumpanuae tersusun oleh litologi *lithic arenite*, *mudrock*, *mudstone*, *wackestone*, *feldspathic wacke*, *lithic arkose* dan *packestone* dengan struktur sedimen berupa *parallel lamination*, *cross bedding*, *burrowing* dan *lenses*. Dijumpai lima taksa pada lintasan ini yaitu *lowland forest*, *riparian forest*, *peat swamp forest*, *mangrove* dan *backmangrove*. Berdasarkan analisis biozonasi daerah penelitian termasuk dalam zonasi *Proxapertites operculatus* yang berumur Eosen Tengah hingga Eosen Akhir. Adapun lingkungan pengendapan pada daerah penelitian berada pada lingkungan pengendapan delta yaitu *upper delta plain* yang berangsur-angsur berubah menjadi *lower delta plain* hingga laut dangkal.

Kata Kunci : Palinomorf, Biozonasi, Lingkungan Pengendapan, Formasi Mallawa, Tekstur Sedimen, Struktur Sedimen

ABSTRACT

NUR ALFIA HIDAYAH. *Stratigraphy and Depositional Environment of Mallawa Formation Based on Palynomorph of Tellumpanuae Area Mallawa District, Maros Regency, South Sulawesi Province, supervised by Prof. Dr. rer. nat. A. M. Imran and Dr. Eng. Meutia Farida, ST., MT.*

The research area is administratively included in Tellumpanuae District, Mallawa District, Maros Regency, South Sulawesi Province and astronomically located at coordinates 40 50' 42" LS (South latitude) and 119 53' 4" BT (East longitude). This study aims to determine the content of palynomorphs in the study area, determine the age of rocks and the deposition environment of the study area based on the characteristics of sediment texture and structure and palynomorph content. The methods used in this research are literature data collection, field data collection and laboratory analysis in the form of petrographic analysis and palynomorph analysis. The results of the analysis in the research area, namely the Tellumpanuae track, are composed of lithic arenite, mudrock, mudstone, wackestone, feldspathic wacke, lithic arkose and packstone with sedimentary structures in the form of parallel lamination, cross bedding, burrowing and lenses. Five taxa were found in this track, namely lowland forest, riparian forest, peat swamp forest, mangrove and backmangrove. Based on biozonation analysis, the study area is included in the Proxapertites operculatus zonation which is aged from Middle Eocene to Late Eocene. The depositional environment in the study area is in a deltaic depositional environment, namely the upper delta plain which gradually turns into a lower delta plain.

Keywords : *Palynomorphs, Biozonation, Depositional Environment, Mallawa Formation, Sediment Texture, Sediment Structure*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Ruang Lingkup.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Geologi Regional Daerah Penelitian	4
2.1.1 Geomorfologi Regional.....	4
2.1.2 Stratigrafi Regional	5
2.1.3 Struktur Regional.....	6
2.2 Palinologi.....	9
2.2.1 Spora/Pollen	10
2.2.2 Morfologi Spora dan Pollen	10
2.3 Biozonasi	14
2.4 Lingkungan Pengendapan.....	16
BAB III METODE PENELITIAN	19
3.1 Lokasi Penelitian.....	19
3.2 Variabel Penelitian.....	20
3.3 Alat dan Bahan.....	20
3.4 Teknik Pengumpulan Data.....	21
3.4.1 Studi Literatur	21

3.4.2 Pengumpulan Data.....	21
3.4.3 Analisis dan Interpretasi Data	31
3.4.4 Tahap Penyusunan Laporan.....	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1 Hasil Penelitian.....	33
4.1.1 Stratigrafi Daerah Penelitian	33
4.1.2 Data Palinologi.....	63
4.2 Pembahasan.....	66
4.2.1 Analisis Umur Berdasarkan Biozonasi Spora/pollen Formasi Mallowa	66
4.2.2 Identifikasi Lingkungan Pengendapan Palinomorf Formasi Mallowa.....	68
BAB V PENUTUP	72
5.1 KESIMPULAN.....	72
5.2 SARAN.....	72
DAFTAR PUSTAKA.....	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Peta Geologi Regional Daerah Penelitian	8
Gambar 2	Terminologi dan karakter dalam mendeskripsi polen dan spora.....	11
Gambar 3	Macam-macam tipe spora dan polen tetrad (Kapp, 1969: Moore & Webb, 1978)	12
Gambar 4	Kenampakan aperture berupa <i>laesure</i> pada spora	13
Gambar 5	Kenampakan aperture berupa pori dan <i>colpi</i> pada polen	13
Gambar 6	Zonasi Palinologi menurut Rahardjo dkk (1994).....	15
Gambar 7	Hubungan asosiasi vegetasi dengan lingkungan pengendapan (Haseldonckx, 1974)	18
Gambar 8	Peta tunjuk lokasi penelitian	19
Gambar 9	Penghancuran sampel batuan menggunakan mortar dan alu	23
Gambar 10	Penimbangan sampel batuan yang telah dihancurkan sebanyak 50 gr	23
Gambar 11	Pengeringan sampel batuan menggunakan oven dengan suhu 100 ⁰ selama 10-15 menit	24
Gambar 12	Pelarutan sampel batuan menggunakan H ₂ O ₂	24
Gambar 13	Pelarutan sampel batuan menggunakan cairan aquades.....	25
Gambar 14	Pengukuran pH sampel batuan dengan menggunakan pH meter	25
Gambar 15	Pelarutan sampel batuan dengan menggunakan HF 40% dan didiamkan di dalam lemari asam selama 30 menit	26
Gambar 16	Penyaringan sampel batuan yang akan direndam menggunakan cairan aquades diganti setiap 3 jam sekali selama 3 hari	26
Gambar 17	Pengecekan kembali pH sampel batuan	27
Gambar 18	Penggantian air sampel sebanyak 5 kali putaran.....	27
Gambar 19	(a) Penyaringan sampel batuan; (b) Penyimpanan sampel batuan dalam botol kaca.....	28
Gambar 20	Alat dan bahan pembuatan preparate	28
Gambar 21	Pengolesan gliserin pada kaca slide glass	29

Gambar 22 <i>Slide glass</i> yang telah diolesi gliserin ditetesi sampel batuan.....	29
Gambar 23 Pengeringan sampel batuan di atas <i>magnetic turrer</i>	30
Gambar 24 Preparat yang telah kering dan dingin ditetesi entelan dan ditutup dengan <i>cover glass</i>	30
Gambar 25 Preparat yang siap dianalisis	31
Gambar 26 Diagram alir metode penelitian	32
Gambar 27 Lokasi penelitian section Tellumpanuae yang terdiri dari 14 lapisan dan memiliki lapisan offset dengan ketebalan ± 1.23 m	33
Gambar 28 Batupasir halus pada lapisan 1 secara megaskopis dengan arah foto N 293 ⁰ E	34
Gambar 29 Struktur sedimen <i>cross bedding</i> yang dijumpai pada lapisan 1	35
Gambar 30 Mikroskopis batupasir halus pada nikol sejajar yang tersusun oleh <i>rock fragmen</i> (Rf), <i>quartz</i> (Qz), <i>orthoclase</i> (Ort), dan mineral opa (Opq)	36
Gambar 31 Mikroskopis batupasir halus pada nikol silang yang tersusun oleh <i>rock fragmen</i> (Rf), <i>quartz</i> (Qz), <i>orthoclase</i> (Ort), dan mineral opa (Opq)	36
Gambar 32 Klasifikasi penamaan nama batuan sedimen berdasarkan Pettijohn (1975) menunjukkan sampel pada lapisan 1 adalah <i>Lithic Arenite</i>	37
Gambar 33 Batupasir pada lapisan 2 secara megaskopis dengan arah foto N 306 ⁰ E	37
Gambar 34 Batulanau karbonatan pada lapisan 3 secara megaskopis dengan arah foto N 298 ⁰ E. Simbul X menunjukkan sisipan batubara pada singkapan tersebut.....	38
Gambar 35 Fosil Mollusca yang dijumpai pada singkapan batulanau.....	38
Gambar 36 Mikroskopis batulanau karbonatan pada nikol sejajar yang tersusun oleh mineral <i>quartz</i> (Qz), <i>orthoclase</i> (Ort), matriks dan mineral opa (Opq)	39
Gambar 37 Mikroskopis batulanau karbonatan pada nikol silang yang tersusun oleh mineral <i>quartz</i> (Qz), <i>orthoclase</i> (Ort), matriks dan mineral opa (Opq)	40
Gambar 38 Klasifikasi penamaan nama batuan sedimen berdasarkan Pettijohn (1975) menunjukkan sampel pada lapisan 3 adalah <i>Greywacke</i>	40

Gambar 39 Batupasir karbonatan pada lapisan 4 secara megaskopis dengan arah foto N 269 ⁰ E.....	41
Gambar 40 Batulanau karbonatan pada lapisan 5 secara megaskopis dengan arah foto N 299 ⁰ E.....	41
Gambar 41 Struktur sedimen <i>burrowing</i> pada lapisan 5 dengan arah foto N 315 ⁰ E	42
Gambar 42 Simbol X menunjukkan fosil <i>Mollusca</i> dan simbol Y menunjukkan struktur sedimen <i>parallel lamination</i> pada lapisan 5 dengan arah foto N 280 ⁰ E	42
Gambar 43 Mikroskopis batulanau karbonatan pada nikol sejajar yang tersusun oleh mineral <i>quartz</i> (Qz), <i>orthoclase</i> (Ort), matriks dan mineral opaq	43
Gambar 44 Mikroskopis batulanau karbonatan pada nikol silang yang tersusun oleh mineral <i>quartz</i> (Qz), <i>orthoclase</i> (Ort), matriks dan mineral opaq	43
Gambar 45 Klasifikasi penamaan nama batuan sedimen berdasarkan Pettijohn (1975) sampel pada lapisan 5 adalah <i>Feldspathic wacke</i>	44
Gambar 46 Batupasir karbonatan pada lapisan 6 secara megaskopis dengan arah foto N 267 ⁰ E.....	44
Gambar 47 Mikroskopis batupasir karbonatan pada nikol sejajar yang tersusun oleh <i>skeletal grain</i> (Sg), <i>calcite</i> (Cls), <i>quartz</i> (Qz), dan mineral opaq	45
Gambar 48 Mikroskopis batupasir karbonatan pada nikol silang yang tersusun oleh <i>skeletal grain</i> (Sg), <i>calcite</i> (Cls), <i>quartz</i> (Qz), dan mineral opaq	46
Gambar 49 Klasifikasi penamaan nama batuan sedimen karbonatan berdasarkan Pettijohn (1975) sampel pada lapisan 6 adalah <i>Sublitharenite</i>	46
Gambar 50 Batulanau karbonatan pada lapisan 7 secara megaskopis dengan arah foto N 266 ⁰ E.....	47
Gambar 51 Mikroskopis batulanau karbonatan pada nikol sejajar yang tersusun oleh <i>skeletal grain</i> (Sg), <i>quartz</i> (Qz), <i>orthoclase</i> (Ort), matriks dan mineral opaq.....	48
Gambar 52 Mikroskopis batulanau karbonatan pada nikol silang yang tersusun oleh <i>skeletal grain</i> (Sg), <i>quartz</i> (Qz), <i>orthoclase</i> (Ort), matriks dan mineral opaq.....	48

Gambar 53 Klasifikasi penamaan nama batuan sedimen berdasarkan Pettijohn (1975) sampel pada lapisan 7 adalah <i>Feldspathic wacke</i>	49
Gambar 54 Batupasir halus pada lapisan 8 secara megaskopis dengan arah foto N 310 ⁰ E	49
Gambar 55 Batupasir halus pada lapisan 9 secara megaskopis dengan arah foto N 288 ⁰ E. Simbol X menunjukkan lapisan karbon dengan ketebalan < 1 cm.....	50
Gambar 56 Struktur sedimen cross bedding dengan arah foto N 273 ⁰ E.....	50
Gambar 57 Mikroskopis batupasir halus pada nikol sejajar yang tersusun oleh mineral <i>quartz</i> (Qz), <i>orthoclase</i> (Ort), matriks dan mineral opaq	51
Gambar 58 Mikroskopis batupasir halus pada nikol silang yang tersusun oleh mineral <i>quartz</i> (Qz), <i>orthoclase</i> (Ort), matriks dan mineral opaq	51
Gambar 59 Klasifikasi penamaan nama batuan sedimen berdasarkan Pettijohn (1975) batuan pada lapisan 9 adalah <i>Feldspathic Wacke</i>	52
Gambar 60 Batupasir halus pada lapisan 10 secara megaskopis dengan arah foto N 296 E. Simbol X menunjukkan kandungan sulfur dan simbol Y menunjukkan struktur sedimen <i>parallel lamination</i> pada lapisan tersebut	53
Gambar 61 Mikroskopis batupasir halus pada nikol sejajar yang tersusun oleh mineral <i>Rock fragmen</i> (Rf), <i>muscovite</i> (Ms), <i>quartz</i> (Qz), <i>orthoclase</i> (Ort), matriks dan mineral opaq	54
Gambar 62 Mikroskopis batupasir halus pada nikol silang yang tersusun oleh mineral <i>Rock fragmen</i> (Rf), <i>muscovite</i> (Ms), <i>quartz</i> (Qz), <i>orthoclase</i> (Ort), matriks dan mineral opaq	54
Gambar 63 Klasifikasi penamaan nama batuan sedimen berdasarkan Pettijohn (1975) batuan pada lapisan 10 adalah <i>Lithic Arkose</i>	55
Gambar 64 Batupasir pada lapisan 11 dengan arah foto N 175 ⁰ E. Simbol X menunjukkan struktur sedimen menyerpih dan simbol Y menunjukkan kandungan sulfur pada lapisan tersebut.....	55
Gambar 65 Batupasir pada lapisan 12 yang memiliki sisipan batubara yang melensis dengan ketebalan batubara < 5 cm	56
Gambar 66 Nodul pirit pada lapisan 12	56
Gambar 67 Mikroskopis batupasir pada nikol sejajar yang tersusun oleh <i>rock fragmen</i> (Rf), <i>muscovite</i> (ms), <i>quartz</i> (Qz), <i>orthoclase</i> (ort) dan mineral opaq.....	57

- Gambar 68 Mikroskopis batupasir pada nikol silang yang tersusun oleh *rock fragmen* (Rf), *muscovite* (Ms), *quartz* (Qz), *orthoclase* (Ort) dan mineral opaq..... 58
- Gambar 69 Klasifikasi penamaan nama batuan sedimen berdasarkan Pettijohn (1975) batuan pada lapisan 12 adalah *Lithic Arkose*..... 58
- Gambar 70 Batupasir pada lapisan 13 secara megaskopis dengan arah N 287⁰ E 59
- Gambar 71 Mikroskopis batupasir yang disusun oleh *rock fragmen* (Rf), *quartz* (Qz) dan mineral opaq..... 60
- Gambar 72 Mikroskopis batupasir yang disusun oleh *rock fragmen* (Rf), *quartz* (Qz) dan mineral opaq..... 60
- Gambar 73 Klasifikasi penamaan nama batuan sedimen berdasarkan Pettijohn (1975) batuan pada lapisan 13 adalah *Lithic Arenite* 61
- Gambar 74 Batugamping pada lapisan 14 secara megaskopis..... 61
- Gambar 75 Mikroskopis batugamping pada nikol sejajar yang disusun oleh *skeletal grain* (Sg), *calcite* (Cls) dan *mud*..... 62
- Gambar 76 Mikroskopis batugamping pada nikol silang yang disusun oleh *skeletal grain* (Sg), *calcite* (Cls) dan *mud*..... 62
- Gambar 77 Klasifikasi penamaan nama batuan batuan sedimen karbonatan berdasarkan Dunham (1962) batuan pada lapisan 14 adalah *Packstone* 63
- Gambar 78 Presentase kelimpahan palinomorf pada daerah penelitian..... 64
- Gambar 79 Polen yang dijumpai pada daerah penelitian: (A) *Avicenna type*; (B) *Proxapertites cursus*; (C) *Proxapertites operculatus*; (D) *Florscuetzhia levipoli*; (E) *Monoporites punctulatus*; (F) *Meyerispollis naharkotensis*; (G) *Dacrycarpus australiensis*; (H) *Ilexpollenites* sp.; (I) *Palmaepollenites* sp.; (J) *Palmaepollenites kutchensis*; (K) *Monoporites annulatus*; (L) *Beaupreadites matsukae*; (M) *Lanagiopollenites* sp.; (N) *Compositae*; (O) *Lakiapollis* sp.; (P) *Pilea*; (Q) *Dicolpopollis* sp.; (R) *Excoecaria*; (S) *Longapertities* sp.; (T) *Monoporites annulatus*; (U) *Myrtaceidites*; (V-W) *Quilonipollenites* sp. 65
- Gambar 80 Spora yang dijumpai pada daerah penelitian: (A) *Acrostichum aureum*; (B) *Laevigatosporites*; (C) *Actinostachy digitata*; (D) *Cicatricosisporites eocenicus*; (E) *Matonisporites* sp. dan palinomorf lainnya berupa (F) *Dinoflagellata*; (G) *Fungi* 66
- Gambar 81 Biozonasi *Section Tellumpanuae*..... 67

Gambar 82 Zona Lingkungan Pengendapan Daerah Penelitian; (A) Zona *Lowland Forest*; (B) Zona *Riparian Forest*; (C) Zona *Mangrove*; (D) Zona *Backmangrove - Peat Swamp Forest*. Simbol X menunjukkan lokasi penelitian..... 71

DAFTAR LAMPIRAN

1. Deskripsi petrografi
2. Hasil uji lab distribusi palinomorfi
3. Pengelompokan jenis sporomorfi dan lingkungan pengendapan tiap spesies dari palinomorfi yang teridentifikasi

DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
%	Persen
>	Lebih dari
<	Kurang dari
°	Derajat
±	Kurang lebih
//-Nikol	Nikol sejajar
X-Nikol	Nikol silang
Tem	Formasi Mallawa
HCL	Hidrogen klorida
HF	Hidrogen fluorida
pH	<i>Potential Hydrogen</i>
rpm	Revolusi permenit
FTL	<i>Foraminifera Test Lining</i>
Qz	Kuarsa
Ort	Ortoklas
Ms	Muskovit
Rf	<i>Rock fragmen</i>
Cls	Kalsit
Opq	Opaq

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Geologi merupakan ilmu yang mempelajari proses yang terjadi di dalam bumi, material dan komposisinya serta Sejarah yang terjadi dari awal bumi terbentuk sampai menafsirkan kejadian-kejadian yang mungkin terjadi di masa yang akan datang. Salah satu bagian dari ilmu geologi yang berkembang saat ini adalah ilmu palinologi dimana ilmu ini membahas mengenai spora, polen dan palinomorf lainnya.

Palinomorf yang secara umum dipelajari adalah spora dan polen serta beberapa bentuk palinomorf yang lain seperti *Foraminifera Test Lining (FTL)*, *Dinoflagellates*, *Acritarch* dan sebagainya. Palinomorf secara umum mencakup tiga sub kelompok besar yaitu sporomorf (polen, spora dan spora jamur); zoomorf (*Foraminifera Test Lining*, *Chitinozoa* dan *Scelodont*) serta fitoplankton (*Dinocysts*, *Meroplankton*, *Acritarch*, *Rhooofita*, *Cyanobakteria*) (Tyson, 1955).

Palinologi memiliki banyak manfaat yang dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang ilmu, seperti geokronologi, biostratigrafi, sedimentologi, stratigrafi, evolusi tumbuhan, paleokologi, paleoklimatologi, bidang arkeologi (Suedy,2012). Fosil spora dan polen menyimpan berbagai informasi unik dengan beragam konsep analisis palinologi dapat diterapkan secara luas. Hasibuan (2009) mengkaji lingkungan pengendapan Formasi Mallawa berdasarkan kandungan makrofosil menunjukkan bahwa lingkungan pengendapan formasi ini berada di lingkungan hutan bakau, dekat pantai, berarus kuat, kadang-kadang dipengaruhi air tawar (sungai), suatu lingkungan yang berbentuk laguna dan pematangan pasir (*sand-bar*) seperti lingkungan delta. Sedangkan Kusnama & Mangga (2017) menjelaskan bahwa Formasi Mallawa bagian bawah berlingkungan darat yang tumbuhannya dikuasai tumbuhan darat seperti algae darat, paku-pakuan, jamur dan bakau, Formasi Mallawa bagian atas menunjukkan lingkungan darat dekat Pantai dan gosong Pantai. Berdasarkan hal tersebut, penulis tertarik untuk melakukan penelitian terkait keterdapatan palinomorf pada daerah penelitian yang nantinya dapat digunakan dalam menentukan umur dan lingkungan pengendapan batuan

secara detail. Oleh karena itu, penulis melakukan penelitian yang berjudul “Stratigrafi dan Lingkungan Pengendapan Formasi Mallawa Berdasarkan Palinomorf Daerah Tellumpanuae Kecamatan Mallawa Kabupaten Maros Provinsi Sulawesi Selatan”.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana kandungan palinomorf pada daerah penelitian?
2. Bagaimana biozonasi daerah Tellumpanuae?
3. Dimana lingkungan pengendapan berdasarkan kandungan palinomorf di daerah Tellumpanuae?

1.3 Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk melakukan pengukuran dan pengambilan data di daerah Tellumpanuae dengan metode *Measuring Section*.

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain yaitu:

1. Mengetahui kandungan palinomorf pada daerah penelitian
2. Mengidentifikasi umur purba batuan berdasarkan kandungan fosil palinomorf
3. Mengidentifikasi lingkungan pengendapan batuan berdasarkan kandungan palinomorf

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu menambah data dan informasi geologi lebih detail khususnya umur relatif dan lingkungan pengendapan Formasi Mallawa berdasarkan keterdapatan palinomorf sehingga dapat dijadikan sebagai acuan untuk penelitian yang akan datang.

1.5 Ruang Lingkup

Penelitian ini dibatasi pada penentuan umur dan lingkungan pengendapan di daerah Tellumpanuae Kecamatan Mallawa Kabupaten Maros Provinsi Sulawesi

Selatan dengan metode *Measuring Section*, analisis tekstur dan struktur sedimen dan analisis kandungan palinomorf.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Geologi Regional Daerah Penelitian

2.1.1 Geomorfologi Regional

Di daerah Lembar Pangkajene dan Watampone Bagian Barat terdapat dua baris pegunungan yang memanjang hampir sejajar pada arah utara – barat laut dan dipisahkan oleh Lembah Sungai Walanae (Sukanto, 1982). Pegunungan yang barat menempati hampir setengah luas daerah, melebar di bagian selatan (50 km) dan menyempit di bagian utara (22 km). Puncak tertingginya 1694 m, sedangkan ketinggian rata-ratanya 1500 m. Pembentuknya Sebagian besar batuan gunungapi. Di lereng barat dan di beberapa tempat di lereng timur terdapat topografi karst, penciri adanya batugamping. Di antara topografi karst di lereng barat terdapat daerah perbukitan yang dibentuk oleh batuan Pra-Tersier. Pegunungan ini di baratdaya dibatasi oleh dataran Pangkajene – Maros yang luas sebagai lanjutan dari dataran di sekitarnya

Pegunungan yang di timur relatif lebih sempit dan lebih rendah dengan puncaknya rata-rata setinggi 700 m dan yang tertinggi 787 m. Pegunungan ini Sebagian besar berbatuan gunungapi. Bagian selatannya selebar 20 km dan lebih tinggi, tetapi ke utara menyempit dan merendah dan akhirnya menunjam ke bawah batas antara Lembah Walanae dan dataran Bone. Bagian utara pegunungan ini bertopografi karst yang permukaannya Sebagian berkerucut. Batasnya di timurlaut adalah dataran Bone yang sangat luas, yang menempati hampir sepertiga bagian timur.

Lembar Walanae yang memisahkan kedua pegunungan tersebut di bagian utara selebar 35 km, tetapi di bagian selatan hanya 10 km. Di tengah terdapat Sungai Walanae yang mengalir ke utara bagian selatan berupa perbukitan rendah dan di bagian utara terdapat dataran alluvium yang sangat luas mengelilingi D. Tempe.

2.1.2 Stratigrafi Regional

Stratigrafi regional daerah penelitian menurut Sukanto (1982) pada peta Geologi Lembar Pangkajene dan Watampone Bagian Barat yang sesuai dengan daerah penelitian yaitu:

Tem Formasi Malawa: batupasir, konglomerat, batulanau, batulempung dan napal, dengan sisipan lapisan atau lensa batubara dan batulempung.

Batupasirnya sebagian besar batupasir kuarsa, ada pula yang arkosa, grewacke dan tuffaan, umumnya berwarna kelabu muda dan coklat muda; pada umumnya bersifat rapuh, kurang padat; konglomeratnya sebagian kompak; batulempung, batugamping dan napal umumnya mengandung moluska yang belum diperiksa, dan berwarna kelabu muda sampai kelabu tua; batubara berupa lensa setebal beberapa sentimeter dan berupa lapisan sampai 1,5 m. Penelitian palinologi terhadap sisipan batubara telah dilakukan oleh Asrar Khan dan oleh Robert H. Tschudy, sepuluh buah contoh dari singkapan B.32 (a-f) dan B.54 (a-c, dan RR.10), daerah Tanetteriaja, dan sebuah dari dekat galian lempung di Tonasa mengandung fosil mikroflora sbb.: *Acritarchs* sp., *Anacolosidites* sp., *Anno daceae* sp., *Barringtonia* sp., *Betulaceae pollen*, *Bombacaceae* sp., *Compositae* sp., *Cyatbidites* sp., *Dicolpopollis*, *D. kalewesis*, *D. verrucate*, *D. smooth*, *Dinoflagellates* sp., *Florscbuetzia trilobata*, *Gunnera* sp., *Intratropipollenites*, *Leotriletes* sp., *Monosulcate pollen*, *Monosulites* sp., *Myricaceae pollen*, *Olacacea* sp., *Palmea pollen*, *Psilamonoletes* sp., *Retitricolpitesantonii*, *Retikutcbensis*, *Sapotaceoidacpollenites* sp., *Sterculiaceae* sp., *Syncolporate pollen*, *Tetraporina* sp., *Tricolpate pollen*, *Tricolpate verrucate pollen*, *Triporate pollen*, *Verrucatosporites* sp., *Verrustriletesmajor*, dan *Verrutricolporites* sp. Berdasarkan fosil tersebut A. Khan dan R.H. Tschudy memperkirakan umur Paleogen dengan lingkungan paralas sampai dangkal.

Berdasarkan fosil *Ostrakoda* dari contoh batuan B.45/e. E. Hazel memperkirakan, umur Eosen. Fosil *Ostracoda* yang dikenali adalah: *Bairdiiac* sp., *Cyberella* sp., *Cyberelloidea* sp., *1 Cyberelloidea* sp., *2 Cyboropteron* sp., *1 Cyboropteron* sp., *2 Kritbinids* sp., *Loxoconcha* sp., *Paijenborcbella* sp., *Pokornyella* sp., *Traciryberis* sp., dan *xestoberis* sp. Tebal formasi ini tidak

kurang dari 400 m; tertindih selaras oleh batugamping Temt. dan menindih tak Selaras batuan sedimen kb dan batuan gunungapi Tpv.

2.1.3 Struktur Regional

Batuan tua yang masih dapat diketahui kedudukan stratigrafi dan tektonikanya adalah sedimen *flych* Formasi Balangbaru dan Formasi Marada; bagian bawah takselaras menindih satuan yang lebih tua, dan bagian atasnya ditindih takselaras oleh batuan yang lebih muda. Batuan yang lebih tua merupakan masa yang terimbrikasi melalui sejumlah sesar sungkup, terbreksikan, tergerus, terdaunkan dan sebagian tercampur menjadi melange. Oleh karena itu kompleks batuan ini dinamakan Komplek Tektonik Bantimala. Berdasarkan himpunan batumannya diduga Formasi Balangbaru dan Formasi Marada itu merupakan endapan lereng di dalam sistem busur-palung pada zaman Kapur Akhir. Gejala ini menunjukkan, bahwa melange di Daerah Bantimala terjadi sebelum Kapur Akhir (Sukanto, 1982).

Kegiatan gunungapi bawah laut dimulai pada Kala Paleosen, yang hasil erupsinya terlihat di timur Bantimala dan di daerah Birru (lembur Ujungpandang, Benteng & Sinjai). Pada Kala Eosen Awal, rupanya daerah di barat berupa tepi daratan yang dicirikan oleh endapan darat serta batubara di dalam Formasi Malawa; sedangkan di daerah timur, berupa cekungan laut dangkal tempat pengendapan batuan klastika bersisipan karbonat Formasi Salo Kalupang. Pengendapan Formasi Malawa kemungkinan hanya berlangsung selama awal Eosen, sedangkan Formasi Salo Kalupang berlangsung sampai Oligosen Akhir.

Di barat diendapkan batuan karbonat yang sangat tebal dan luas sejak Eosen Akhir sampai Miosen Awal. Gejala ini menandakan bahwa selama waktu itu terjadi paparan laut dangkal yang luas, yang berangsur-angsur menurun sejalan dengan adanya pengendapan. Proses tektonik di bagian barat ini berlangsung sampai Miosen Awal, sedangkan di bagian timur kegiatan gunungapi sudah mulai lagi selama Miosen Awal, yang diwakili oleh Batuan Gunungapi Kalamiseng dan Soppeng (Tmkv dan Tmsv). Akhir kegiatan gunungapi Miosen Awal itu diikuti oleh tektonik yang menyebabkan terjadinya permulaan terban Walanae yang kemudian menjadi cekungan tempat pembentukan Formasi Walanae. Peristiwa ini

kemungkinan besar berlangsung sejak awal Miosen Tengah, dan menurun perlahan selama sedimentasi sampai Kala Pliosen. Menurunnya Terban Walanae dibatasi oleh dua sistem sesar normal, yaitu sesar Walanae yang seluruhnya nampak hingga sekarang di sebelah timur, dan sesar Soppeng yang hanya tersingkap tidak menerus di sebelah barat.

Selama terbentuknya terban Walanae, di timur kegiatan gunungapi terjadi hanya di bagian selatan sedangkan di barat terjadi kegiatan gunungapi yang hampir merata dari selatan ke utara, berlangsung dari Miosen Tengah sampai Pliosen. Bentuk kerucut gunungapi masih dapat diamati di daerah sebelah barat ini, di antaranya Puncak Maros dan G. Tondongkarambu. Suatu tebing melingkar mengelilingi G. Benrong, di utara G. Tondongkarambu, mungkn. merupakan sisa suatu kaldera.

Sesar utama yang berarah utara-baratlaut terjadi sejak Miosen Tengah, dan tumbuh sampai setelah Pliosen. Pelipatan besar yang berarah hampir sejajar dengan sesar utama diperkirakan terbentuk sehubungan dengan adanya, tekanan mendatar berarah kira-kira timur-barat pada waktu sebelum akhir Pliosen. Tekanan ini mengakibatkan pula adanya sesar sungkup lokal yang menyasarkan batuan pra-kapur Akhir di Daerah Bantimala yang kemudian tertekan melawati batua tersier.

Penyesaran yang relarif lebih kecil di bagian timur Lembar Walanae dan di bagian barat pegunungan barat yang berarah baratlaut - tenggara dan merencong, kemungkinan besar terjadi oleh gerakan mendatar ke kanan sepanjang sesar besar.

2.2 Palinologi

Secara umum palinologi merupakan ilmu yang membahas tentang palinomorf yang terdiri atas sporomorf (spora dan polen) dan palinomorf lainnya seperti dinoflagellate, fungi dan *foram test lining*. Rahardjo (2014) dalam Nugroho (2014) menjelaskan bahwa studi palinologi berkembang di Indonesia dimulai sejak tahun 1933 oleh Polak melalui penelitian sedimen gambut berumur Resen di Jawa dan Sumatera. Tahun 1968 Gemeraad, Hopping dan Muller meneliti sedimen Tersier di daerah tropis termasuk Indonesia dan membagi polem Tersier menjadi 3 zona yaitu zona *Florschuetzia trilobata*, zona *Florschuetzia levipoli*, dan zona *Florschuetzia meridionalis*. Pada tahun 1977, Morley melakukan penelitian fosil polen pada endapan sedimen Tersier dan mencoba menyusun zonasi polen di Indonesia yaitu membagi zona *Florschuetzia meridionalis* menjadi 2 subzona. Peneliti-peneliti Indonesia mulai mempelajari polen Tersier dan Kuartar pada 1985.

Keterkaitan Paleopalynology dengan ilmu lainnya adalah sebagai berikut (Traverse, 2007)

1. Geokronologi

Palinomorf mewakili siklus hidup berbagai tumbuhan dan hewan yang terkadang bervolusi cukup cepat, sehingga palinomorf tersebut memiliki karakteristik rentang waktu yang cukup sempit. Oleh karena itu berguna dalam penanggalan usia (geokronologi). Para ahli paleontologi sering mendapatkan batuan sedimen (batupasir, batulanau dan batulempung) yang tidak mengandung makrofosil sehingga digunakan metode palinologi untuk menentukan usia relatif.

2. Biostratigrafi

Korelasi antara ilmu paleopalynology dan biostratigrafi atau disebut palinostratigrafi yaitu digunakan dalam menentukan korelasi bagian batuan dari satu tempat dengan bagian batuan lainnya, dari tempat yang berbeda dengan ketebalan yang berbeda dan juga litologi yang berbeda. Aplikasi stratigrafi palinologi digunakan dalam menentukan umur purba, lingkungan pengendapan, dan perubahan iklim batuan berdasarkan kandungan palinomorf batuan tersebut.

3. Paleoekologi

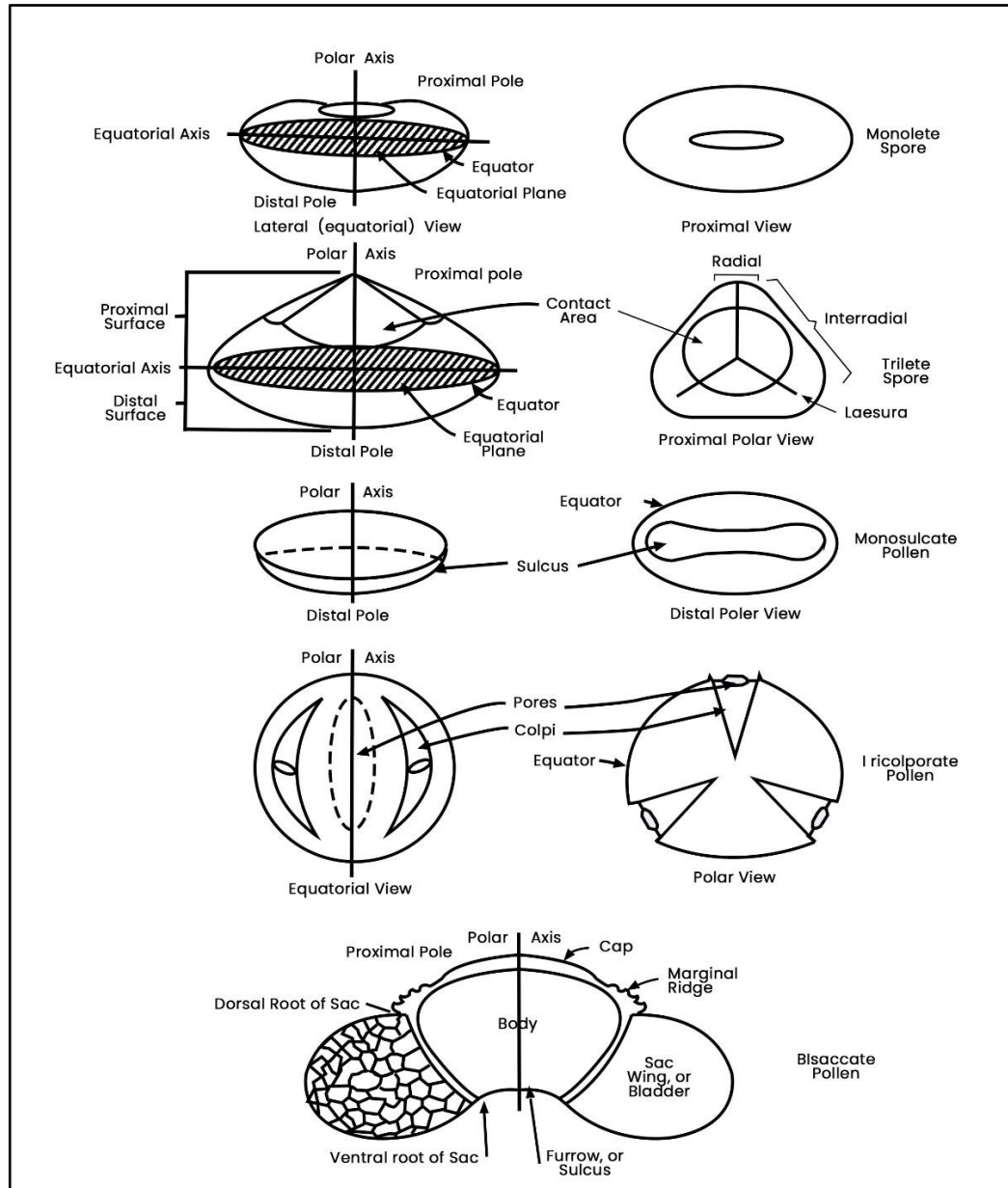
Paleoekologi adalah ilmu yang membahas tentang interaksi antar-organisme atau interaksi antara organisme dan lingkungannya di seluruh rentang waktu geologi. Dengan data palinomorf, lingkungan pengendapan suatu batuan dapat diketahui dan juga dapat memberikan informasi mengenai keberadaan vegetasi serta paleoiklim.

2.2.1 Spora/Pollen

Spora diproduksi oleh jamur, lumut, tumbuhan paku dan alga, secara fungsional setara dengan biji tanaman berbunga, penyebarannya melalui angin dan air. Sedangkan polen adalah sel kelamin jantan yang diproduksi tanaman berbunga, baik itu *Gymnospermae* maupun *Angiospermae* dan secara fungsional setara dengan sperma hewan dengan penyebaran melalui angin, hewan dan air (Macphail dan Hope, 2018)

2.2.2 Morfologi Spora dan Pollen

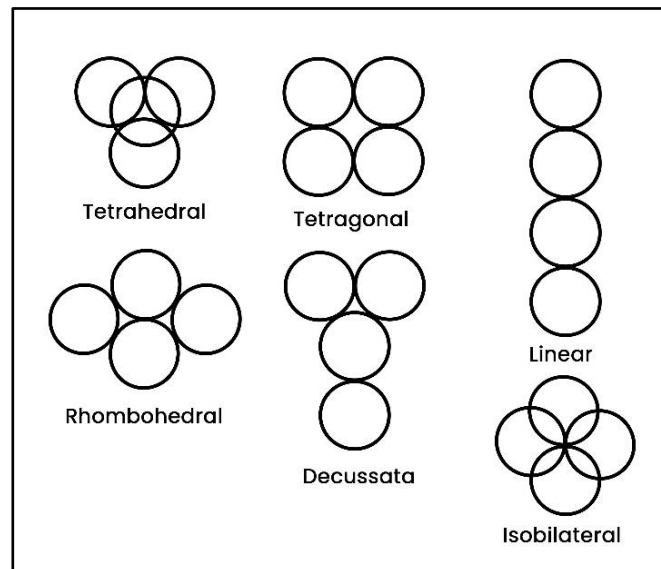
Secara umum, spora dan pollen diklasifikasikan berdasarkan kenampakan fisik atau morfologinya. Karakter utama dari spora dan polen yang digunakan untuk determinasi dan identifikasi adalah unit, aperture, ukuran dan bentuk, dan ornamentasi pada eksin (Nugroho, 2014).



Gambar 2 Terminologi dan karakter dalam mendeskripsi polen dan spora

1. Unit Spora dan Polen

Unit polen dibagi menjadi empat jenis yaitu *monad*, *diad*, *tetrad* dan *polyad*. Kapp (1969) dan Moore & Webb (1978) mengungkapkan bahwa polen *tetrad* dibedakan menjadi lima tipe yaitu *tetrahedral*, *tetragonal*, *rhomboid*, *decussata* dan *tetrad* silang.



Gambar 3 Macam-macam tipe spora dan polen tetrad (Kapp, 1969; Moore & Webb, 1978)

Suedy (2012) mengungkapkan bahwa butir spora maupun polen mempunyai bentuk, ukuran dan ornamentasi eksin tertentu. Dengan mengetahui, mengidentifikasi dan mengklasifikasikan suatu butir spora dan polen maka dapat diketahui tingkat takson tumbuhan penghasilnya, misalnya tumbuhan Angiospermae yang memiliki polen *polyad* diketahui ada lima kelompok, yaitu: *Annonaceae*, *Leguminosae*, *Hippocrateaceae* (pada marga *Hippocraea*), *Asclepiadaceae* dan *Orchidaceae*.

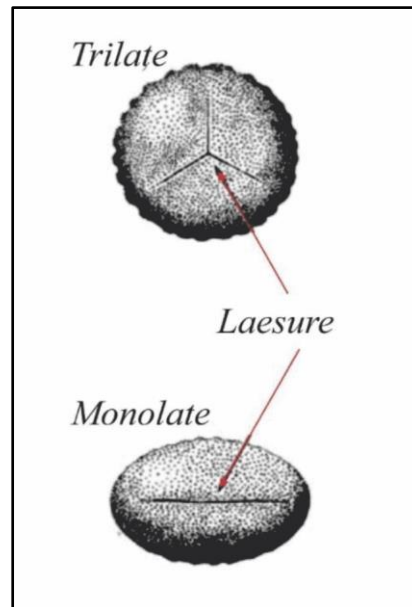
2. Ukuran dan bentuk spora dan polen

Bentuk butir spora dan polen dapat dideskripsi menggunakan kenampakan pada pandangan polar dan pandangan ekuatorial. Polen memiliki struktur dinding kompleks yang merefleksikan adaptasi fungsional dari suatu spesies terhadap habitat, substansi pembentuk dinding serbuk sari ini disebut *sporopolenin*. *Sporopolenin* sangat stabil dan resisten terhadap berbagai pengaruh lingkungan (Suedy, 2012)

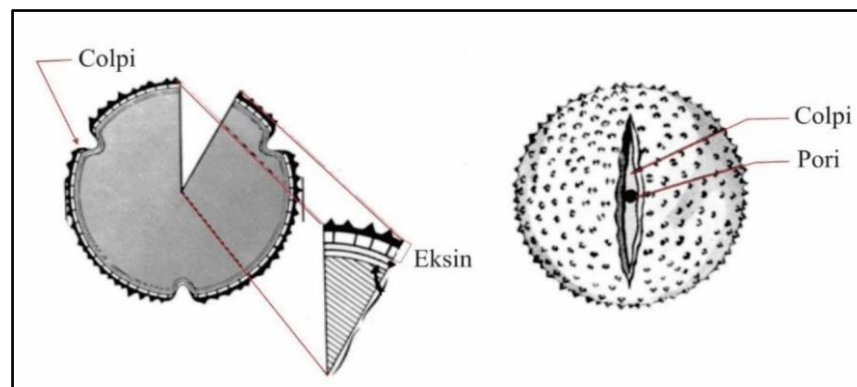
3. Bentuk aperture

Aperture adalah suatu area tipis pada eksin yang berhubungan dengan perkecambahan polen (Suedy, 2012). Bentuk butir polen erat kaitannya dengan tipe aperturennya. Aperture polen dibedakan menjadi dua tipe yaitu celah memanjang disebut *colpus/colpi* dan berbentuk bulat disebut *porus/pori* serta dengan beberapa variasi aperture antara bentuk *colpus* dan *porus*.

Tumbuhan *Pteridophyta* dan *Bryophyta*, spora tidak memiliki aperture, namun memiliki suatu area tipis yang menyerupai aperture disebut *laesure* yang tampak seperti garis disisi luar dan terbagi menjadi 3 bentuk yaitu *alete*, *monoalete*, dan *trilete*.



Gambar 4 Kenampakan aperture berupa *laesure* pada spora



Gambar 5 Kenampakan aperture berupa pori dan colpi pada polen

4. Bentuk dan ornamentasi pada eksin

Tipe ornamentasi eksin polen disusun berdasarkan ukuran, bentuk dan susunan unsur ornamentasi. Ornamentasi merupakan bentuk eksternal eksin tanpa menunjukkan susunan eksin bagian dalam.

2.3 Biozonasi

Penelitian zonasi polen Pulau Jawa dilengkapi dengan penelitian terhadap keberadaan fosil pembanding lain yang sudah diketahui kisaran umurnya pastinya di pulau Jawa seperti foraminifera dan nanoplankton. Dengan demikian kisaran stratigrafi polen indeks dapat ditentukan dengan tepat dengan membandingkannya pada fosil indeks foraminifera dan nanoplankton (Lelono, 2007).

Penelitian palinologi terhadap batuan sedimen umur Pliosen sampai Eosen di pulau Jawa menghasilkan tujuh zonasi polen sebagai berikut (dari umur tua ke muda)

1. Zona *Proxapertites Operculatus*

Zona polen ini ditandai oleh kisaran polen *Proxapertites operculatus*. Zona *Proxapertites operculatus* sebanding dengan zona foram planktonic P14 – P17 atau umur Eosen.

2. Zona *Meyeripollis Naharkotensis*

Zona *Meyeripollis naharkotensis* ditandai oleh kisaran polen *Meyeripollis naharkotensis*. Zona ini sebanding dengan zona foram planktonic p18 – N2 yang sama dengan umur Oligosen.

3. Zona *Florschuetzia Trilobata*

Batas bawah zona *Florschuetzia trilobata* ditentukan oleh kemunculan akhir *Meyripollis naharkotensis*, sedangkan batas atasnya ditandai oleh kemunculan awal *Florschuetzia levipoli*. Zona polen ini sebanding dengan zona foram planktonic N3 – N5 atau umur Oligosen Akhir bagian atas sampai Miosen Awal bagian bawah.

4. Zona *Florschuetzia Levipoli*

Bagian bawah zona *Florschuetzia levipoli* dibatasi oleh kemunculan awal polen *Florschuetzia levipoli*, sedangkan bagian atasnya dibatasi oleh kemunculan awal polen *Florschuetzia meridionalis*. Zona polen ini sebanding dengan zona foram planktonic N6 – N8 atau umur Miosen Awal bagian atas.

5. Zona *Florschuetzia Meridionalis*

Batas bawah zona *Florschuetzia meridionalis* ditandai oleh kemunculan awal *Florschuetzia meridionalis*, sedangkan batas atasnya ditentukan oleh kemunculan polen *Florschuetzia trilobata*. Zona polen ini sebanding dengan

zona foram planktonic N9 – N16 atau umur Miosen Tengah sampai Miosen Akhir bagian bawah.

6. Zona *Stenochlaenidites Papuanus*

Bagian bawah zona *Stenochlaenidites Papuanus* dibatasi oleh kemunculan akhir polen *Florschuetzia trilobata*, sedangkan bagian atasnya dibatasi oleh kemunculan awal *Dacrycarpidites australiensis*. Selain itu, zona ini ditandai pula oleh kisaran spora *Stenochlaenidites papuanus*. Zona ini dibandingkan dengan zona foram planktonic N17 – N19 atau umur Miosen Akhir bagian atas sampai Pliosen Akhir bagian bawah.

7. Zona *Dacrycarpidites Australiensis*

Batas bawah zona polen ini ditentukan oleh kemunculan awal polen *Dacrycarpidites Australiensis*, sedangkan batas atasnya ditandai oleh kemunculan akhir spora *Stenochlaenidites Papuanus*. Zona *Dacrycarpidites australiensis* sebanding dengan zona foram planktonic N20 – N21 atau umur Pliosen Akhir.

Age	Species Diagnostic		Palynological Zonations	Biodatums	Characteristics
	Blow (1969)	Martini (1971)			
0.14	Holocene	N.23			
	Pleistocene	N.22	<i>Monoporites annulatus</i>		The presence abundance of <i>Monoporites annulatus</i> , associate with <i>Dacrycarpidites australiensis</i> and the absence of <i>Stenochlaenidites papuanus</i>
1.9		N.20		<i>Dacrycarpidites australiensis</i>	→ <i>S. papuanus</i> → <i>D. australiensis</i> The co-occurrences of <i>Dacrycarpidites australiensis</i> and <i>Stenochlaenidites papuanus</i>
3.4	Pliocene	Late N.21 N.20 Early N.19			
5.1		N.18 N.17	<i>Stenochlaenidites papuanus</i>		The presence of <i>Stenochlaenidites papuanus</i> , without the occurrence of <i>Dacrycarpidites australiensis</i> and <i>Florschuetzia trilobata</i>
10.2	Miocene	Late N.16 Middle N.15 N.14 N.13 N.12		<i>Florschuetzia meridionalis</i>	→ <i>F. trilobata</i> The co-occurrences of <i>Florschuetzia meridionalis</i> and <i>Florschuetzia trilobata</i>
16.2		N.9 N.8 N.7 N.6		<i>Florschuetzia levipoli</i>	* <i>F. meridionalis</i> The co-occurrences of <i>Florschuetzia levipoli</i> and <i>Florschuetzia trilobata</i> without the presence of <i>Florschuetzia meridionalis</i>
25.2	Oligocene	Early N.6 N.5 N.4		<i>Florschuetzia trilobata</i>	↑ <i>F. levipoli</i> The presence of <i>Florschuetzia trilobata</i> and the absence of <i>Florschuetzia levipoli</i> or other Paleogen taxa
30.0		Late P.22 P.21 Early P.18 P.17		<i>Meyeripollis naharkotensis</i>	* <i>M. naharkotensis</i> The presence of <i>Meyeripollis naharkotensis</i> without the occurrence of <i>Proxapertites operculatus</i>
36.0		Late P.16 P.15		<i>Proxapertites operculatus</i>	↓ <i>P. operculatus</i> The occurrence of <i>Proxapertites operculatus</i>
39.0	Eocene	Middle P.14			

Gambar 6 Zonasi Palinologi menurut Rahardjo dkk (1994)

2.4 Lingkungan Pengendapan

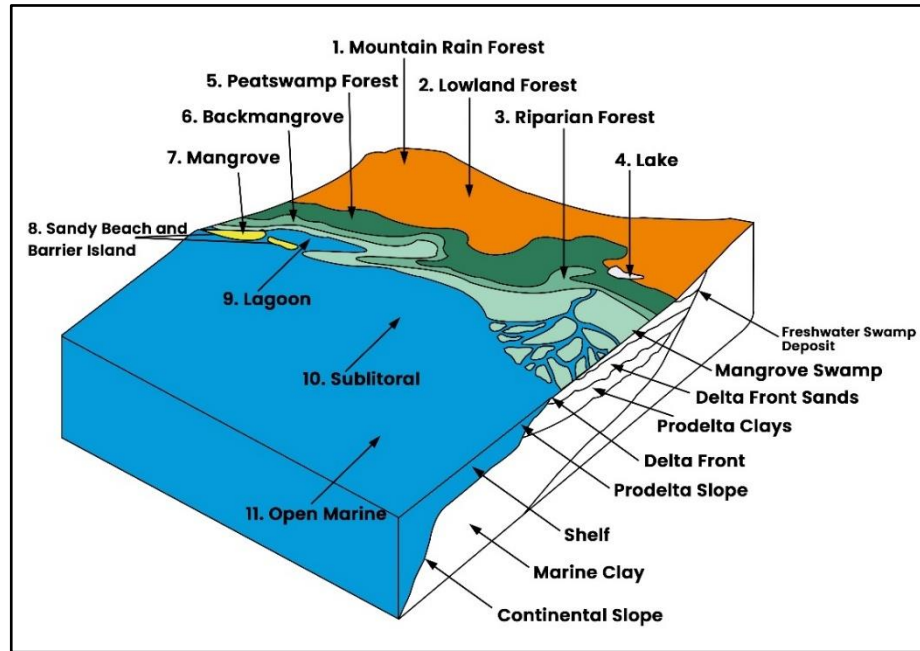
Lingkungan pengendapan merupakan suatu kondisi dengan parameter, kimia dan biologi tertentu yang berhubungan dengan suatu unit geomorfik yang memiliki geometri dan ukuran tertentu

Menurut Haseldonckx (1974) penentuan lingkungan pengendapan dilakukan dengan menggunakan kelimpahan palinomorff yang dikelompokkan berdasarkan vegetasinya dan ditampilkan dalam diagram palinologi dengan mengacu pada interpretasi lingkungan pengendapan berdasarkan hubungan vegetasinya. Setiap Kumpulan taksa tertentu terutama yang hadir secara melimpah dalam sebuah zona akan mencerminkan lingkungan pengendapan tertentu. Interpretasinya nanti juga didukung oleh jenis litologi dari sedimen pada zona tertentu. Adapun klasifikasi lingkungan pengendapan menurut Haseldonckx (1974) adalah sebagai berikut.

1. *Montane*, ditandai dengan kelimpahan kelompok taksa yang didominasi oleh Fagaceae (*Quercus*, *Lithocarpus* dan *Castanopsis*) Bersama dengan Lauraceae, *Dacrydium*, dan *Podocarpus* sp.
2. *Lowland Forest*, ditandai dengan kelimpahan Dipterocarpaceae dengan Myrtaceae (*Eugenia* sp), *Calophyllum* sp., *Annonaceae*, *Euphorbiaceae*, *Rubiaceae*, dan *Calamus* sp.
3. *Riparian Forest*, ditandai dengan kelimpahan *Pandanus*, *Barringtonia*, *Gluta*, *Calophyllum*, *Dipterocarpaceae*, *Oncosperma*, dan *Calamus*.
4. *Lake*, ditandai dengan pencampuran kelimpahan dari *lowland forest* dan *peat swamp* dengan *Pediastrum* yang kemungkinan melimpah.
5. *Peat Swamp Forest*, ditandai dengan pencampuran kelimpahan taksa lokal yang dominan yang terdiri atas *Blumeodendron*, *Ctenolophon*, *Durio*, *Gonystilus*, *Sapotaceae/Meliaceae*, *Rubiaceae*, *Canthium*, *Chepalomappa*, *Shorea* sp., *Camptosperma*, *Myrtaceae*, dan *Stenochlaena palustris*, dengan *Pandanus*, *Koompassia*, dan *Malvaceae* di sepanjang tepi sungai dan densitas sisa-sisa tanaman yang tinggi.
6. *Backmangrove*, terletak di sebelah *mangrove* yang menghadap ke darat dengan salinitas rendah, didominasi dari kelimpahan *Nypa* dan *Acrostichum*, juga terdapat taksa *mangrove* seperti *Zonocostites ramonae*,

Proxapertites, *Florschuetzia* dan lain-lain. Frekuensi yang berbeda antara *Pediastrum* dan dinoflagellata mengindikasikan variasi pengaruh darat terhadap marin, serta densitas sisa-sisa tanaman yang tinggi.

7. *Mangrove*, dengan pengaruh pasang-surut di sepanjang pantai, kelimpahan taksa terdiri atas Rhizophoraceae, *Sonneratia*, *Avicennia*, serta kaya akan sporomorf yang tertransportasi dari hulu. Densitas sisa-sisa tanaman di daerah ini tinggi, serta ditandai dengan kehadiran dinoflagellata dan *foram test lining*.
8. *Sandy Beach* dan *Barrier Island*, terdiri atas *Casuarina equisetifolia*, *Calophyllum* sp., *Cycas*, *Terminalia*, *Pandanus*, *Shorea* sp., dan *Eugenia* sp.
9. *Lagoon*, menunjukkan campuran dari kumpulan taksa *mangrove*, *backmangrove*, *peat swamp forest* dan taksa *barrier island*. Lingkungan ini memiliki material sisa tanaman yang melimpah. Jika pengaruh air tawar tinggi, maka *Pediastrum* akan melimpah, sedangkan jika pengaruh marin yang tinggi, dinoflagellata dan *foram test lining* yang melimpah.
10. *Sublitoral*, tersusun atas percampuran polen dengan densitas material sisa tanaman yang tinggi dan kehadiran dinoflagellata dan *foram test lining*.
11. *Open Marine*, kelimpahan palinomorf akan semakin menurun sejalan dengan meningkatnya kedalaman laut, biasanya dijumpai palinomorf yang berukuran kecil, misalnya *Rhizopora* sp. Densitas material sisa tanaman menurun, sedangkan dinoflagellata dan *foram test lining* semakin melimpah.



Gambar 7 Hubungan asosiasi vegetasi dengan lingkungan pengendapan (Haseldonckx, 1974)