

TESIS

STUDI MINERALOGI DAN TINGKAT PELAPUKAN KIMIA PADA LAPUKAN BATUAN VULKANIK DI DESA BONTOSOMBA KABUPATEN MAROS DAN DESA GUNUNG PERAK KABUPATEN SINJAI

*Study of Mineralogy and Chemical weathering Levels on Weathered Volcanic
Rocks in Bontosomba Village Maros Regency and Gunung Perak Village Sinjai
Regency*

KHAERUNNISA NASIR

D062211002



PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK GEOLOGI

DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2024



PENGAJUAN TESIS

STUDI MINERALOGI DAN TINGKAT PELAPUKAN KIMIA PADA LAPUKAN BATUAN VULKANIK DI DESA BONTOSOMBA KABUPATEN MAROS DAN DESA GUNUNG PERAK KABUPATEN SINJAI

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Magister
Program Studi Teknik Geologi

Disusun dan diajukan oleh



KHAERUNNISA NASIR

D062211002

Kepada

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**



TESIS

STUDI MINERALOGI DAN TINGKAT PELAPUKAN KIMIA PADA LAPUKAN BATUAN VULKANIK DI DESA BONTOSOMBA KABUPATEN MAROS DAN DESA GUNUNG PERAK KABUPATEN SINJAI

KHAERUNNISA NASIR
D062211002

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Tesis yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi pada Program Magister Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 3 September 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama



Dr. Ir. Hamid Umar, M.S
NIP. 196012021988111001

Pembimbing Pendamping



Dr. Ulva Ria Irvan, S.T., M.T
NIP. 197006061994122001

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin



Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST.,
. ASEAN Eng
09260001211002

Ketua Program Studi
Magister Geologi



Dr. Eng. Ir. Meutia Farida, S.T., M.T
NIP. 197310032000122002



PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Khaerunnisa Nasir

Nomor Mahasiswa : D062211002

Program studi : Teknik Geologi

Dengan ini menyatakan bahwa, tesis berjudul “Studi Mineralogi dan Tingkat Pelapukan Kimia pada Lapukan Batuan Vulkanik Di Desa Bontosomba Kabupaten Maros Dan Desa Gunung Perak Kabupaten Sinjai” adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing Dr. Ir. Hamid Umar, MS dan Dr. Ulva Ria Irfan, S.T., M.T. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada program tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini. Sebagian dari isi tesis ini telah dipublikasikan di Jurnal/Prosiding (nama, volume, halaman, dan DOI) sebagai artikel dengan judul “Prevention of Potential Soil Degradation Based on the Availability of Nutrient-Carrying Minerals”.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Gowa, 3 September 2024

Yang menyatakan



Khaerunnisa Nasir



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan rahimNya serta keberkahan nikmat dan kesehatan sehingga penulis dapat merampungkan proposal tesis dengan judul **“Studi Mineralogi dan Tingkat Pelapukan Kimia Pada Lapukan Batuan Vulkanik Di Desa Bontosomba Kabupaten Maros Dan Desa Gunung Perak Kabupaten Sinjai”** Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mengerjakan tesis pada Program Magister Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa keberhasilan dalam penyusunan tesis ini tidak terlepas dari motivasi, dukungan dan bantuan beberapa pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Keluarga besar penulis terkhusus kepada kedua orang tua, yang telah membesarkan serta mendidik penulis dengan penuh kasih sayang, memberikan doa dan dukungan, serta nasehat selama proses penyelesaian tesis. Untuk kakak dan kakak ipar yang telah memberikan bantuan dan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan tesis serta untuk ponakanku yang menjadi *moodbooster* dikala penulis suntuk.
2. Bapak Dr. Ir. Hamid Umar, MS dan Ibu Dr. Ulva Ria Irfan, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan, saran, dan motivasi yang diberikan.
3. Bapak dan Ibu dosen penguji yang telah memberikan banyak ilmu, saran dan masukan kepada penulis sejak awal penelitian hingga penyelesaian tesis ini.
4. Ibu Dr. Eng. Meutia Farida, S.T., M.T, selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Geologi, Universitas Hasanuddin.
5. Segenap Dosen Program Studi Magister Teknik Geologi, Universitas Hasanuddin yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat dan staf pegawai akademik atas segala arahan dan bantuan teknis serta dalam pengurusan berkas administrasi.
6. Perangkat daerah dan Masyarakat Kec. Sinjai Barat dan Kec. Tompobulu s, yang telah mengizinkan penulis untuk melakukan penelitian di daerah out.



7. Tim Surveyor, Ahmad Muflih Anshary, S.P., Nur Kholis Randi S.S.P., Wahyudi Ma'ruf Zaenal, S.P., Ahmad Fatahillah, S.P., Muh. Chaeril Restu, S.P., Andi Masalangka, S.P., Aditya Anugrah, S.P., Albar Buanglera, S.T., dan Aditya, S.T., yang telah membantu penulis selama pengambilan sampel di lapangan.
8. Kakanda Muh. Abbas, S.P., M.P., dan Nur Isra, S.P., M.Ling, yang senantiasa meluangkan waktu untuk diskusi bersama dan memberikan masukan dalam penyelesaian tesis ini.
9. Sahabat sekaligus tim hore, Azmi Nur Karimah Amas, S.P., M.Si., Adinda Nurul Jannati C, S.P., M.Si., Natasya Apriyanti Sitorus, S.P., drg. Regita Maharani, S.KG., dan ST. Nur Fanisyah B. Tahir, S.P., atas kebersamaan bantuan, semangat dan sebagai teman berbagi cerita dan keluh kesah selama penulisan tesis ini.
10. Sobat magister, Nur Ikhwana, S.T., Monica Triskia Lewakabessy, S.T., Rosa Amelia, S.Si., atas bantuan, semangatnya serta cerita selama melangsungkan pendidikan magister
11. Teman-teman seperjuangan Agroteknologi 2016 dan Program Studi Magister Teknik Geologi, Universitas Hasanuddin 2021 atas semua dukungan, semangat, kerjasamanya.
12. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah memberikan semangat dan dukungan serta bantuan.
13. *Last but not least, I wanna thank me, for believing in me, for doing all this hard work, for having no days off, for never quitting, for just being me at all times.*

Penulis menyadari bahwa tesis ini tidak luput dari berbagai kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar bisa lebih baik kedepannya. Penulis berharap agar tesis ini dapat berguna dan bermanfaat bagi banyak orang. Aamiin.

Penulis



Khaerunnisa Nasir

ABSTRAK

KHAERUNNISA NASIR. *Studi Mineralogi dan Tingkat Pelapukan Kimia pada Lapukan Batuan Vulkanik Di Desa Bontosomba Kabupaten Maros Dan Desa Gunung Perak Kabupaten Sinjai* (dibimbing oleh **Hamid Umar, Ulva Ria Irfan**)

Pelapukan merupakan hal umum yang terjadi pada batuan dan menghasilkan *soil*. Pelapukan kimia dipengaruhi oleh komposisi mineral. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis mineralogi pada batuan dan lapukan batuan, menganalisis geokimia lapukan batuan vulkanik, membandingkan tingkat pelapukan batuan vulkanik dan mengaitkan komposisi mineral dengan unsur hara yang terdapat dalam *soil*. Penelitian dilakukan pada sepuluh titik pengamatan *soil* dan tujuh titik pengamatan batuan. Identifikasi mineralogi pada batuan menggunakan petrografi, penentuan jenis mineral menggunakan analisis XRD, penentuan komposisi kimia menggunakan analisis XRF, penentuan tingkat pelapukan *soil* menggunakan CIW serta analisis kandungan hara makro pada *soil*. Hasil penelitian menunjukkan batuan pada Lokasi penelitian adalah batuan Basalt yang mengandung mineral seperti mineral pyroxene, olivine, hornblende, biotit. Kandungan mineral *soil* terdiri mineral pembawa hara dan mineral sekunder yang menunjukkan aktivitas pelapukan kimia. Tingkat pelapukan pada daerah penelitian digolongkan lapuk hingga sangat lapuk. Daerah penelitian tergolong sebagai daerah yang memiliki status keharaan yang cukup baik dan sangat potensial untuk pengembangan pertanian.

Kata kunci : batuan vulkanik, pelapukan, mineral, *soil*



ABSTRACT

KHAERUNNISA NASIR. *Study of Mineralogy and Chemical Weathering Levels on Weathered Volcanic Rocks in Bontosomba Village Maros Regency and Gunung Perak Village Sinjai Regency* (supervised by **Hamid Umar, Ulva Ria Irfan**)

Weathering is a common occurrence in rocks and produces soil. Chemical weathering is influenced by mineral composition. This research aims to analyze the mineralogy of rocks and rock weathering, analyze the geochemistry of volcanic rock weathering, compare the level of volcanic rock weathering and relate mineral composition to nutrients contained in the soil. The research was conducted at ten soil observation points and seven rock observation points. Identification of mineralogy in rocks using petrography, determination of mineral types using XRD analysis, determination of chemical composition using XRF analysis, determination of soil weathering level using CIW, and analysis of macro nutrient content in soil. The research results show that the rocks at the research location are basalt rocks containing minerals such as pyroxene, olivine, hornblende, and biotite. The soil mineral content consist of nutrient-carrying minerals and secondary minerals indicating chemical weathering activity. The level of weathering in the research area is classified as weathered to very weathered. The research area is classified as an area that has a fairly good status of fertility and is very potential for agricultural development.

Key words: volcanic rock, weathering, mineral, *soil*



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PENGAJUAN TESIS.....	ii
PERSETUJUAN TESIS	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Geologi Regional.....	4
2.1.1 Stratigrafi	4
2.1.2 Geomorfologi.....	7
2.1.3 Curah Hujan	8
2.2 Batuan Vulkanik.....	11
2.3 Mineralogi	13
2.4 Pelapukan Kimia Batuan	15
2.5 Pembentukan <i>Soil</i>	18
2.6 Kerangka Konseptual	19
Hipotesis	20
METODOLOGI PENELITIAN	21
Rancangan Penelitian	21
Lokasi Penelitian	21



3.3	Populasi dan Sampel.....	21
3.4	Teknik Pengumpulan Data	25
3.5	Instrumen Pengumpul Data	26
3.6	Analisis Data	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		29
4.1	Hasil Penelitian.....	29
4.1.1	Karakteristik batuan pada daerah penelitian	29
4.1.2	Karakteristik <i>Soil</i>	37
4.1.3	Mineralogi dan Tingkat Kesuburan <i>Soil</i>	47
4.1.4	Geokimia <i>Soil</i>	51
4.1.5	Tingkat Pelapukan Kimia	53
4.2	Pembahasan	56
BAB V PENUTUP		59
5.1	Kesimpulan.....	59
5.2	Saran	59
DAFTAR PUSTAKA		60
LAMPIRAN.....		64
LAMPIRAN LEPAS		
1.	Peta Stasiun Pengamatan	
2.	Peta Geologi	
3.	Peta Topografi	



DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
Tabel 1. Beberapa jenis mineral primer yang sering dijumpai di Indonesia	15
Tabel 2. Kriteria penilaian potensi kesuburan	28
Tabel 3. Karakteristik <i>soil</i> pada stasiun 1.....	38
Tabel 4. Karakteristik <i>soil</i> pada stasiun 2.....	39
Tabel 5. Karakteristik <i>soil</i> pada stasiun 3.....	40
Tabel 6. Karakteristik <i>soil</i> pada stasiun 4.....	41
Tabel 7. Karakteristik <i>soil</i> pada stasiun 5.....	42
Tabel 8. Karakteristik <i>soil</i> pada stasiun 6.....	43
Tabel 9. Karakteristik <i>soil</i> pada stasiun 7.....	44
Tabel 10. Karakteristik <i>soil</i> pada stasiun 8.....	45
Tabel 11. Karakteristik <i>soil</i> pada stasiun 9.....	46
Tabel 12. Karakteristik <i>soil</i> pada stasiun 10.....	47
Tabel 13. Presentase kandungan mineral pada formasi Batuan Gunungapi Lompobattang	48
Tabel 14. Presentase kandungan mineral pada formasi Batuan Gunungapi Baturape-Cindakko	49
Tabel 15. Penilaian cadangan hara	50
Tabel 16. Hasil geokimia <i>soil</i>	52
Tabel 17. Tingkat pelapukan kimia daerah penelitian.....	53



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
Gambar 1. Peta geologi daerah penelitian formasi Tpbv (dimodifikasi dari Sukamto dan Supriatna, 1982)	6
Gambar 2. Rata-rata curah hujan tahunan Kecamatan Sinjai Barat	8
Gambar 3. Rata-rata curah hujan tahunan Kecamatan Tompobulu.....	8
Gambar 4. Peta lereng Kecamatan Sinjai Barat Kabupaten Sinjai.....	9
Gambar 5. Peta lereng Kecamatan Tompobulu Kabupaten Maros	10
Gambar 6. Geologi Regional Pulau Sulawesi (Hall dan Wilson, 2000).....	12
Gambar 7. Deret reaksi bowen (dalam Ibrahim dan Asmita 2018).....	13
Gambar 8. Kerangka konseptual	20
Gambar 9. Diagram Alir Penelitian.....	22
Gambar 10. Peta lokasi penelitian daerah Sinjai	23
Gambar 11. Peta lokasi penelitian daerah Maros	24
Gambar 12. Penentuan titik ambil sampel.....	26
Gambar 13. Contoh singkapan batuan (A), Pengambilan sampel tanah (B).....	26
Gambar 14. Kenampakan lapangan batuan Basalt pada Stasiun 1B	29
Gambar 15. Kenampakan mikroskopis batuan Basalt pada Stasiun 1B.....	30
Gambar 16. Kenampakan batuan basalt pada Stasiun 2B	30
Gambar 17. Kenampakan mikroskopis batuan Basalt pada Stasiun 2B.....	31
Gambar 18. Kenampakan batuan Basalt pada Stasiun 3B.....	32
Gambar 19. Kenampakan mikroskopis batuan Basalt pada stasiun 3B	32
Gambar 20. Kenampakan batuan Basalt pada Stasiun 4B.....	33
Gambar 21. Kenampakan mikroskopis batuan Basalt pada Stasiun 4B.....	33
Gambar 22. Kenampakan lapangan batuan Basalt pada Stasiun 6B	34
Gambar 23. Kenampakan mikroskopis batuan Basalt pada Stasiun 6B.....	35
Gambar 24. Kenampakan lapangan batuan Basalt pada Stasiun 7B1	35
Gambar 25. Kenampakan mikroskopis dari batuan Basalt Stasiun 7B1	36
Gambar 26. Kenampakan lapangan batuan Basalt pada Stasiun 7B2	36
Gambar 27. Kenampakan mikroskopis batuan Basalt pada Stasiun 7B2.....	37
Gambar 28. Analisis tingkat pelapukan kimia <i>soil</i> stasiun 1, stasiun 2, stasiun 3, stasiun 4, stasiun 5 dan stasiun 6.....	54
Gambar 29. Analisis tingkat pelapukan kimia <i>soil</i> stasiun 7, stasiun 8, stasiun 9, dan stasiun 10.....	55



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
Lampiran 1. Deskripsi petrografi batuan vulkanik.....	65
Lampiran 2. Deskripsi profil <i>soil</i>	73
Lampiran 3. Hasil analisis karakteristik sifat fisik <i>soil</i> lokasi penelitian.....	83
Lampiran 4. Hasil analisis karakteristik sifat kimia <i>soil</i> lokasi penelitian.....	84
Lampiran 5. Kriteria penilaian hasil analisis kimia <i>Soil</i>	85
Lampiran 6. Hasil analisis XRD <i>soil</i>	
Lampiran 7. Hasil analisis XRF <i>soil</i>	



DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Singkatan		Arti dan Keterangan
CIA	=	Chemical Index of Alteration
CIW	=	Chemical Index of Weathering
PIA	=	Indeks Perubahan Plagioklas
QLV	=	Quarter Lompobattang Vulkanik
SOIL	=	Lapisan permukaan bumi yang berasal dari batuan yang mengalami pelapukan dan dapat membantu tanaman untuk tumbuh
TPBV	=	Tersier Pliosen Baturape Cindako Vulkanik
XRD	=	X-Ray Diffraction
XRF	=	X-Ray Fluorescence



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sulawesi Selatan merupakan daerah yang dilalui oleh formasi gunungapi diantaranya adalah Formasi Batuan Gunungapi Latimojong (Qlv) dan Formasi Batuan Gunungapi Baturape-Cindakko (Tpbv). Batuan vulkanik menunjukkan karakteristik mineralogi yang beragam (El-Desoky *et al.*, 2023) dan oleh proses alam dapat melapuk. Pelapukan adalah proses alami yang merusak dan mengubah batuan menjadi bahan-bahan yang lebih halus dan akhirnya menjadi tanah. Proses pelapukan merupakan hal umum yang terjadi pada batuan. Apalagi di daerah yang beriklim tropis, pelapukan akan terjadi lebih intensif bahkan terjadi secara simultan (Zhao *et al.*, 1994 dalam Tamanak *et al.*, 2020). Pelapukan batuan dapat terjadi secara fisik maupun kimia. Pelapukan kimia dipengaruhi oleh komposisi mineral (Rodrigues *et al.*, 2023) yang melibatkan proses penguraian batuan membentuk mineral-mineral sekunder (Dan dan Yuliato, 2014).

Batuan vulkanik yang telah mengalami pelapukan menjadi *soil* memiliki sifat-sifat yang berpotensi untuk pengembangan pertanian (Hikmatullah, 2010) dan seringkali dikatakan sebagai *soil* yang memiliki kesuburan yang baik disebabkan oleh mineral-mineral yang melapuk dari batuan vulkanik (Ahmad *et al.*, 2019). Padahal, komposisi setiap batuan gunungapi berbeda satu sama lain, ada yang bersifat basaltic, andesitic, maupun granitic yang dapat mempengaruhi hasil dan karakteristik *soil* serta unsur-unsur yang terkandung dalam *soil* tersebut yang dapat dimanfaatkan sebagai pengembangan pertanian. Mineral yang melapuk dari batuan sebagian besar sebagai sumber unsur hara yang dapat meningkatkan kesuburan tanah sehingga dapat menekan penggunaan bahan-bahan kimia.

Penelitian sebelumnya mengenai mineral sebagai indikator kesuburan tanah telah dilakukan oleh Nasir *et al.*, (2021) dengan judul Minerals of Parent Material as an Indicator of Soil Fertility yang menyatakan bahwa penelitian yang dilakukan

di daerah Sinjai Barat dengan Formasi Batuan Gunungapi Lompobattang menunjukkan hasil komposisi bersifat andesitik. Penelitian yang dilakukan pada Cindakko oleh Arif (2020) mengemukakan bahwa studi geokimia pada



daerah tersebut berkomposisi basaltic, berafinitas *shoshonitic* (tak-jenuh silika). Identifikasi karakteristik mineralogi dan tingkat pelapukan batuan menjadi salah satu strategi untuk mengetahui kondisi pelapukan batuan di suatu daerah yang nantinya dapat dikaitkan dengan tingkat kesuburan tanah berdasarkan mineral yang terkandung hasil dari pelapukan batuan tersebut sebagai upaya untuk menekan penggunaan bahan-bahan kimia guna peningkatan kesuburan tanah.

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian mengenai studi mineralogi dan tingkat pelapukan lapukan batuan vulkanik untuk mempelajari karakteristik mineral pada batuan dan lapukan batuan vulkanik dan menganalisa tingkat pelapukan kimia pada lapukan batuan vulkanik serta dikaitkan dengan unsur-unsur hara terkandung yang dapat dimanfaatkan dalam bidang pertanian.

1.2 Rumusan Masalah

Perbedaan sifat, karakteristik dan komposisi dalam setiap batuan gunungapi menyebabkan perbedaan sifat, karakteristik dan komposisi yang berbeda pula dari setiap hasil pelapukannya. Berdasarkan hal tersebut, maka rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik mineralogi pada batuan vulkanik dan lapukan batuan vulkanik di daerah penelitian
2. Bagaimana geokimia lapukan batuan vulkanik pada daerah penelitian
3. Bagaimana tingkat pelapukan batuan vulkanik pada daerah penelitian dan kaitan mineral dengan unsur-unsur yang terdapat dalam *soil*.
4. Bagaimana kaitan mineral pada *soil* dengan tingkat kesuburan *soil*

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah maka tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menentukan karakteristik mineralogi pada batuan dan lapukan batuan di daerah penelitian
2. Menentukan geokimia lapukan batuan vulkanik pada daerah penelitian



3. Membandingkan tingkat pelapukan batuan vulkanik pada kedua daerah penelitian dan mengaitkan komposisi mineral dengan unsur hara yang terdapat dalam *soil*.
4. Mengaitkan mineral pada *soil* dengan tingkat kesuburan *soil*

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan bermanfaat sebagai acuan dalam pengembangan pertanian khususnya dalam pengelolaan kesuburan tanah berdasarkan kandungan unsur-unsur yang terdapat dalam *soil* hasil pelapukan batuan vulkanik selain itu penelitian ini bermanfaat sebagai bahan referensi mengenai batuan vulkanik dan lapukan batuan vulkanik khususnya mengenai mineral dan tingkat pelapukan.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini meliputi pengamatan data lapangan yang dilakukan di Desa Bonto Somba Kabupaten Maros dan di Desa Gunung Perak Kabupaten Sinjai. Analisis data lapangan untuk mengetahui karakteristik batuan, mineral dan *soil* pada lokasi. Data yang diperoleh dari pengamatan lapangan akan dilakukan identifikasi mineralogi pada batuan menggunakan petrografi, penentuan jenis mineral menggunakan analisis XRD (*X-ray Diffraction*), penentuan komposisi kimia menggunakan analisis XRF (*X-ray Fluorescence*), penentuan tingkat pelapukan *soil* menggunakan Chemical Index of Weathering (CIW) (Harnois, 1988), serta analisis kandungan hara makro pada *soil* dan menentukan tingkat kesuburan *soil* berdasarkan mineral. Hasil penelitian akan disajikan dalam bentuk interpretasi dominasi batuan, karakteristik mineralogi, tingkat pelapukan batuan dan kaitannya dengan unsur hara yang terdapat dalam *soil* pada lokasi penelitian.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Geologi Regional

Geologi regional daerah penelitian berdasar pada peta geologi lembar Ujung Pandang, Benteng dan Sinjai (Sukamto dan Supriatna, 1982) terdapat beberapa Formasi. Satuan batuan yang beumur Miosen Tengah sampai Pliosen menyusun Formasi Camba (Tmc) yang menindih tak selaras pada batuan yang lebih tua. Pada awal mulanya, gunung api terjadi di bawah permukaan laut dan kemungkinan muncul ke permukaan pada kala Pliosen. Formasi Camba disusun oleh batuan sedimen laut yang berselingan dengan klastika gunungapi yang menyamping dan beralih menjadi dominan batuan gunungapi Formasi Batuan Gunungapi camba (Tmcv). Batuan gunungapi berumur Pliosen menyusun Batuan Gunungapi Baturape-Cindakko (Tpbv). Kelompok retas basal yang membentuk radier memusat ke gunung Cindakko dan Baturape yang terjadinya kemungkinan memiliki hubungan dengan gerakan mengkubah pada skala Pliosen. Satuan batuan gunungapi yang termuda adalah yang menyusun Batuan Gunungapi Lompobatang (Qlv), berumur Plistosen, sedimen termuda lainnya adalah endapan alluvium dan pantai (Qac).

2.1.1 Stratigrafi

Daerah penelitian termasuk dalam Lembar Ujung Pandang, Benteng dan Sinjai. Menurut (Sukamto dan Supriatna, 1982), daerah penelitian tersusun atas batuan sebagai berikut:

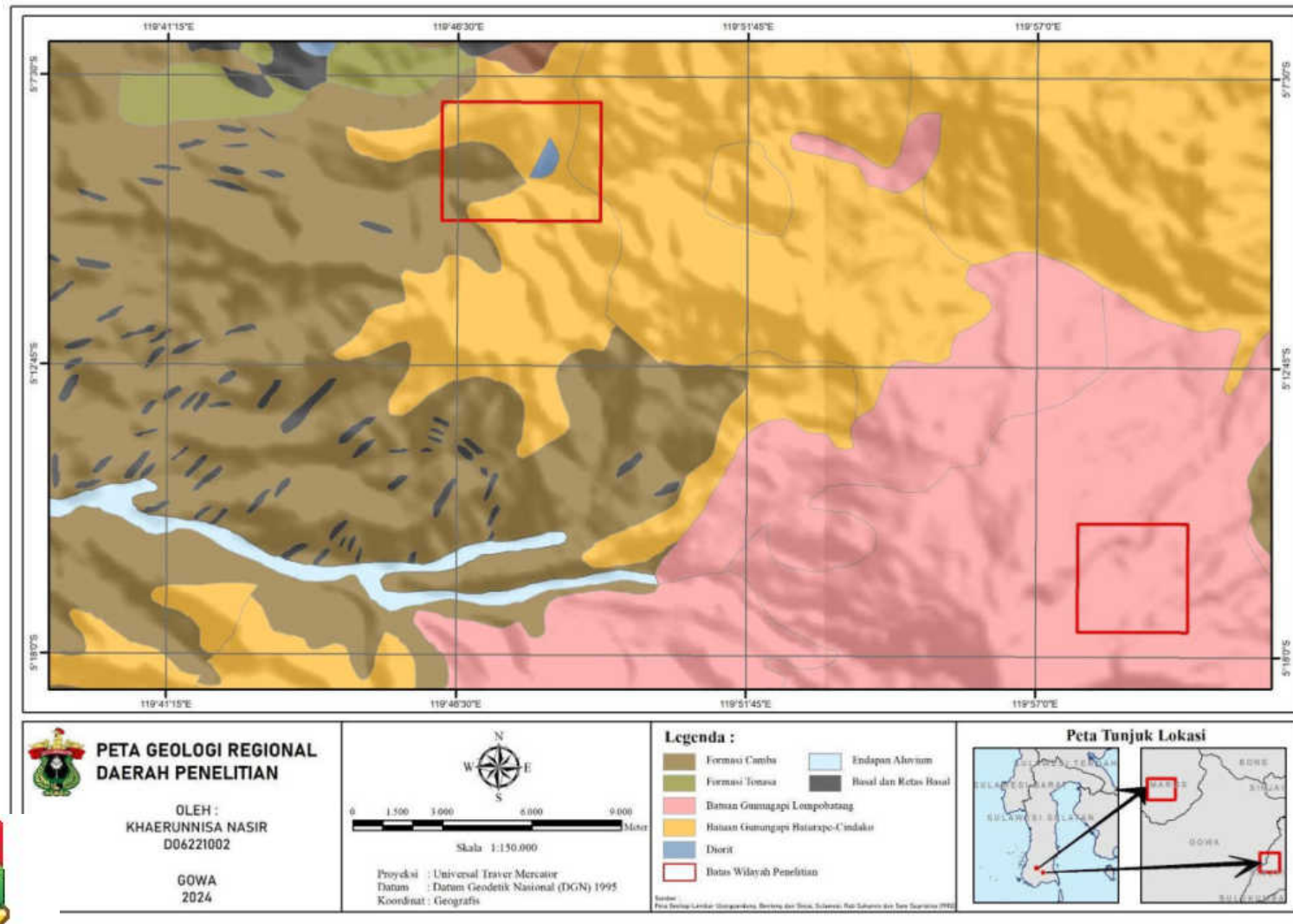
1. Batuan Gunungapi Baturape Cindako (Tpbv), terdiri dari lava dan breksi dengan sisipan sedikit tufa dan konglomerat. Bersusunan basal, sebagian besar porfiri dengan fenokris piroksen, basal dan sedikit andesit dengan semen tufa berbutir kasar lapilli, banyak mengandung pecahan piroksen. Kompleksan diorit berupa stok dan retas di Baturape dan Cindako diperkirakan akan bekas pusat erupsi (Tpbc), batuan di sekitarnya terubah kuat, daloidal dengan mineral sekunder zeolite dan kalsit, mineral galena di



Baturape kemungkinan berhubungan dengan terobosan diorit ini, daerah disekitar Baturape dan Cindako batuanannya didominasi oleh lava *Tpbl*. Satuan ini tidak kurang dari 1250 m tebalnya dan berdasarkan posisi stratigrafinya kira-kira berumur Pliosen akhir.

2. Batuan Gunungapi Lompobattang (Qlv), terdiri dari aglomerat, lava, breksi, endapan lahar dan tufa. Batuanannya sebagian besar berkomposisi andesit dan sebagian basal, lavanya ada yang berlubang-lubang seperti yang disebelah barat Sinjai dan ada yang berlapis, kava yang terdapat kira-kira 2,5 km sebelah utara Bantaeng berstruktur bantal, setempat breksi dan tufanya mengandung banyak biotit. Qlv adalah pusat erupsi yang memperlihatkan bentuk kubah lava, bentuk kerucut parasite memperlihatkan paling sedikit ada 2 periode kegiatan erupsi yaitu Qlv1 dan Qlv2, di daerah sekitar pusat erupsi batuanannya terutama terdiri dari lava dan aglomerat (Qlv). Berdasarkan posisi stratigrafinya diperkirakan batuan gunungapi ini berumur Plistosen.





Gambar 1. Peta geologi daerah penelitian formasi Tpbv (dimodifikasi dari Sukanto dan Supriatna, 1982)



2.1.2 Geomorfologi

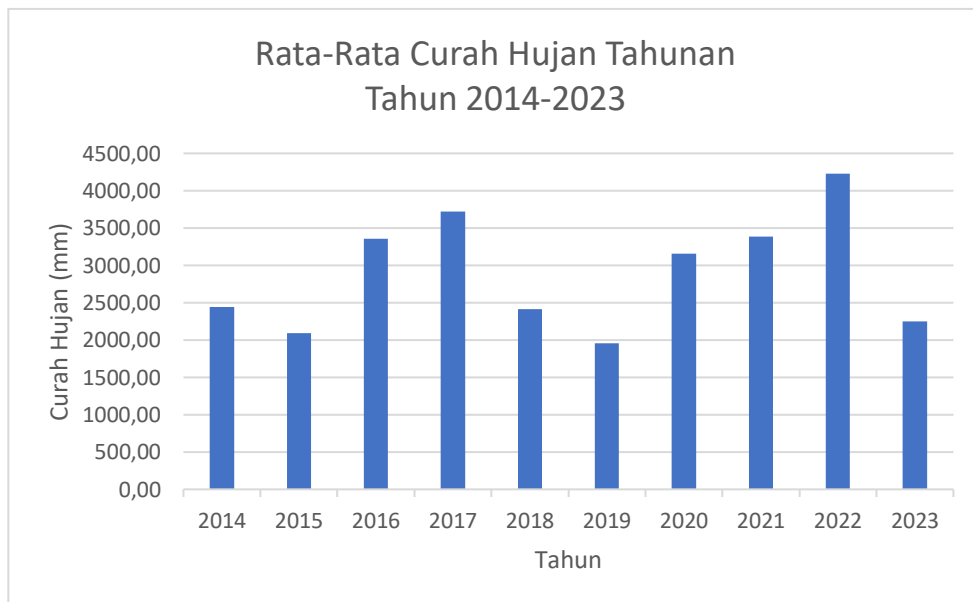
Kabupaten Sinjai secara geografis terdiri atas wilayah pesisir, dataran rendah dan dataran tinggi dengan ketinggian antara 0–2.871 meter di atas permukaan air laut (mdpl). Wilayahnya termasuk 9 pulau-pulau kecil di Teluk bone yang masuk ke wilayah Kecamatan Pulau Sembilan. Pesisir di Kabupaten Sinjai berada di sepanjang batas sebelah timur dan tergolong sempit meliputi Kecamatan Sinjai Timur, Kecamatan Sinjai Utara dan Kecamatan Tellu Limpoe. Selanjutnya daerah dataran tinggi yang merupakan lereng timur Gunung Lompobattang-Gunung Bawakaraeng meliputi kecamatan Sinjai Barat dan Sinjai Borong. Serta dataran tinggi Pegunungan Bohonglangi meliputi sebagian wilayah Kecamatan Bulupoddo. Keadaan geografi Kecamatan Sinjai Barat merupakan daerah dataran. Seluruh desa pada Kecamatan Sinjai Barat termasuk dalam kategori dataran tinggi dengan ketinggian mulai dari 600 mdpl hingga 950 mdpl. Kondisi kelerengan pada kecamatan Sinjai Barat bervariasi mulai dari datar hingga sangat curam. Kenampakan topografi pada Kecamatan Sinjai Barat dapat dilihat pada Gambar 5.

Kabupaten Maros memiliki kondisi topografi sangat bervariasi mulai dari datar, berbukit sampai bergunung. Hampir semua wilayah Kabupaten Maros merupakan daerah dataran dengan luas keseluruhan sekitar sebesar 43,8 % dari total wilayah Kabupaten Maros. Keadaan geografi Kecamatan Tompobulu merupakan daerah bukan pantai yang sebagian besar berbentuk dataran. Dari delapan daerah wilayah administrasi yang ada, enam Desa mempunyai topografi dataran rendah dengan ketinggian rata-rata lima ratus meter dan dua desa dengan topografi dataran tinggi yaitu Desa Bonto Manurung dan Desa BontoSomba dengan ketinggian rata-rata tujuh ratus meter diatas permukaan laut (Badan Pusat Statistik, 2021). Kecamatan Tompobulu memiliki kelerengan yang bervariasi mulai dari datar hingga agak curam. Pada daerah bagian barat didominasi dengan kelerengan yang datar hingga agak curam sedangkan lokasi penelitian pada wilayah bagian timur didominasi dengan lereng yang curam hingga sangat curam. Kenampakan topografi pada Kecamatan Tompobulu dapat dilihat pada Gambar 6.

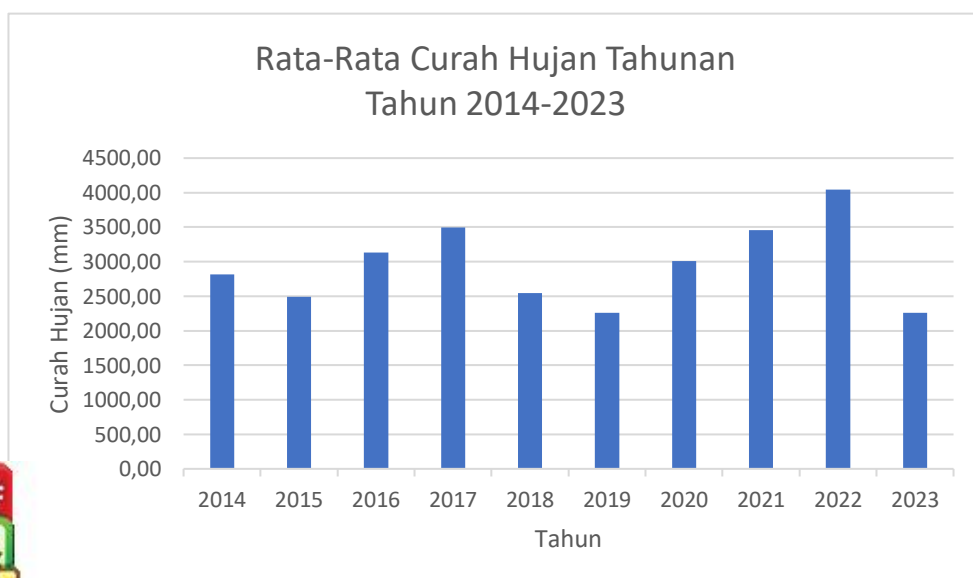


2.1.3 Curah Hujan

Berdasarkan data curah hujan CHIRPS (*Climate Hazards Group Infrared Precipitation with Station data*) tahun 2014-2023, Kecamatan Sinjai Barat memiliki rata-rata curah hujan 2901,73mm/tahun dengan intensitas hujan per bulan yang mencapai 470,12 mm/bulan. Kecamatan Tompobulu memiliki rata-rata curah hujan 2655,71 mm/tahun dengan intensitas hujan per bulan yang mencapai 336,99 mm/bulan.

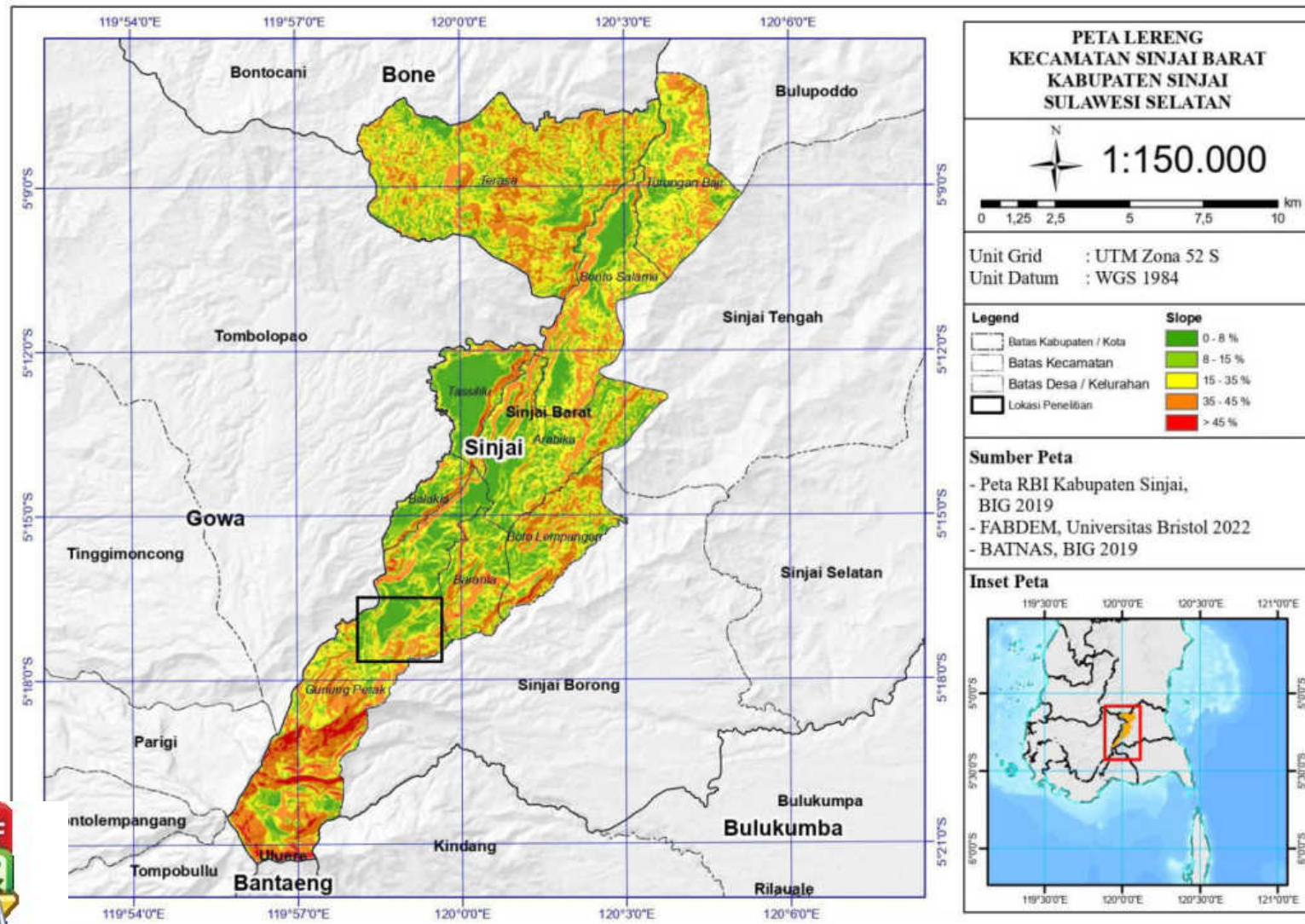


Gambar 2. Rata-rata curah hujan tahunan Kecamatan Sinjai Barat



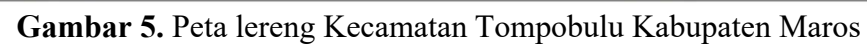
Gambar 3. Rata-rata curah hujan tahunan Kecamatan Tompobulu





Gambar 4. Peta lereng Kecamatan Sinjai Barat Kabupaten Sinjai





2.2 Batuan Vulkanik

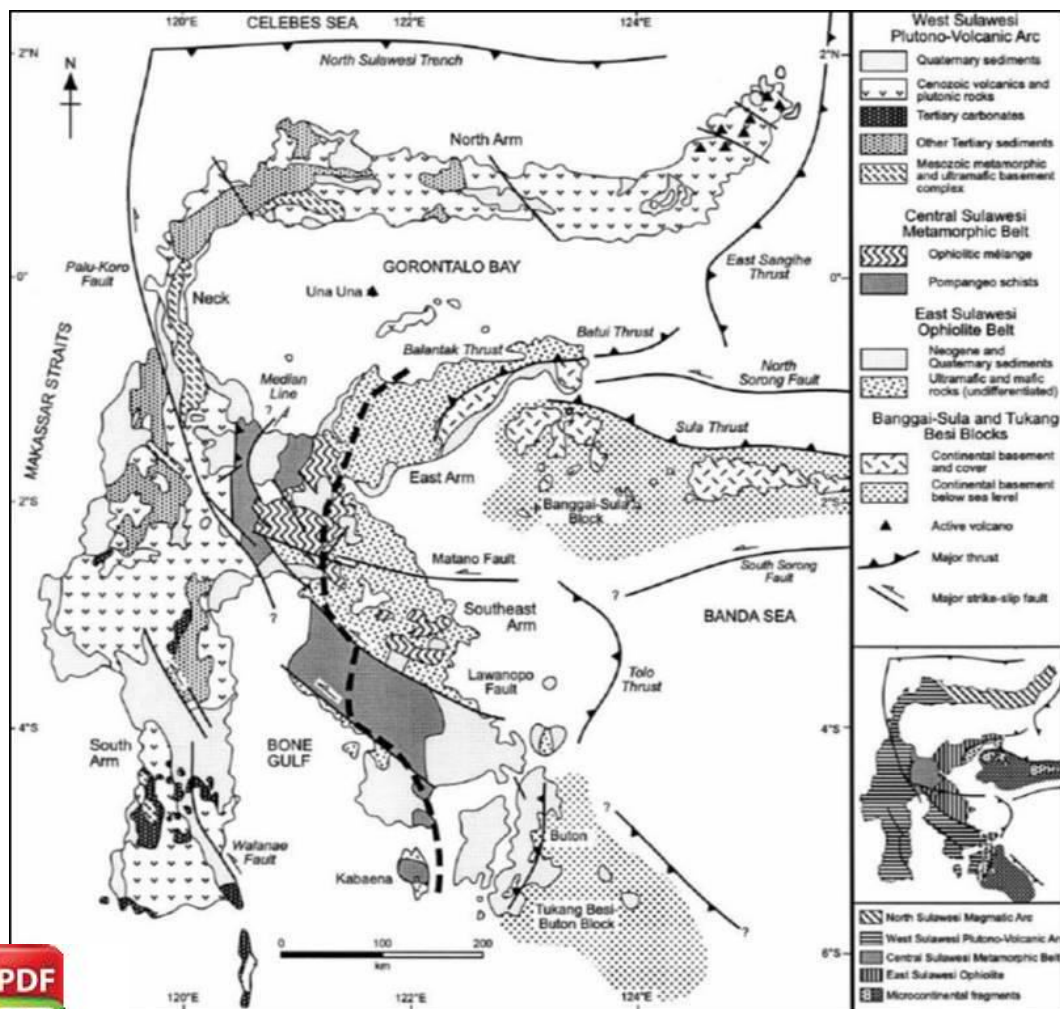
Vulkanisma dapat didefinisikan sebagai tempat atau lubang diatas muka bumi, tempat dikeluarkan bahan atau bebatuan yang pijar atau gas berasal dari bagian dalam bumi ke permukaan, kemudian produknya akan disusun dan membentuk sebuah kerucut atau gunung. Batuan vulkanik adalah batuan beku yang terbentuk dipermukaan atau sangat dekat permukaan bumi dan umumnya berbutir sangat halus hingga gelas (Noor, 2012). Batuan gunung api (vulkanik) dihasilkan dari aktivitas vulkanisme. Aktivitas vulkanisme tersebut berupa keluarnya magma ke permukaan bumi, baik secara efusif (ekstrusi) maupun eksplosif (letusan) (Yuliansari *et al.*, 2019). Batuan gunung api yang keluar dengan jalan efusif (ekstrusi) menghasilkan aliran lava, sedangkan yang keluar dengan jalan eksplosif menghasilkan batuan fragmental (Simbolon *et al.*, 2019). Batuan beku vulkanik memiliki berbagai macam ragam kandungan mineral tergantung dari kandungan magma tempat terbentuknya, yaitu silikon, besi, magnesium, sodium, kalsium dan potasium. Batuan beku vulkanik juga mempunyai struktur beraneka macam yang mempengaruhi properti fisiknya seperti porositas dan permeabilitas tergantung bagaimana batuan tersebut ditempatkan saat pembentukkannya (Irshadibima *et al.*, 2017).

Batuan ekstrusif tersusun oleh semua material yang dikeluarkan ke permukaan bumi. Material ini mendingin dengan cepat, ada yang berbentuk padatan, debu atau larutan kental dan panas yang disebut dengan istilah lava. Terdapat dua tipe magma ekstrusi, yaitu memiliki kandungan silika yang rendah dan viskositas relatif rendah (Bronto, 2013). Jenis lava yang paling banyak dijumpai dimuka bumi adalah jenis basalt yang sumbernya berasal dari magma bersusunan mafis. Hal ini disebabkan karena sifat dari magma mafis yang memiliki suhu tinggi dan sifat fisik yang encer, sehingga akan lebih mudah mencapai permukaan dan mengawali kegiatan vulkanisme (Noor, 2012). Andesit merupakan jenis batuan beku ekstrusif yang terbentuk pada suhu sekitar 900°- 1000°C yang tergolong kedalam batuan beku intermediet yang memiliki kandungan silika sekitar 55 hingga 65% (Marta dan Paguti, 2020). Batuan beku andesit dan breksi vulkanik mempunyai karakteristik tertentu sebagai bahan galian C untuk penggunaannya dalam pembangunan (Hardiyono, 2013). Batu apung, basalt (Zuhdi, 2019),



andesit, diorite, gabro dan granit merupakan batuan beku vulkanik (Sunarta dan Paguti, 2020). Fenomena yang umum dijumpai pada batuan vulkanik adalah gejala resorpsi yang menimpa pada setiap litologi batuan (Harjanto, 2011). Pembentukan rantai vulkanik selalu dikontrol oleh proses pelelehan kerak samudra yang terjadi pada kedalaman tertentu pada zona penunjaman (Iskandar, 2008).

Menurut Priadi *et al.*, (1994), kenampakan batuan vulkanik di Sulawesi Selatan dikelompokkan menjadi 4 Grup yaitu *Island Arc Tholeitic*, *Calc-Alkaline*, *Potassic Calc-Alkaline*, dan *high potassium*. Perkiraan batuan vulkanik yang berumur lebih tua pada kisaran Eosen hingga Miosen Tengah adalah tipe Tholeitik atau Calc-Alkaline, kemudian High Pottasium dan diakhiri oleh Potassic Calc-Alkaline.

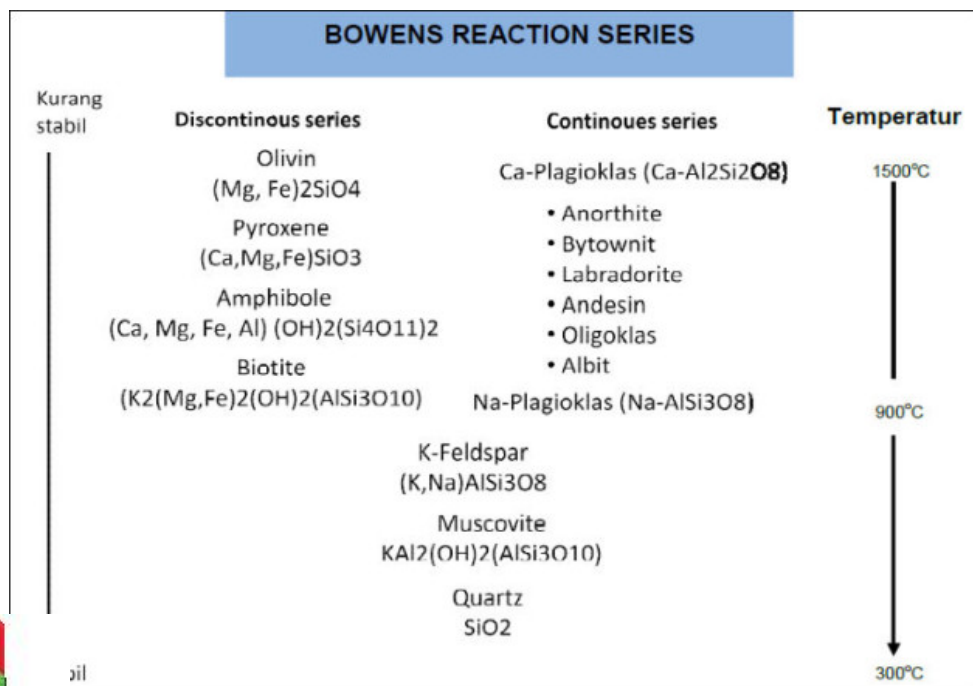


mbar 6. Geologi Regional Pulau Sulawesi (Hall dan Wilson, 2000)



2.3 Mineralogi

Mineralogi adalah cabang dari ilmu geologi yang mempelajari tentang mineral, karakteristik bentuk fisik dan komposisi kimianya, sistem kristalografinya, teknik identifikasi dan penggolongan mineral, serta aplikasinya dalam ilmu kebumihan dan cabang ilmu lainnya (Mulyaningsih, 2018). Mineral tanah adalah mineral yang terkandung di dalam tanah dan merupakan salah satu bahan utama penyusun tanah. Mineral di dalam tanah berasal dari pelapukan fisik dan kimia dari batuan yang merupakan bahan induk tanah (Meirawaty *et al.*, 2021). Mineral merupakan unsur utama penyusun tanah dan berperan penting dalam menentukan sifat kimia serta fisika tanah. Mineral merupakan salah satu indikator penting mengenai pelapukan yang telah terjadi, sehingga keberadaan ataupun absennya suatu jenis mineral di dalam tanah dapat dijadikan suatu petunjuk bagaimana proses pembentukan tanah terjadi. Proses pembentukan mineral tanah berasal dari rekristalisasi dari senyawa-senyawa hasil pelapukan lainnya atau pelapukan dari mineral primer dan sekunder yang ada (Ibrahim dan Asmita, 2018). Pembentukan mineral dari pembekuan lava dapat dipisahkan ke dalam dua seri yaitu seri kontinyu dan seri diskontinyu yang dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 7. Deret reaksi bowen (dalam Ibrahim dan Asmita 2018)



Di dalam tanah biasanya terdapat dua jenis mineral, dikenal sebagai mineral primer dan mineral sekunder. Mineral primer merupakan mineral yang terkristalisasi selama proses pembekuan magma, sedangkan mineral sekunder adalah mineral yang terbentuk melalui proses pelapukan mineral primer, ataupun sebagai hasil proses penambahan yang terjadi pada mineral primer. Susunan mineral primer dalam tanah sangat tergantung pada bahan induknya. Mineral primer pada tanah vulkanik umumnya dalam bentuk fraksi pasir dan sebagian fraksi debu. Tanah yang berkembang dari bahan basaltik sebagian besar didominasi oleh asosiasi mineral hiperstin, augit, amfibol, plagioklas, gelas vulkanik, olivine. Mineral sekunder atau mineral liat adalah mineral berukuran halus ($< 2 \mu$), merupakan hasil pelapukan kimiawi dari mineral primer ataupun hasil pembentukan baru dalam proses pembentukan tanah sehingga mempunyai susunan kimia dan struktur berbeda dengan mineral sumbernya (Setiyo *et al.*, 2018).

Tanaman memerlukan hara untuk tumbuh, diantaranya N, P, K, Ca, Mg dan mikroelemen lain yang tidak dimiliki oleh tanah yang kurang subur. Kandungan hara yang terdapat dalam suatu mineral ini akan mendukung keberlanjutan dari kesuburan lahan. Dalam menilai potensi lahan, dapat dinilai dari unsur kimia yang dikandungnya (Bali *et al.*, 2018). Secara umum, batuan mengandung mineral tertentu maupun kumpulan mineral yang mempunyai potensi keharaan cukup besar yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman adalah dalam bentuk mineral mudah lapuk (weatherable mineral). Unsur-unsur hara yang terkandung di dalam mineral dapat diserap oleh tanaman. Saat mengalami pelapukan, walaupun hal ini hanya dapat terjadi jika didukung dengan bantuan air, agar statusnya menjadi tersedia bagi tanaman. Aini dan Mulyono (2014), yang menyebutkan bahwa secara alamiah, mineral yang terdapat pada batuan akan melapuk seiring waktu, dengan pengaruh air, temperatur dan eksudrat yang dikeluarkan oleh makhluk hidup. Kelompok olivin, piroksin (augit dan hiperstin) dan amfibol (hornblende), merupakan kelompok mineral sebagai sumber Ca, Mg, dan Fe dalam tanah, sedangkan kelompok mika (biotit) merupakan sumber utama unsur kalium (K) (Setiyo *et*



).

Tabel 1. Beberapa jenis mineral primer yang sering dijumpai di Indonesia

Mineral	Rumus kimia yang ideal ***	Unsur Utama
Grup Olivin		
- Forsterit	Mg_2SiO_4	Mg
- Fayalit	Fe_2SiO_4	Fe
Grup Piroksen		
- Augit	$(Ca,Na)(Mg,Fe,Al)(Si,Al)_2O_6$	Mg, Fe, Ca
- Enstatit	$MgSiO_3$	Mg
- Hiperstin	$(Mg,Fe)SiO_3$	Mg, Fe
Grup Amphibole		
- Hornblende	$(Ca,Na)_4 - 3(Mg,Fe,Al)_5Si_6(Si,Al)_2O_{22}(OH)_2$	
Grup Mika		
- Muskovit	$KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$	K
- Biotit	$K(Mg,Fe)_3(AlSi_3O_{10})(OH)_2$	K
Grup Feldspar		
K-Feldspars		
- Orthoklas	$KAlSi_3O_8$	K
- Sanidin	$(Na,K)AlSi_3O_8$	K, Na
Plagioklas		
- Albit	$NaAlSi_3O_8$	Na
- Andesin	$0.62NaAlSi_3O_8, 0.38CaAl_2Si_2O_8$	Ca, Na
- Anorthit	$CaAl_2Si_2O_8$	Ca
- Bytownit	$0.23NaAlSi_3O_8, 0.77CaAl_2Si_2O_8$	Ca, Na
- Labradorit	$0.35NaAlSi_3O_8, 0.65CaAl_2Si_2O_8$	Ca, Na
- Oligoklas	$0.1NaAlSi_3O_8, 0.29CaAl_2Si_2O_8$	Ca, Na
Grup SiO₂		
- Kuarsa	SiO_2	
- Gelas Vulkan	SiO_2	

Sumber: Allen and Fanning (1983)

2.4 Pelapukan Kimia Batuan

Pelapukan pada batuan mengubah komposisi kimia, mineral dan sifat fisiknya. Pelapukan fisik melibatkan pecahan fisik-mekanika pada partikel-partikel batuan. Sedangkan pelapukan kimia melibatkan proses penguraian batuan ke mineral-mineral sekunder (Dan dan Yulianto, 2014). Komposisi kimia an lapuk memberikan informasi penting tentang tingkat pelapukan yang telah beberapa proksi geokimia seperti Chemical Index of Alteration (CIA)



(Nesbitt dan Young, 1982), Chemical Index of Weathering (CIW) (Harnois, 1988), Indeks Perubahan Plagioklas (PIA) (Fedó *et al.*, 1995), dan rasio lain di antara unsur-unsur kimia (misalnya, Si/Al dan Al/K). Indeks-indeks tersebut memantau pelapukan kimia batuan, terutama terkait dengan kondisi iklim (yaitu, curah hujan dan suhu), yang digabungkan dengan pelapukan fisik, terutama terkait dengan fitur geomorfologi daerah tersebut. Indeks pelapukan kimia umumnya digunakan untuk menentukan profil pelapukan berdasarkan analisis geokimia terutama menggunakan metode XRF (*X-ray Fluorescence*). Unsur-unsur kimia dimobilisasi secara diferensial selama pelapukan kimia, dan variasinya antara batuan yang lebih segar dan produk yang sangat lapuk ditentukan oleh intensitas proses pelapukan kimia. Secara khusus, elemen bergerak (seperti K, Na, Mg dan Ca) larut selama proses pelapukan profil tanah, sedangkan elemen tidak bergerak (misalnya, Al, Fe, dan Ti) hanya mengalami kelarutan yang kecil, yang mengakibatkan konsentrasi dalam lapukan meningkat (Fedó *et al.*, 1995). Sebagian besar indeks pelapukan geokimia digunakan untuk mengukur penipisan elemen bergerak relatif terhadap elemen yang tidak bergerak selama proses pelapukan.

Di antara indeks pelapukan, indikator yang paling banyak digunakan adalah CIA, yang diusulkan oleh Nesbitt dan Young (1982) berdasarkan rasio elemen tidak bergerak (yaitu, Al) terhadap elemen yang bergerak (yaitu, Na, Ca, dan K), dan dihitung sebagai berikut:

$$CIA = \frac{Al_2O_3}{Al_2O_3 + K_2O + Na_2O + CaO} \times 100$$

Semua variabel mewakili jumlah molar oksida unsur utama, dan CaO mewakili fraksinya dalam mineral silikat hanya tanpa kontribusi CaO dari mineral karbonat dan fosfat (Nesbitt dan Young, 1982). Indeks kimia juga didasarkan pada rasio Al terhadap unsur-unsur bergerak utama (Harnois, 1988) adalah:

$$CIW = \frac{Al_2O_3}{Al_2O_3 + CaO + Na_2O} \times 100$$

yang tidak termasuk kandungan kalium yang digantikan oleh reintroduksi K pasca-diagenetik dalam sistem. Fedó *et al.*, (1995) berturut-turut mengusulkan indeks PIA

untuk memantau tingkat pelapukan plagioklas, sebagai berikut:

$$PIA = \left[\frac{Al_2O_3 - K_2O}{Al_2O_3 + CaO + Na_2O + K_2O} \right] \times 100$$



Nilai CIA, CIW dan PIA yang tinggi menyiratkan bahwa produk yang lapuk diperkaya dalam mineral tanah liat seperti kaolinit, smectite atau illite dengan feldspars kecil (Oni dan Olatunji, 2017).

Intensitas pelapukan kimia juga dapat diperkirakan menggunakan Weathering Index of Parker (WIP) (Parker, 1970), berfokus pada motilitas individu dari elemen utama yang paling mobile (Na, Ca dan K plus Mg) sebagai berikut:

$$WIP = \frac{CaO}{0,7} + \frac{2Na_2O}{0,35} + \frac{2K_2O}{0,25} + \frac{MgO}{0,9} \times 100$$

Semua variabel mewakili jumlah molar oksida unsur utama, dan CaO mewakili fraksinya dalam mineral silikat saja. Nilai WIP rendah mencerminkan kondisi pelapukan yang intens, yang merupakan kebalikan dari CIA, CIW dan PIA (Parker, 1970). Dalam pelapukan kimia menyebabkan terjadinya proses oksidasi senyawa-senyawa sulfida pada batuan seperti pada mineral-mineral pirit, markasit, dimana mineral tersebut cukup banyak mengandung unsur logam (Hasyim *et al.*, 2016).

Indeks W adalah indeks pelapukan geokimia yang dikembangkan dari analisis statistik perilaku unsur selama pelapukan batuan beku. Indeks W menunjukkan beberapa sifat penting yang tidak ditemukan dalam indeks pelapukan konvensional, karena didasarkan pada delapan oksida utama dan memberikan hasil yang kuat bahkan untuk sampel kaya seskuoksida yang sangat lapuk. Karena beberapa sampel tidak menunjukkan persentase oksida seluler seperti Mg, Na dan Ca dalam beberapa penelitian (Ohta dan Arai, 2007; Yusoff *et al.*, 2013).

Rumus untuk menghitung nilai M-F-W adalah:

$$M = -0.395 \times \ln(SiO_2) + 0.206 \times \ln(TiO_2) - 0.316 \times \ln(Al_2O_3) + 0.160 \times \ln(Fe_2O_3) + 0.246 \times \ln(MgO) + 0.368 \times \ln(CaO^*) + 0.073 \times \ln(Na_2O) - 0.342 \times \ln(K_2O) + 2.266;$$

$$F = 0.191 \times \ln(SiO_2) - 0.397 \times \ln(TiO_2) + 0.020 \times \ln(Al_2O_3) - 0.375 \times \ln(Fe_2O_3) - 0.243 \times \ln(MgO) + 0.079 \times \ln(CaO^*) + 0.392 \times \ln(Na_2O) + 0.333 \times \ln(K_2O) - 0.892;$$

$$= 0.203 \times \ln(SiO_2) + 0.191 \times \ln(TiO_2) + 0.296 \times \ln(Al_2O_3) + 0.215 \times \ln(Fe_2O_3) - 0.002 \times \ln(MgO) - 0.448 \times \ln(CaO^*) - 0.464 \times \ln(Na_2O) + 0.008 \times \ln(K_2O) - 1.374$$



Rasio antara elemen mobile dan immobile juga digunakan dalam Ruxton Ratio (RR) yang diperkirakan menggunakan rasio $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ (Ruxton, 1968). Nilai RR rendah menunjukkan pelapukan kimia yang intens, sedangkan nilai RR tinggi ditafsirkan sebagai pelapukan kimia sedang-lemah. Kematangan komposisi batuan dievaluasi menggunakan Indeks Variabilitas Komposisi (ICV) (Cox *et al.*, 1995), berikut:

$$\text{ICV} = \frac{(\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{MnO} + \text{TiO}_2)}{\text{Al}_2\text{O}_3}$$

Batuan yang tersusun oleh mineral lempung yang melimpah, karena transformasi fase primer (yaitu, feldspars) menjadi fase sekunder (yaitu, mineral lempung), menunjukkan rasio kation utama yang rendah terhadap Al_2O_3 dengan demikian, memiliki nilai ICV yang lebih rendah daripada batuan yang disusun oleh mineral silikat non-clay. Batuan yang belum matang menunjukkan nilai ICV yang tinggi (>1.0) yang mungkin mengalami siklus pelapukan tunggal, sedangkan batuan dewasa menunjukkan nilai ICV yang rendah (<1.0) yang merupakan indikasi dari beberapa siklus kimia yaitu pelapukan kimia, erosi, dan redeposisi (Cox *et al.*, 1995). Dengan demikian, batuan yang sangat lapuk menunjukkan nilai ICV rendah dan nilai CIA, CIW dan PIA yang tinggi.

2.5 Pembentukan *Soil*

Soil merupakan materi yang berada dibawah permukaan bumi yang terbentuk sebagai produk dari proses pelapukan batuan dibawah pengaruh iklim, organisme hidup dan topografi selama suatu rentang waktu yang sangat lama. Proses pembentukan *soil* dimulai dari hasil pelapukan batuan induk menjadi bahan induk *soil*, diikuti oleh proses pencampuran bahan-bahan organik yaitu sisa-sisa tumbuhan yang dilapuk oleh mikroorganisme dengan bahan mineral dipermukaan *soil*, pembentukan struktur *soil*, dan pemindahan bahan-bahan *soil* dari bagian atas kebagian bawah (Hanafiah, 2014). *Soil* terdiri partikel pecahan batuan yang telah diubah oleh proses kimia dan lingkungan yang meliputi pelapukan dan erosi. Dipandang dari segi pedologi, *soil* adalah suatu benda alam yang dinamis dan tidak

usus dihubungkan dengan pertumbuhan tanaman (Tedjo, 2005).

! terbentuk dari berbagai faktor dan proses yang berinteraksi sehingga ilkan sifat dan karkteristik *soil* yang berbeda. Faktor pembentuk *soil* terdiri



dari iklim (C), bahan induk (P), organisme (O), topografi (R), dan waktu (T). Hasil dari interaksi kelima faktor dan proses pembentuk *soil* menyebabkan terjadinya perbedaan *soil* yang terbentuk. Pembentukan *soil* dimulai dengan perbuhaan dari batuan induk menjadi bahan induk. Bahan induk merupakan bahan utama yang menghasilkan bahan *soil* mineral. Bahan *soil* mineral inilah yang menentukan sifat fisik dan kimia yang terkandung dalam *soil*. Batuan merupakan hasil penggabungan dari mineral dalam *soil*. Bahan induk merupakan hasil dari pelapukan batuan induk. Bahan induk dianggap sebagai faktor pembentuk *soil* yang sangat penting oleh para perintis pedologi, Bahan induk berpengaruh dalam sifat-sifat *soil* yakni: 1) tekstur *Soil*; 2) permeabilitas; 3) kecepatan pelapukan; 4) kandungan basa-basa; dan 5) cadangan mineral (Haumahu, 2009).

Pembentukan *soil* dapat melalui proses alih rupa (*transformation*) bahan/mineral primer menjadi mineral sekunder dan zat-zat terlarut, serta alih tempat (*translocation*) bahan-bahan hasil pelapukan yang didistribusikan ke lain tempat dalam tubuh *soil* untuk membentuk horizon-horizon. Proses alih rupa dan alih tempat sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan pewatakan bahan induknya *soil*. Formasi batuan sebagai bahan induk asal pembentuk *soil* akan menjadi faktor dalam pembentukan dan perkembangan *soil* sehingga karakteristik *soil* diwarisi oleh bahan induk tersebut (Aisyah *et al.*, 2023).

2.6 Kerangka Konseptual

Batuan vulkanik adalah batuan beku yang terbentuk dipermukaan atau sangat dekat permukaan bumi mengalami proses pelapukan sehingga membentuk *soil*. *Soil* yang terbentuk memiliki karakteristik mineral berdasarkan batuan asalnya meskipun beberapa mineral telah mengalami perubahan. Perubahan mineral dapat melalui proses perubahan fisik, kimia maupun fisik dan kimia.

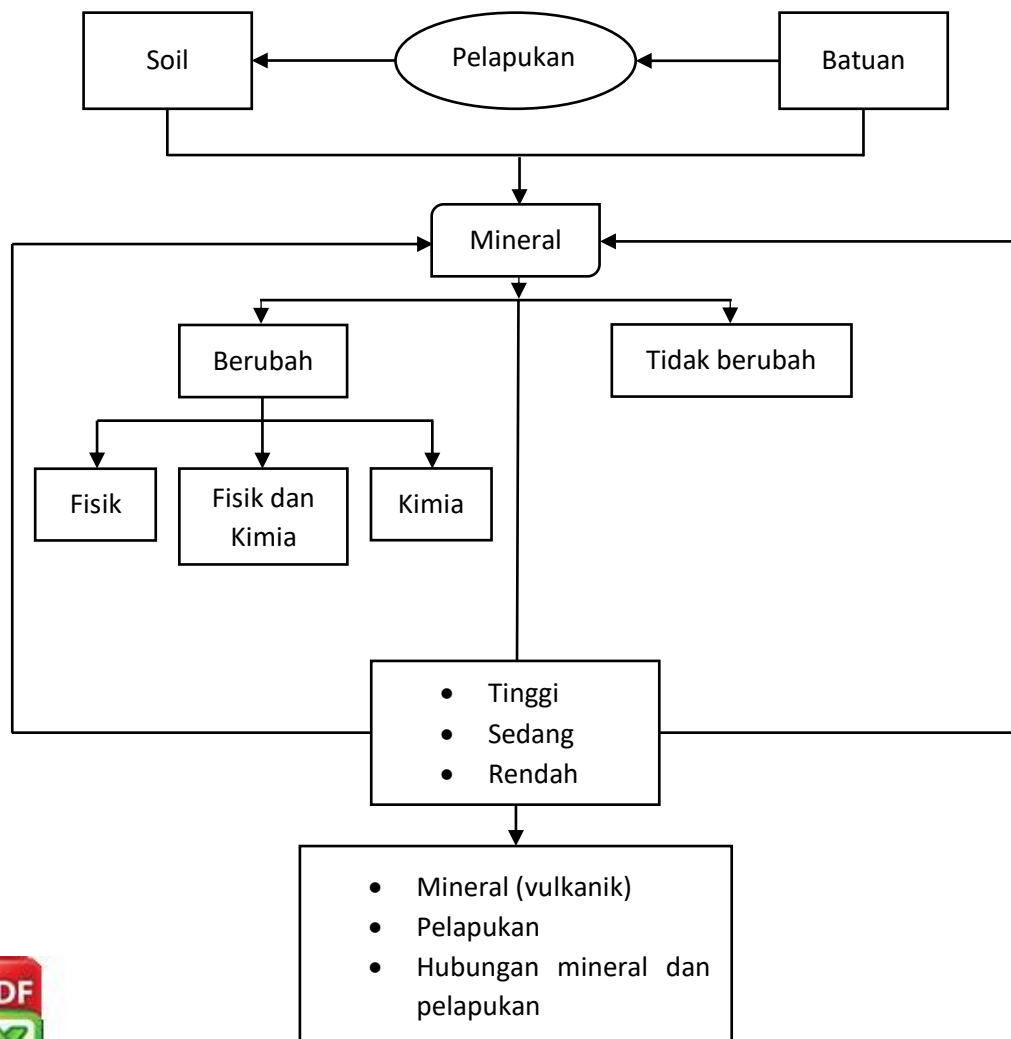
Soil yang terbentuk menjadi dasar untuk analisis kandungan unsur hara dan tekstur, penentuan tingkat kesuburan *soil* berdasarkan hasil analisis mineral dan penentuan tingkat pelapukan berdasarkan kandungan geokimia. Selanjutnya interpretasikan adanya kaitan pelapukan, mineral dan unsur hara serta tingkat *soil* yang terkandung. Kerangka konseptual penelitian digambarkan pada



2.7 Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mineral pada batuan vulkanik dan lapukan batuan dari formasi geologi berbeda memiliki karakteristik yang berbeda.
2. Terdapat senyawa SiO_2 dan elemen tidak bergerak seperti Al dan Fe yang mendominasi geokimia di daerah penelitian.
3. Tingkat pelapukan di daerah penelitian diduga tergolong dalam kategori sangat lapuk
4. Terdapat mineral pada *soil* di daerah penelitian yang kandungan unsurnya bermanfaat bagi tanaman dan tingkat kesuburan *soil* tergolong kriteria baik.



Gambar 8. Kerangka konseptual

