

**SKRIPSI**

**GEOKIMIA BATUAN KUBAH LAVA DAERAH BULU DUA  
KECAMATAN TANETE RIAJA POVINSI SULAWESI SELATAN**

**Disusun dan diajukan oleh**

**RIBKA R KANTU  
D61116007**



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

**MAKASSAR  
2022**

**GEOKIMIA BATUAN KUBAH LAVA DAERAH BULU DUA  
KECAMATAN TANETE RIAJA POVINSI SULAWESI SELATAN**

**Disusun dan diajukan oleh :**

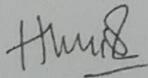
**RIBKA R KANTU  
D61116007**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 26 April 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

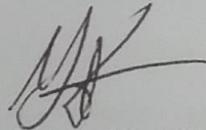
Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping,



Dr. Ir. Haerany Sirajuddin, M.T.  
NIP. 19671119 199802 2 001



Dr. Ir. Kaharuddin MS M.T.  
NIP. 195604211986091001

Ketua Program Studi,



Prof. Dr. Eng. Asri Jaya, HS, S.T., M.T.  
NIP. 196909241998021001

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Ribka Regina Kantu

NIM : D611 16 00

Departement : Teknik Geologi

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Karya Tulis skripsi yang berjudul “Geokimia Batuan Kubah Lava Daerah Bulu Dua, Kecamatan Tanete Riaja, Kabupaten Barru, Provinsi Sulawesi Selatan” ini merupakan karya orisinil saya kecuali bantuan dan arahan dari pihak-pihak yang di sebutkan dalam kata pengantar
2. Spanjang pengetahuan saya tidak memuat bahan yang pernah dipublikasikan atau ditulis oleh orang lain dalam rangka tugas akhir untuk memperoleh gelar akademik di Universitas Hasanuddin atau di lembaga pendidikan lainnya, dimanapun, kecuali yang telah dikutip sesuai kaidah yang berlaku dalam tinjauan pustaka. Saya juga menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya sendiri dan dibantu oleh pihak pembimbing.

Makassar, 26 April 2022



**Ribka Regina Kantu**

## SARI

Secara administratif daerah penelitian terletak pada daerah Bulu Dua Kecamatan Taneteraja Kabupaten Barru Provinsi Sulawesi Selatan. Secara geografis daerah penelitian ini terletak pada koordinat  $119^{\circ}47'00''$ –  $119^{\circ}48'30''$  (BT) dan  $4^{\circ}30'30''$  –  $4^{\circ}31'30''$  (LS). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan batuan penyusun, jenis magma dan lingkungan magma batuan beku penyusun kubah lava daerah penelitian berdasarkan karakteristik geokimia batuan. Metode penelitian yaitu berupa pengambilan data di lapangan berupa data geomorfologi, stratigrafi dan pengambilan conto sampel batuan untuk dianalisis lebih lanjut. Analisis yang dilakukan terdiri dari analisis petrografis dan analisis geokimia dengan menggunakan metode XRF (*X-Ray Fluoresence*) dengan menganalisis unsur utama. Geomorfologi daerah penelitian dibagi menjadi dua (2) satuan bentangalam yaitu satuan bentang alam kubah lava dan satuan bentangalam pedataran vulkanik. Berdasarkan analisa petrografi yang dilakukan batuan yang dijumpai di lapangan berupa Riolit dan Trakit sedangkan berdasarkan analisa geokimia yang dilakukan batuan yang dijumpai pada daerah penelitian adalah Trakit dan Andesit. Afinitas magma pada daerah penelitian adalah *shoshonite*. Analisa petrografi dan geokimia mengindikasikan bahwa batuan tersebut terbentuk pada daerah *Active Continental Margin*.

Kata Kunci : Geokimia, Petrografi, Batuan Vulkanik, Afinitas magma

## **ABSTRACT**

*Administratively, the research area is located in Bulu Batuara Area, Watangpulu District, Sidenreng Rappang Regency, South Sulawesi. Astronomically, located on coordinate coordinat 119°47'00'' – 119°48'30'' (BT) dan 4°30'30'' – 4°31'30'' (LS). The purpose of this study is to determine the type of magma and magma environment of igneous rock formed the volcanic neck based on the characteristics of rock geochemical analysis. The research methods are collect datas from field such as geomorphology data, stratigraphy data and rocks sample for petrographic and geochemistry analysis. Analysis in this research consist of two analysis; petrographic analysis using a thin section and geochemistry analysis which using XRF method to analyze major. Based on field observation, the morphology on this are divided into two; landscape unit lava dome and volcanic plain. Based on petrographic analysis the lithology of this area is Rhyolite and Tracite, while based on geochemistry analysis lithology of this area consist of Rhyolite. Affinity of magma in this area is shoshonite. Petrographic and geochemistry analysis which took place in Active Continental Margin.*

*Keyword : Geochemistry, Petrographic, Volcanic Rock, and Affinity of magma.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan atas kehadiran Tuhan Yesus Kristus atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan pemetaan geologi yang berjudul **‘Geokimia Batuan Kubah Lava Daerah Bulu Dua Kecamatan Tanete Riaja Povinsi Sulawesi Selatan’**.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membimbing, mengarahkan, dan membantu dalam pelaksanaan kegiatan pemetaan geologi di daerah Tanakuraya. Diantaranya :

1. Bapak Dr. Ir. Kaharuddin MS M.T. dan Ibu Dr. Ir. Haerany Sirajuddin, M.T selaku Dosen Pembimbing yang telah sabar dalam memberikan arahan dan masukan baik dalam proses pengambilan dan pengolahan data, serta penulisan laporan.
2. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Asri Jaya HS, ST., MT selaku Kepala Departemen Teknik Geologi Universitas Hasanuddin.
3. Bapak Dr. Ir. Busthan Azikin, M.T dan Bapak Dr. Adi Tonggihroh, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji.
4. Bapak Ibu Dosen Departemen Teknik Geologi yang telah memberikan ilmunya selama saya menempuh pendidikan perkuliahan.
5. Kepada Kedua Orang tua yang senantiasa mengiringi doa, memberikan bantuan baik berupa materi, spiritual, maupun moril kepada penulis demi dapat menjadi orang yang membanggakan bagi keluarga.
6. Kepada Kedua Kakak yang senantiasa mengiringi doa, memberikan bantuan baik berupa materi, spiritual, maupun moril kepada penulis demi dapat bertahan hidup
7. Seluruh rekan-rekan Angkatan 2016 Jurassic terkhusus kompas Jurassic yang telah membantu penulis sampai detik ini dan belum sempat disebutkan.

8. Kepada Cakra, Kinan, Bule, Yusril, Tachmil, AKATSUKI, Kak Pai, Kak Firman, Bayu, Ula, Kak Gita yang telah membanu penulis dalam menyelesaikan misi khusus ini, dan dalam penyusunan laporan.
9. Kepada sahabat–sahabat LUCKNUT Rig1 Ellia S.IK., Ibu Mariana RM, Patricia M.S., yang membantu penulis dalam menyalurkan minat, bakat, kegabutan yang HQQ, walaupun terladang mau bakuhantam.
10. Kepada sahabat-sahabat setia dunia BRINGS, Kak UUD, Kak Leo, Kak Aldi, Kak Chopper, Tian, Gabriel, Justin, Jeiner, Mono, Queen, El, Onting, Fal, Ara, Natt, Metu yang sering sekali bikin saki kepala tapi TASAYANG.
11. Semua rekan yang telah membantu penulis sampai detik ini dan belum sempat disebutkan. Terima kasih untuk uluran tangan dan kerendahan dan kebaikan hati yang kalian miliki.
12. Last but not least, I wanna thank me I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all this hard work, I wanna thank me for having no days off, I wanna thank me for, for never quitting, I wanna thank me for always being a giver, And tryna give more than I receive, I wanna thank me for tryna do more right than wrong, I wanna thank me for just being me at all times. Ka you a bad motherf\*cker

Penulis menyadari bahwa laporan penelitian ini masih memiliki banyak kekurangan, oleh karena itu saran dan masukan sangat diharapkan oleh penulis demi perbaikan laporan ini. Akhir kata, semoga laporan hasil kegiatan penelitian ini dapat memberikan manfaat baik dalam penambahan wawasan dan dapat dijadikan referensi pembaca dalam kegiatan penelitian selanjutnya. Sekian yang dapat penulis sampaikan, terimakasih.

Makassar, April 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>SARI</b> .....	iii
<b>ABSTRACT</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR FOTO</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Maksud dan Tujuan .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Letak, Waktu, dan Kesampaian Daerah .....	3
1.5 Alat dan Bahan .....	4
1.6 Peneliti Terdahulu .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
2.1 Geologi Regional.....	6
2.1.1. Geomorfologi Regional.....	6
2.1.2 Stratigrafi Regional.....	6
2.1.3 Struktur Geologi Regional.....	7
2.2 Landasan Teori.....	7
2.2.1 Batuan Gunung Api.....	11
2.2.1.1 Riolit .....	11
2.2.1.2 Trakit.....	12
2.2.3 Kubah Lava .....	15
2.2.4 Magma Riolit .....	18
2.2.4.1 Evolusi Magma .....	19
2.2.4.2 Diferensiasi Magma.....	20
2.2.4.3 Komposisi Magma .....	22
2.2.4.4 Geokimia Magma .....	24
2.2.5 Petrogenesis Riolit .....	27

<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>29</b>
3.1 Kegiatan Penelitian Lapangan .....	29
3.2 Kegiatan Penelitian Laboratorium .....	30
3.2.1 Analisa Petrografi .....	30
3.2.2 Analisa Geokimia .....	31
3.2.3 Hubungan Petrografi dan Geokimia .....	38
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>39</b>
4.1 Geologi Daerah Penelitian .....	39
4.1.1 Geomorfologi Daerah Penelitian .....	39
4.1.1.1 Satuan Geomorfologi Kubah Lava .....	39
4.1.1.2 Satuan Geomorfologi Pedataran Vulkanik .....	40
4.1.2 Stratigrafi Daerah Penelitian.....	41
4.1.2.1 Satuan Breksi Vulkanik .....	42
4.1.2.2 Satuan Batulempung Karbonatan.....	43
4.1.2.3 Satuan Riolit.....	45
4.1.2.4 Satuan Trakit.....	46
4.2 Analisa Karakteristik Batuan Di Lapangan .....	48
4.2.1 Riolit .....	48
4.2.2 Trakit .....	48
4.3 Analisa Petrografis.....	48
4.3.1 Riolit 1 .....	49
4.3.2 Riolit 2 .....	49
4.3.3 Trakit 1 .....	50
4.3.4 Trakit 2 .....	51
4.4 Analisis Geokimia .....	51
4.4.1 Unsur Utama.....	51
4.4.1.1 Jenis Dan Afinitas Magma .....	53
4.4.1.2 Penamaan Batuan .....	55
4.4.1.3 Evolusi Magma.....	56
4.4.2 Hubungan Analisis Petrografi Dan CIPW Normatif.....	58
4.4.3 Petrogenesis Batuan Riolit.....	60
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>64</b>
6.1 Kesimpulan.....	64
6.2 Saran .....	64
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>65</b>

**LAMPIRAN :**

1. Deskripsi Petrografi

2. Hasil Analisis Geokimia
3. Hasil Perhitungan Norm CIPW

**LAMPIRAN LEPAS :**

1. Peta Stasiun Pengamatan
2. Peta Geomorfologi
3. Peta Geologi

## DAFTAR FOTO

Foto	Hal.
4.1 Kenampakan geomorfologi kubah lava pada daerah Bulu Dua difoto kearah N35°E.....	40
4.2 Kenampakan geomorfologi pedataran bergelombang pada daerah Bulu Dua difoto kearah N 240° E .....	41
4.3 Kenampakan lapangan Trakit di Bulu Dua. Difoto relatif kearah N 220°E pada stasiun 7.....	42
4.4 Kenampakan Fotomikrograf Trakit dengan komposisi mineral orthoklas,kuarsa,plagioklas,biotit, massa dasar. Difoto dengan perbesaran 40X.....	43
4.5 Kenampakan singkapan riolit di Bulu Batuara. Difoto relatif kearah N 305°E pada stasiun ST.24/BL .....	44
4.6 Kenampakan singkapan riolit di Bulu Batuara. Difoto relatif kearah N 305°E pada stasiun 4 .....	44
4.7 Kenampakan singkapan riolit di Bulu Batuara. Difoto relatif kearah N 305°E pada stasiun 1.....	45
4.8 Kenampakan Fotomikrograf Riolit dengan komposisi mineral kuarsa, orthoklas, dan massa dasar. Difoto dengan perbesaran 40X .....	46
4.9 Kenampakan singkapan Breksi Vulkanik di Bulu Batuara. Difoto relatif kearah N 305°E pada stasiun 12.....	47
4.10 Kenampakan Foto mikrograf Breksi Vulkanik dengan Fragmen batuan berupa Basalt. Difoto dengan perbesaran 40X.....	47
4.11 Kenampakan lapangan lava riolit pada stasiun 1 dengan arah aliran N145°E (a) dan kenampakan <i>Specimen</i> dari riolit (b).....	48
4.12 Kenampakan lapangan Trakit pada stasiun 7.....	49
4.13 Kenampakan petrografi Riollit pada stasiun 1 .....	50
4.14 Kenampakan petrografi Riolit pada stasiun 4a\A.....	50
4.15 Kenampakan petrografi Ignimbrit pada stasiun 1a (a), stasiun 1b (b), stasiun dan stasiun 2 (c) dengan ukuran 0,01 – 2 mm.....	51
4.16 Kenampakan petrografi Riolit pada stasiun 1a (a), stasiun 1b (b), stasiun dan stasiun 2 (c) dengan ukuran 0,01 – 2 mm.....	52
4.17 Kenampakan kubah lava dari arah selatan daerah penelitian yang diambil pada stasiun ST.18/TRAKIT .....	62
4.18 Kenampakan <i>Volcanic Neck</i> yang berada dibagian selatan daerah penelitian .....	63
4.19 Kenampakan lahar trakitik pada stasiun 11 daerah penelitian .....	63

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Hal.
1.1 Peta Tunjuk Lokasi Penelitian.....	4
2.1 Hubungan kematangan subduksi dengan afinitas magma yang dihasilkan pada busur kepulauan (Wilson, 1989).....	9
2.2 Mekanisme pembentukan kaldera Pangkajene (Kaharuddin, 2012) diadopsi dari hipotesa pembentukan kaldera menurut Van Bemmelen.....	10
2.3 Benuk Efusi Silika.....	18
2.4 Skematik proses differensiasi magma pada fase magmatik cair.....	21
2.5 Kisaran komposisi (persen berat) jenis batuan beku dan dibedakan menjadi tiga kelompok utama jenis magma yang ada di bumi (Flint, 1977).....	24
2.6 Tabel Periodik geokimia yang menunjukkan kelompok unsur (sumber: W. M. White, Trace Element).....	27
3.1 Klasifikasi batuan beku vulkanik (IUGS, 1999).....	31
3.2 Klasifikasi batuan beku vulkanik (Cox <i>et al.</i> , 1979).....	33
3.3 Klasifikasi batuan beku vulkanik (Le Bas <i>et al.</i> , 1986 dalam Rollinson, 1993).....	34
3.4 Klasifikasi afinitas magma berdasarkan perbandingan $K_2O$ dan $SiO_2$ (Peccerillo dan Taylor, 1976 dalam Rollinson, 1993).....	35
3.5 Tampilan software <i>GCD kit version 3.00</i> .....	36
3.6 Diagram alir daerah penelitian.....	38
4.1 Hasil <i>plotting</i> pada klasifikasi afinitas magma berdasarkan perbandingan $K_2O$ dan $SiO_2$ (Peccerillo dan Taylor, 1976 dalam Rollinson, 1993).....	54
4.2 Diagram AFM ( $A = K_2O + Na_2O$ ), ( $F = Total FeO$ ) dan ( $M = MgO$ ) (Irvinedan Baragar, 1971).....	55
4.3 Hasil <i>plotting major element</i> ( $SiO_2 - Na_2O + K_2O$ pada klasifikasi batuan beku vulkanik (Le Bas <i>et al.</i> , 1986 dalam Rollinson, 1993).)	56
4.4 Hasil <i>plotting kandungan major element</i> terhadap $SiO_2$ pada diagram variasi (Harker, 1909 dalam Rollinson, 1993).....	57
4.5 Hubungan antara kedalaman dan jalur Benioff dengan kerabat batuan gunungapi menurut Whitford & Nichols (1973).....	62
4.6 <i>Bowen reaction series</i> (a) fase I pembentukan batuan Riolit, di mana magma yang terbentuk mengandung banyak mineral kuarsa dan ortoklas. (b) fase II pembentukan batuan Trakit, dimana magma asam yang bercampur dengan batuan samping menyebabkan batuan yang terbentuk memiliki sedikit mineral kuarsa dengan dominan mineral plagioklas.....	63

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>		<b>Hal.</b>
2.1	Ciri-ciri seri magma yang berasosiasi dengan tatanan tektonik khusus (Wilson 1989).....	19
2.2	Komposisi kimia batuan riolit (%).....	28
3.1	Klasifikasi magma berdasarkan kandungan <i>major element</i> (Rollinson, 1993).....	32
3.2	Persentase kandungan oksida dari beberapa batuan beku vulkanik (Carmichael, 1974).....	32
3.3	Klasifikasi magma berdasarkan kandungan SiO <sub>2</sub> (%) atau derajat keasaman (Le Maitre et al., 1989 dalam Rollinson, 1993).....	33
3.4	Tabel yang menunjukkan hubungan petrografi dan geokimia dengan menggunakan <i>software Microsoft Excel</i> .....	37
4.1	Persentase kandungan major element dari beberapa batuan beku vulkanik darah Bulu Batuara.....	53
4.2	Klasifikasi magma berdasarkan kandungan SiO <sub>2</sub> (%) atau derajat keasaman (Le Maitre et al., 1989 dalam Rollinson, 1993).....	53
4.3	Hasil <i>plottingmajor element</i> (SiO <sub>2</sub> - Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O) pada klasifikasi batuan beku vulkanik (Le Bas <i>et al.</i> , 1986 dalam Rollinson, 1993)....	56
4.4	Komposisi mineral batuan riolit dalam pengamatan petrografi.....	58
4.5	Tabel kalkulasi hasil Plotting unsur Major element Pada perhitungan CIPW Normatif.....	58

# **BAB I**

## **PENDAULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia memiliki sebaran gunung api aktif dan gunung api purba. Gunung api purba adalah gunung api yang pernah aktif pada masa lampau, tetapi sekarang ini sudah mati dan bahkan sudah terkikis sangat lanjut sehingga penampakan fisik tubuhnya sudah tidak sejelas gunung api aktif masa kini, bahkan sebagian sisa tubuhnya sudah ditutupi oleh batuan yang lebih muda (Bronto, 2006). Informasi keberadaan gunung api purba ini sangat penting untuk memahami kondisi geologi dari suatu daerah, perkembangan vulkanisme dan kemungkinan mineralisasi bentukan asalnya (*volcanogenic minerals*).

Gunungapi Sidrap merupakan salah satu gunungapi yang berada di Sulawesi Selatan. Gunungapi ini tersusun atas batuan gunungapi yang kaya akan gas dan ignimbrit dalam bentuk kubah, lelehan lava piroklastik yang tersebar luas di daerah Parepare, Sidrap, Barru bagian Utara, dan Pinrang bagian Selatan. Kubah lava membentuk bukit-bukit kerucut dan berjejer dari Barat laut ke Tenggara (Kaharuddin, 2012).

Kubah lava adalah gunung lava padat berbentuk kubah yang berupa aliran individu, terbentuk dari ekstrusi lava yang sangat cair (Robert. L. B dkk, 1980). Jika letusan di lubang vulkanik berasal dari jenis eksplosif, material gunung yang dihasilkan adalah tufa atau cinder, dan gunung berapi digambarkan sebagai kerucut cinder. Sebaliknya, jika lubang pada setiap letusan mengeluarkan lava, maka akan dihasilkan gunung batuan padat yang merupakan kubah lava. Kubah lava

memiliki massa lava yang lebih besar, dalam bentuk banyak aliran individu, dikeluarkan dari ventilasi pusat ke arah yang tepat untuk membangun lava berbentuk kubah (The American Geological Institute).

Pembentukan kubah lava merupakan fase akhir aktifitas erupsi gunungapi di daerah kaldera Pangkajene. Diinterpretasikan bahwa setelah peristiwa runtuhnya kaldera, tersingkap *volcanic neck* dan terjadinya erupsi pada celah-celah retakan membentuk kubah-kubah lava andesitik dan trakitik (Kaharuddin, 2012).

Berdasarkan hal di atas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul **“Geokimia Batuan Kubah Lava Daerah Bulu Dua Kecamatan Tanete Riaja Kabupaten Barru Provinsi Sulawesi Selatan”**

Meskipun dengan cakupan luasan daerah yang sempit tetapi diharapkan dapat menyajikan informasi geologi dan informasi geokimia batuan yang lebih spesifik dan detail serta dapat membantu pemanfaatan dan pengelolaan sumber daya geologi secara lebih maksimal untuk kemajuan bangsa dan negara.

Analisis tentang geokimia merupakan suatu kegiatan penelitian untuk mengetahui perbedaan sifat maupun unsur kimia yang terkandung pada suatu batuan. Adapun penelitian ini dilakukan dengan menerapkan metode analisis geokimia ruah batuan dan mineral (XRF). Analisis geokimia ruah (bulk/whole geochemistry) pada studi petrologi dan geokimia batuan di bidang geologi umumnya menerapkan metode analisis XRF (X-ray fluorescence spectrometry) untuk mengetahui komposisi kimia batuan. Metode ini umum diterapkan karena mampu mengukur komposisi kimia hingga ke level konsentrasi yang sangat kecil, yaitu hingga level ppm (part per million).

## 1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk melakukan studi tentang Geokimia Batuan Kubah Lava Daerah Bulu Dua Kecamatan Tanete Riaja Kabupaten Barru Provinsi Sulawesi Selatan. Sedangkan tujuan dari penelitian ini adalah untuk :

1. Mengetahui jenis batuan penyusun kubah lava daerah penelitian.
2. Menentukan jenis magma batuan pada kubah lava daerah penelitian.
3. Menganalisis lingkungan magma berdasarkan karakteristik geokimia batuan dengan menggunakan metode analisis geokimia batuan dan mineral XRF (*X-Ray Fluorescence spectrometry*).

## 1.3 Batasan Masalah

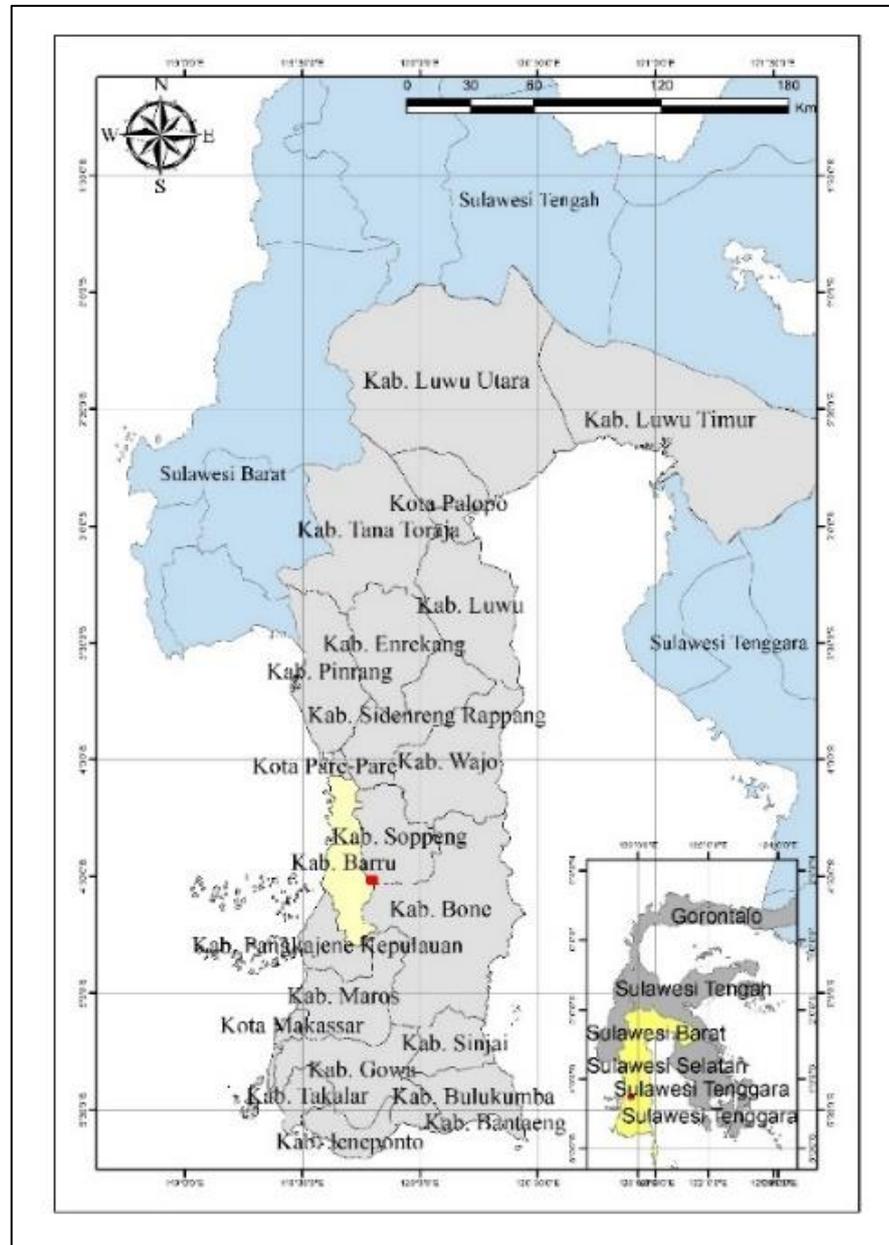
Penelitian ini dibatasi pada pembahasan mengenai aspek-aspek geokimia menggunakan metode analisis geokimia batuan dan mineral XRF (*X-Ray Fluorescence spectrometry*) untuk mengetahui unsur-unsur oksida dalam magma (*major element*)

## 1.4 Letak, Waktu, dan Kesampaian Daerah Penelitian

Secara administratif, daerah penelitian termasuk dalam daerah Bulu Dua Kecamatan Tanete Riaja Kabupaten Barru Provinsi Sulawesi Selatan (Gambar 1.1). Secara geografis, daerah penelitian terletak antara 119°47'00"BT–119°48'30"BT dan 4°30'30"LS–4°31'30"LS yang terdapat pada peta Rupa Bumi Indonesia lembar peta Watansoppeng skala 1:50.000 yang diterbitkan oleh Bakosurtanal.

Penelitian ini dilakukan selama 3 hari yaitu pada tanggal 08-10 Oktober

2021. Daerah penelitian dapat ditempuh dalam waktu  $\pm$  3 jam dari Kota Makassar ke Kota Barru menggunakan kendaraan roda empat.



Gambar 1.1 Peta Tunjuk Lokasi Penelitian

## 1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dasar dan *output* yang dapat bermanfaat bagi pemerintah daerah dan masyarakat umum,

mengenai kondisi geologi dari suatu daerah, perkembangan vulkanisme seperti gambaran akan perubahan dari sifat letusan dari efusif ke eksplosif, dan kemungkinan mineralisasi bentukan asalnya (*volcanogenic minerals*).sehingga dapat dikembangkan oleh pemerintah setenpat dan dapat dijadikan sebagai masukan dalam pengelolaan wilayah Daerah Bulu Dua, Kecamatan Tanete Riaja, Kabupaten Barru, Provinsi Sulawesi Selatan.

### **1.6 Alat dan Bahan**

Alat dan bahan yang akan digunakan selama kegiatan penelitian ini terbagi dalam dua kategori yakni alat yang digunakan pada saat dilapangan yaitu Peta topografi bersekala 1 : 25.000 yang merupakan hasil perbesaran dari peta rupa bumi sekala 1 : 50.000 terbitan Bakosurtanal Edisi I tahun 1991, kompas geologi tipe brunton, palu geologi, loupe dengan pembesaran 10 x, buku catatan lapangan,, pita meter, komparator, kantung sampel, alat tulis menulis, busur derajat, penggaris, clipboard, ransel lapangan ( daypack), perlengkapan pribadi. Sedangkan alat dan bahan yang akan digunakan selama analisis laboratorium yaitu mikroskop polarisasi untuk analisis petrografi, sampel megaskopis berupa sampel untuk sayatan tipis batuan(*thinsection*) dan analisis geokimia ruah batuan (XRF, *Software* analisis unsur kimia *GCD kit 3.0*, laptop, alat tulis-menulis dan gambar, tabel Michael Levy (Kerr, 1958), album mineral optik, foto sayatan tipis.

### **1.7 Peneliti Terdahulu**

Peneliti terdahulu yang pernah mengadakan penelitian yang sifatnya regional diantaranya sebagai berikut :

1. Rab Sukanto (1982) melakukan pemetaan Geologi Lembar Pangkajene dan Watampone Bagian Barat Sulawesi dengan skala 1: 250.000.
2. Yuwono (1990), Melakukan penelitian tentang Produk Vulkanik Pare-Pare(Sulawesi Selatan).
3. Kaharuddin MS (2009), melakukan penelitian mengenai Studi Litofasies Batuan Gunungapi Parepare Provinsi Sulawesi Selatan.
4. Kaharuddin MS (2012), melakukan penelitian mengenai Karakteristik Kaldera Pangkajene kabupaten Sidrap Provinsi Sulawesi Selatan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Geologi Regional**

##### **2.2.2 Geomorfologi Regional**

Pada Lembar Pangkajene dan Watampone bagian Barat (Rab. Sukamto,1982) pegunungan yang di timur relatif lebih sempit dan lebih rendah, dengan puncaknya rata-rata setinggi 700 meter dari permukaan air laut, sedangkan yang tertinggi adalah 787 meter dimana sebagian besar pegunungan ini tersusun dari batuan gunungapi. Di bagian selatannya selebar 20 kilometer dan lebih tinggi, tetapi ke utara menyempit dan merendah dan akhirnya menunjam ke bawah batas antara lembah Walanae dan dataran Bone. Pada bagian utara pegunungan ini mempunyai topografi karst yang permukaanya sebagian berkerucut. Batasnya pada bagian timurlaut adalah dataran Bone yang luas dan menempati hampir sepertiga bagian timur.

##### **2.2.3 Stratigrafi Regional**

Secara regional daerah penelitian termasuk dalam Peta Geologi Lembar Pangkajene dan Watampone Bagian Barat Sulawesi yang disusun oleh Rab Sukamto (1982) dan batuan penyusun daerah penelitian dan sekitarnya terdiri dari:

*Tmcv* **Batuan Gunungapi Formasi Camba:** breksi gunungapi, lava konglomerat dan tufa berbutir halus hingga lapili bersisipan batuan sedimen laut berupa barupasir tufaan, batupasir gampingan dan batulempung yang mengandung sisa tumbuhan. Bagian bawahnya lebih banyak mengandung breksi gunungapi dari

lava yang berkomposisi andesit ban basal; konglomerat juga berkomponen andesit dan basal dengan ukuran 3 - 50 cm; tufa berlapis baik, terdiri dari tufa litik, tufa kristal dan tufa vitrik. Bagian atasnya mengandung ignimbrit bersifat trakit dan tefrit leusit; ignimbrit berstruktur kekar meniang, berwarna kelabu kecoklatan dan coklat tua, tefrit leusit berstruktur aliran dengan permukaan berkerak roti, berwarna hitam. Satuan Tmcv ini termasuk yang dipetakan oleh T.M. van Leeuwen (hubungan tertulis, 1978) sebagai Batuan Gunungapi Sopo, Batuan Gunungapi Pamusureng dan Baruan Gunungapi Lemo. Breksi gunungapi yang tersingkap di P. Salayar mungkin termasuk formasi ini; breksinya sangat kompak, sebagian gampingan; berkomponen basal amfibol, basal piroksen dan andesit (0,5 — 30 cm), bermassa dasar tufa yang mengandung biotit dan piroksen.

*Tmsv* **BATUAN GUNUNGAPI SOPPENG** : breksi gunungapi dan lava, dengan sisipan tufa berbutir pasir sampai lapili, dan batulempung; di bagian utara lebih banyak tufa dan breksi, sedangkan di bagian selatan lebih banyak lavanya; sebagian bersusunan basal piroksen dan sebagian basal leusit, kandungan leusitnya makin banyak ke arah selatan: sebagian lavanya berstruktur bantal dan sebagian terbreksikan; breksinya berkomponen antara 5 cm - 50 cm; warnanya kebanyakan kelabu tua sampai kelabu kehijauan. Batuan gunungapi ini pada umumnya berubah sangat kuat, amigdaloid dengan mineral sekunder berupa urat karbonat dan silikat; diterobos oleh retas (0,5 m - 1 m) dan sil trakit dan andesit, dengan arah umum retas timurlaut-baratdaya. Satuan ini ditaksir setebal 4.000 m, menindih takselaras batugamping Formasi Tonasa dan ditindih; selaras batuan Formasi Camba; diperkirakan berumur Miosen Bawah.

#### 2.2.4 Struktur Regional

Sesar geser Buludua terdapat disebelah barat laut dan merupakan sesar geser bersifat sinistral. Sesar geser ini arah pergeserannya relative berarah barat laut, tenggara dengan panjang pergeseran sekitar 2 km. satuan batuan yang dilaluinya terdiri atas napal dan satuan breksi gampingan akibat adanya sesar ini banyak ditemukan mata air disekitar daerah Bulubua.

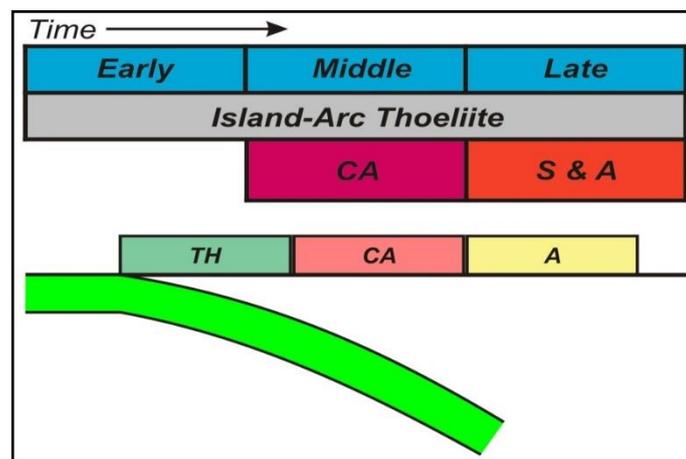
Berdasarkan pada batuan termuda yang dilaluinya yaitu satuan breksi vulkanik maka diperkirakan sesar ini terbentuk setelah Miosen Akhir

### 2.2 Landasan Teori

Pada daerah Pangkajene bagian barat hingga selatan terlihat tonjolan-tonjolan yang menempati morfologi pedataran dalam depresi Walanae. Anomali topografi di daerah pedataran yang tersusun oleh produk vulkanik diduga sebagai kubah lava. Litologi kubah lava tersusun oleh lava andesitik (Bulu Loa) dan lava trakitik (Bulu Allakuang, Bulu Batulappa, dan Bulu Watangpulu). Diantara kubah lava trakitik terdapat leher vulkanik (*volcanic neck*) yang menerobos ignimbrit seperti pada Bulu Tinebang, Bulu Kunyi, dan Batualong. Pembentukan kubah lava merupakan fase akhir aktivitas erupsi gunungapi di daerah kaldera Pangkajene. Diinterpretasikan bahwa setelah peristiwa runtuhnya kaldera, tersingkap *volcanic neck* dan terjadi erupsi pada celah-celah retakan membentuk kubah-kubah lava andesitik dan trakitik (Kaharuddin, 2012).

Katili, 1980 membuat suatu peta busur gunungapi Sulawesi Barat dengan menghubungkan proses tektonik subduksi dari Timur (Pasifik) di zaman Tersier

(Oligosen – Miosen) menghasilkan gunungapi Soppeng, Camba, Baturape-Cindako, dan Parepare. Pembentukan busur gunungapi Sulawesi berhubungan dengan aktivitas subduksi dari Timur (lempeng Pasifik) ke bagian Barat (Sulawesi Barat) pada kala Oligosen – Miosen. Pada kala ini, aktivitas magmatisme dan vulkanisme menghasilkan gunungapi Soppeng menyusul gunungapi Camba, membentuk batuan gunungapi Soppeng dan Camba. Kedua batuan ini bersifat shoshonitik (Priadi, dkk., 1994), yang secara petrogenetik tidak berhubungan langsung dengan aktifitas subduksi di tepian busur atau kontinen (Yuwono, 1990). Dalam Yuwono (1990), dijelaskan bahwa posisi tektonik produk magmatik shoshonitik sudah diketahui dengan jelas yaitu zona orogenesis dengan produk batumannya pada posisi stratigrafi lebih muda. Himpunan batuan shoshonitik dari tepi benua dapat mempunyai kemiripan kimiawi dengan shoshonitik batuan kepulauan, seperti halnya batuan gunungapi Parepare yang bersifat shoshonitik.



**Gambar 2.1** Hubungan kematangan subduksi dengan afinitas magma yang dihasilkan pada busur kepulauan (Wilson, 1989).

Dari hasil pengamatan petrografi batuan gunungapi Pare - pare baik trakit, syenit maupun riolit, umumnya mengandung mineral-mineral alkali (orthoklas, sanidin, leusit, dan biotit) sekitar 15-25% dalam batuan, sebagai mineral pendukung

hadirnya batuan shoshonitik. Dari hasil penelitian Yuwono, 1990 dan Priadi, 1994, menunjukkan bahwa batuan gunungapi Pare - pare baik yang ada di Pare - pare maupun yang ada di Pangkajene mempunyai kandungan  $K_2O$  yaitu Y1-18 = 5,21%, Y1-19 = 4,71%, Y1-3 = 3,63%, Y1-15 = 5,61% dan kandungan  $SiO_2$  : Y1-18 = 38-53%, Y1-15 = 63-74%, termasuk dalam kerabat batuan shoshonitik yang pembentukannya setelah aktifitas subduksi di kala Plio-Plistosen (Gambar 2.1 ).

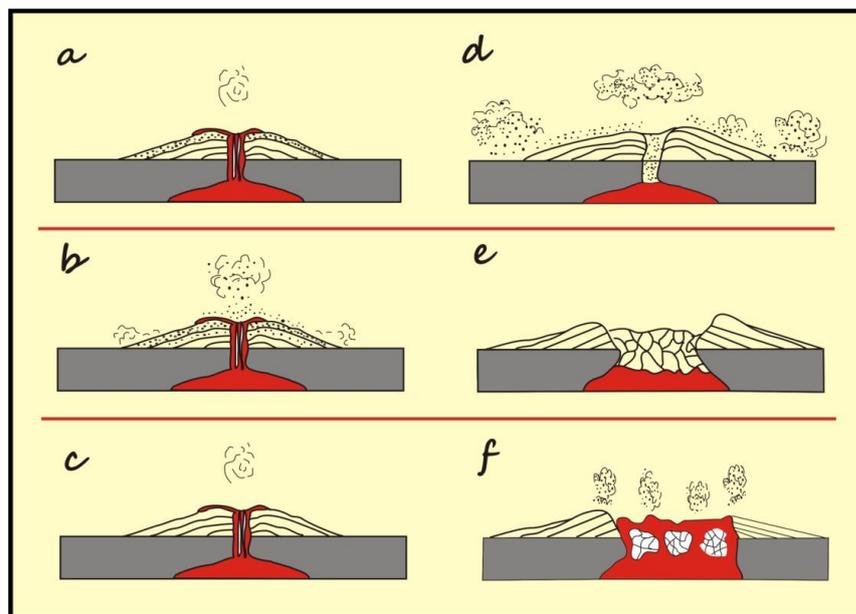
Satuan kubah lava yang berada pada kaldera Pangkajene tersusun oleh kelompok batuan vulkanik trakit dan andesit. Batuan trakit menyusun kubah lava Bulu Allakuang, Bulu Batulappa, Bulu Watangpulu serta leher vulkanik Bulu Batualong, Bulu Tinebang dan Bulu Kunyi. Produk vulkanik di Batualong, Bulu Tinebang, dan Bulu Kunyi merupakan leher vulkanik yang tersusun oleh batuan trakit (Kaharuddin, 2012)

Magma pembentuk batuan gunungapi Pangkajene bersifat trakit mengalir pada lubang kepundan membentuk kubah lava (*lava domes*) dan pada bagian bawahnya terdapat leher vulkanik. Satuan trakit ini tersebar pada bagian dalam kaldera (pusat erupsi) berupa lelehan hasil efusif lava trakitik setelah terjadi erupsi kuat piroklastik. Struktur batuan beku umumnya vesikuler menggambarkan magma asal kaya gas dan struktur kesan berlapis menunjukkan pembekuan bertahap dalam kondisi relatif tenang terjadi diferensiasi dan pelepasan gas (Kaharuddin, 2012).

Batuan gunungapi Pare-pare yang tersebar luas hingga daerah Sidrap, Barru dan Pinrang (Sukamto, 1982), dibagi dalam dua formasi batuan gunungapi yaitu gunungapi Pare-pare di bagian barat dengan pusat erupsi di daerah Lumpue dan batuan gunungapi Pangkajene di bagian timur yang bersumber dari kaldera

Pangkajene. Selain itu daerah pusat erupsi dapat ditemukan batuan-batuan piroklastik dengan komponen berbagai ukuran yang terelaskan oleh lava disebut ignimbrit yang juga menyusun kaldera Pangkajene.

Pada bagian sisi selatan kaldera terdapat lava trakitik dan basaltik yang keluar dari celah kaldera akibat runtuhnya atap kaldera tersebut (Gambar 2.2).



**Gambar 2.2** Mekanisme pembentukan kaldera Pangkajene (Kaharuddin, 2012).

- (a) Peletusan Pertama, kekuatan letusan sedang dan permukaan magma cukup tinggi.
- (b-c) Letusan bertambah kuat. Jenjang letusan yang membentuk kaldera, menghasilkan abu vulkanian dan alitan kecil dari abu melalui lubang kepundan utama/
- (d) Puncak peletusan dimana sebagian kecil piroklastik ditembakkan ke atas dan selebihnya turun melalui lereng dalam bentuk awan panas. Pada jenjang ini atap dapur magma mulai retak.
- (e) Karena tidak ada penahan, kerucut runtuh masuk ke dalam dapur magma.
- (f) Setelah melalui fase istirahat dan tahapan erosi, kerucut baru mulai tumbuh pada dasar kaldera, terlebih pada bagian tepih. Kerucut tersebut semakin meninggi dan lava mulai mengalir melalui lereng kaldera luar.

### 2.2.1 Batuan Gunungapi

Wilson, 1989 dalam Hartono dan Bronto (2007) menyatakan bahwa gunungapi dapat terjadi di lingkungan tektonik dalam lempeng (samudera dan

benua) dan atau di batas lempeng (konstruktif dan destruktif). Gunungapi yang terbentuk di kedua tatanan tektonik tersebut mempunyai karakteristik tertentu didalam kisaran kandungan SiO<sub>2</sub>, afinitas magma, dan bentangalam gunungapinya. Sebagai contohnya, gunungapi yang terbentuk pada lingkungan tektonik konvergen menunjukkan bentangalam busur kepulauan, afinitas magma toleit-alkalin, dan menghasilkan batuan beku berkomposisi basa sampai asam. Secara umum, bentangalam gunungapi tipe komposit (strato), terdiri atas perselingan lava dan batuan piroklastika, retas dan sill, kelerengan terjal, dan umumnya membentuk kerucut simetris.

Fisher dan Smith, 1991 dalam Hartono & Bronto (2009) mendefinisikan batuan vulkanik adalah batuan yang terbentuk sebagai hasil kegiatan gunungapi, baik secara langsung maupun tidak langsung. Secara langsung di sini mempunyai arti sebagai hasil erupsi gunungapi yang membatu secara *in situ*, sedangkan secara tidak langsung berarti telah mengalami perombakan atau deformasi.

#### **2.2.1.1 Riolit**

Riolit adalah batuan beku asam vulkanik. Riolit memiliki susunan mineral yang sama dengan granit, walaupun ekstrusi dari lava riolit tidak berhubungan dengan tubuh intrusi granit. Riolit tersusun oleh kandungan silika yang cukup banyak. Memiliki pecahan *choncoidal* dan kilap *vitreous*. Pada keadaan tertentu riolit bisa bertekstur porfiritik, dimana beberapa kristal tumbuh cukup besar untuk dilihat dan memiliki matriks yang sangat halus bahkan bersifat gelas. Kadang kuarsa dan feldspar yang terdapat sebagai matriksnya.

Riolit biasanya mengandung fenokris dari feldspar, kuarsa, piroksin

termasuk *clinopyroxene* (augit, ferroaugit), *orthopyroxene* (hipersten), biotit, amphibole (hornblende, cummingtonit), olivin fayalit dan sphene. Plagioklas (An<sub>20-40</sub>) adalah feldspar khas yang ditemukan dalam riolit *low-K*, sedangkan sanidine dan orthoklas adalah feldspar karakteristik dari *high-K* dan riolit alkali. Riolit Alkali cenderung mengandung kumpulan khas *riebeckite*, *aegirine*, *hedenbergite* dan *aenigmatite*.

Riolit terdapat pada *volcanic arc* dimana kerak samudera menunjam ke bawah kerak benua dan meleleh menjadi magma yang kaya akan silika. Riolit mengandung lebih dari 70% silika. Tingginya kandungan silika ini memberikan warna yang terang, densitas yang rendah, dan viskositas yang tinggi bagi lavanya. Lava yang bersifat riolitik biasanya lebih eksplosif dan bergerak dengan sangat lambat dibandingkan dengan lava basalt. Riolit sering ditemukan dengan struktur *flow banding* yang membeku pada batuan dimana struktur ini hadir menyerupai lengkungan layer sedimen yang menunjukkan aliran lava.

### **2.2.1.2 Trakit**

Trakit merupakan batuan beku vulkanik dengan tekstur afanitik hingga porfiritik. Batuan ini adalah ekstrusif yang setara dengan syenit. Susunan mineralnya terdiri dari felspar alkali penting; dengan relatif sedikit plagioklas dan kuarsa atau felspatoid seperti nefelin juga dapat hadir. Biotit, Klinopiroksen, dan olivin adalah mineral aksesori umum. Secara kimia, Trakit mengandung 60 sampai 65% kandungan silika; kandungan SiO<sub>2</sub> yang kurang dari riolit namun lebih banyak (Na<sub>2</sub>O ditambah K<sub>2</sub>O) dari dasit. Perbedaan kimia tersebut konsisten dengan posisi Trakit dalam klasifikasi TAS.

Trakit biasanya terdiri terutama dari felspar sanidin. Sangat sering mereka memiliki rongga uap yang tidak teratur yang membuat permukaan yang rusak pada spesimen batuan ini kasar dan tidak teratur, dan dari karakter inilah yang membuat mereka dinamakan Trakit. Nama ini pertama kali diberikan pada kelompok tertentu dari batuan ini yang berasal dari wilayah Auvergne, dan semenjak saat itu istilah ini digunakan pada lingkup yang lebih luas; Trakit sering digambarkan sebagai versi vulkanik yang setara dengan batuan plutonik syenit. mineral dominan mereka, felspar sanidin, sangat umum terjadi dalam dua generasi, yaitu baik sebagai kristal porfiritik berbentuk bagus maupun sebagai batang yang tidak sempurna yang kecil atau massa dasar . Pada Trakit hampir selalu ada sejumlah kecil plagioklas, biasanya oligoklas; tetapi kalsium felspar (sanidin) sering mengandung sejumlah natrium felspar (albit), dan memiliki lebih banyak karakteristik anortoklas atau kriptopertit daripada sanidin murni. Porfiri rombik adalah contoh batuan dengan fenokris porfiritik belah ketupat yang tertanam dalam matriks yang sangat halus.

Kuarsa biasanya langka di Trakit, tetapi tridimit (yang juga terdiri dari silika) tidak berarti jarang. Tridimit jarang hadir dalam bentuk kristal yang cukup besar untuk terlihat tanpa bantuan mikroskop, tetapi di sayatan tipis mungkin muncul lempeng-lempeng heksagonal kecil, yang tumpang tindih dan membentuk agregat padat, seperti mosaik atau seperti ubin di atap. Mereka sering menutupi permukaan felspar yang lebih besar darinya atau segaris dengan rongga uap dari batuan, di mana mereka dapat berbaur dengan opal amorf atau kalsedon berserat. Dalam Trakit-Trakit yang lebih tua, kuarsa sekunder tidak jarang, dan mungkin kadang-kadang merupakan hasil dari rekristalisasi tridimit.

Dari semua mineral-mineral mafik yang hadir, augit adalah mineral yang paling umum. Augit biasanya berwarna hijau pucat, dan bentuk kristalnya yang kecil sering kali sangat sempurna bentuknya. hornblende coklat dan biotit juga dapat terbentuk, dan biasanya dikelilingi oleh batas korosi hitam di sekelilingnya yang terdiri dari magnetit dan piroksen; kadang-kadang penggantian korosi yang terjadi telah selesai dan tidak ada hornblende atau biotit yang tersisa. Garis besar cluster magnetit dan augit mungkin jelas menunjukkan dari mana mineral-mineral tersebut berasal. Olivin tidak biasa hadir, namun ditemukan di beberapa Trakit, seperti yang dimiliki Arso di Ischia. Varian umum plagioklas, seperti labradorit, ditemukan sebagai fenokris di beberapa Trakit di Italia. varian coklat gelap dari augit, dan piroksen berbentuk belah ketupat (hipersten atau bronzit) telah ditemukan tetapi tidak umum. Apatit, zirkon dan magnetit praktis selalu hadir sebagai mineral aksesori.

Trakit. yang sangat kaya kalium feldspar, tentu mengandung jumlah yang cukup dari alkali; dalam karakter ini mereka mendekati fonolit. Kadang mineral dari kelompok felspatoid, seperti nefelin, sodalit, dan leusit, terjadi, dan batuan jenis ini dikenal sebagai Trakit fonolitik.

### **2.2.2 Kubah lava**

Vulkanisme merupakan aktivitas alamiah berupa keluarnya magma dari dalam bumi atau semua gejala di dalam bumi sebagai akibat adanya aktivitas magma, contohnya adalah gunung api. Dalam perjalanannya ke permukaan bumi, magma dapat berhenti dan membeku di bawah permukaan membentuk tubuh-tubuh intrusi dangkal seperti *volcanic neck*. Magma yang keluar secara efusif, kemudian

membeku di dalam kawah disebut kubah lava. Adapun magma yang keluar ke permukaan bumi secara efusif dan mengalir disebut aliran lava, sedangkan yang keluar ke permukaan bumi secara meletus disebut sebagai material piroklastik.

Kubah lava terbentuk bila lava relatif kental sehingga begitu keluar ke permukaan segera membeku dan menumpuk langsung di atas lubang kepundan membentuk kubah. Kubah lava ini ke bawahnya dapat berhubungan dengan leher gunungapi atau retas. Kubah lava terbentuk dari berbagai jenis batuan, pada umumnya dasit, andesit, trakit, dan riolit. Pertumbuhan kubah lava berbeda-beda, beberapa bulan bahkan sampai beberapa dekade.

Lava yang membentuk kubah lava umumnya basal ke riolit. Namun, lava yang paling sering membentuk kubah umumnya lava yang tinggi kandungan Silica ( $\text{SiO}_2$ ) dan karena itu bersifat lebih kental.

Proses terbentuknya kubah lava bervariasi, dapat terbentuk karena letusan tunggal atau gabungan dari beberapa letusan, dapat juga terbentuk dengan meletus di atas kubah sebelumnya, atau sebagai alternatif dapat tumbuh dengan mengisi dari dalam (inflasi). Kubah lava dapat terbentuk dimana saja yang terkait dengan aktifitas gunungapi. Biasanya ditemukan dalam kawah gunung berapi, dapat juga terjadi di sisi-sisi gunung berapi. Kubah lava terbentuk tergantung dari sistem pipa magnetik yang memasok lava. Kubah lava dapat dibagi berdasarkan tekstur, gaya erupsinya dan berdasarkan morfologinya, ada empat jenis kubah lava, yaitu :

- *Plug upheaved* : jenis kubah lava yang langka dan menarik. Lava yang meletus memiliki kekuatan yang lebih besar dibandingkan lava yang membentuk kubah lainnya, dan sebagai hasilnya lava ini didorong seperti

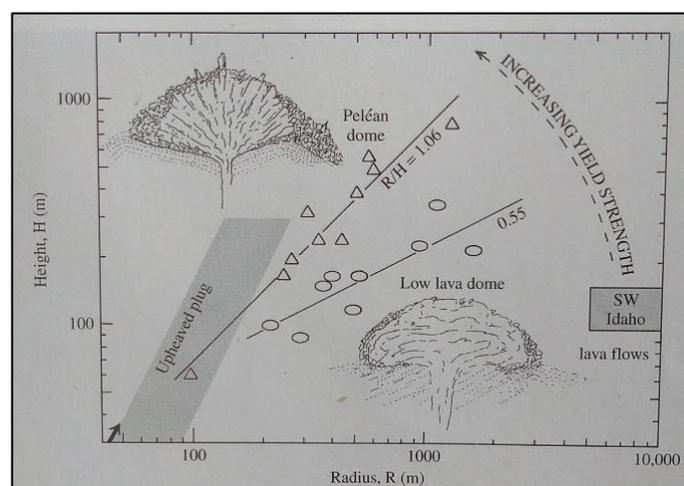
piston. Piston ini seperti ekstrusi diatas permukaan dan kadang-kadang sedimen.

- *Peleean* : Kubah lava ini sering memiliki sisi yang curam dari semua kubah lava. Biasanya melingkar mirip dengan Tortas, tapi lebih rata dibagian atas.
- *Low lava dome (Tortas)* : Kubah ini tumbuh dengan proses internal dan lava mengisi di pusat kubah dekat ventisali dan mendorong lapisan yang lebih tua keluar, membentuk struktur internal seperti bawang. Jenis lava umumnya meletus di tanah datar dan sebagai hasilnya lava mampu mendorong ke arah luar tetapi tidak jauh. Ketebalan dan diameter kubah ini sangat bervariasi dari beberapa meter sampai hampir satu kilometer.
- *Coulees* : campuran antara kubah lava dan aliran lava. Jenis kubah ini umumnya meletus di lereng curam sehingga memungkinkan lava cair untuk meleleh menuruni lereng. Biasanya aliran lava ini mengalir tidak lebih dari beberapa kilometer.

Ciri-ciri kubah lava antara lain:

- Bentuk ideal seperti kubah (setengah bola membundar ke atas), walaupun kenyataannya dapat tidak teratur, tetapi yang penting menumpuk di dalam kawah gunungapi.
- Efek kontak hanya terjadi dengan batuan yang ditindih (di bawahnya) yang biasanya sudah teralterasi karena berada di dalam kawah/kaldera gunungapi.
- Tekstur batuan semakin kristalin ke bagian tengah tubuh kubah. Pada bagian permukaan, tepi dan dasar kubah dapat terjadi breksiasi karena pendinginan yang sangat cepat (breksi autoklastika).

- Pada bagian permukaan kubah dijumpai struktur lubang dan rekahan yang berpola radier menjauhi pusat kubah. Pada bagian tengah kubah terbentuk aliran dan struktur kelopak (kulit bawang).
- Bila belum tererosi, pada permukaan kubah yang terbentuk di dasar laut terbentuk kerak kaca (*glassy crust*) dan atau *hyaloclastite*. *Hyaloclastite* berasal dari kata *hyaline* (gelas) dan *clast* (butiran/fragmen). Mengacu pendapat McPhie dkk. (1993), *hyaloclastite* mempunyai pengertian: bahan klastika yang terbentuk oleh disintegrasi dan perekahan non letusan karena pendinginan yang sangat cepat pada lava dan intrusi di dasar air (laut). Istilah ini digunakan baik untuk bahan yang masih lepas-lepas maupun sudah membatu. Dengan demikian *hyaloclastite* adalah batuan klastika gunungapi yang seluruh komponen penyusunnya terdiri dari butiran gelas. Secara genesa *hyaloclastite* terbentuk sebagai hasil erupsi gunungapi lelehan (non eksplosif) di dalam air (laut dalam), akibatnya terjadi pendinginan yang sangat cepat dan fragmentasi sehingga mineral tidak sempat mengkristal. Secara tekstur *hyaloclastites* dapat berupa breksi gunungapi atau batupasir gunungapi berkomposisi gelas.



**Gambar 2.3** Bentuk Efusi Silika (Willian 1932 dalam Myron G. B, dkk 2000)

Penampang melintang ditunjukkan sebagai garis putus-putus melalui kubah lava rendah yang khas dan kubah peléan, keduanya bertumpu pada pendahuluan endapan piroklastik. (Digambar ulang dari Williams, 1932.) Perhatikan bagian pinggir yang sebagian besar berukuran balok talus. Tinggi kubah terukur ( $H$ ), versus radius kubah ( $R$ ), dari kubah lava rendah terpilih (elips) dan kubah peléan (segitiga) di seluruh dunia diplot dengan garis paling sesuai yang mewakili rasio aspek yang ditunjukkan,  $H/R$ . (Digambar ulang dari Blake, 1990.) Rasio aspek kubah peléan mirip dengan tangen sudut beralas tumpukan talus dari fragmen tidak terkonsolidasi yang biasanya mengelilinginya. Perhatikan bahwa akumulasi talus ini secara signifikan lebih sedikit di sekitar kubah lava rendah. Bayangan Sudut yang diarsir di sebelah kanan mewakili aliran lava riolit bervolume besar (sebanyak 200 km) di barat daya Idaho. (Dari Bonnicksen dan Kauffman, 1987.) Pita berbayang di sebelah kiri mewakili rasio aspek yang mungkin untuk sumbatan berkekuatan hasil tinggi. Saat lava silikat muncul dari lubang (panah, kiri bawah), dengan bertambahnya ketinggian ( $H$ ), ia dapat tumbuh menjadi aliran lava, kubah lava rendah, kubah peléan, atau sumbatan yang terangkat tergantung pada peningkatan kekuatan hasil.

### **2.2.3 Magma Riolit**

Magma adalah cairan atau larutan silikat pijar yang terbentuk secara alamiah, bersifat mudah bergerak (mobile), bersuhu antara  $900 - 1.000^{\circ} \text{C}$  dan berasal atau terbentuk pada kerak bumi bagian bawah hingga selubung bagian atas (Alzwar, dkk., 1988).

Definisi magma tersebut menggambarkan adanya sifat fisik magma dan

sifat kimia magma. Sifat fisik magma berhubungan dengan magma sebagai bahan cair kental pijar, mengandung gas, dan bersuhu tinggi, oleh sebab itu magma mudah bergerak dan arah pergerakannya mempunyai kecenderungan menuju arah permukaan bumi membentuk gunung api. Jika magma terbentuk jauh didalam permukaan bumi (deep seated intrusion) maka membentuk batuan beku dalam atau batuan plutonik, sedangkan magma yang terbentuk didekat permukaan (sub volcanic intrusion; shallow magma intrusions and hypabyssal intrusions) atau di dalam tubuh gunung api sampai membeku di permukaan bumi me bentuk batuan intrusi dangkal atau batuan gunung api.

Wilson (1989) menjelaskan bahwa lingkungan tatanan tektonik pembentuk magma meliputi tepi lempeng konstruktif, tepi lempeng destruktif, tatanan bagian tengah lempeng samudra dan tatanan bagian tengah lempeng benua (Tabel 2.1).

**Tabel 2.1** Ciri-ciri seri magma yang berasosiasi dengan tatanan tektonik khusus (Wilson 1989).

<b>Tatanan Tektonik</b>			
Tepi Lempeng		Dalam Lempeng	
Konvergen (Destruktif)	Divergen (Konstruktif)	Bagian tengah lempeng Samudera	Bagain tengah lempeng benua
<b>Roman Muka Gunung Api</b>			
Bususr kepulauan, tepi benua aktif	Pegunungan tengah samudera, pusat pemekaran belakang busur	Kepulauan samudera	Jalur regangan benua, provinsi banjir-basal benua
<b>Ciri-ciri Seri Magma</b>			
Tholeit	Tholeit	Tholeit	Tholeit
Kapur Alkali	-	-	-
Alkali	-	Alkali	Alkali
<b>Kisaran SiO<sub>2</sub></b>			
Basal dan lebih Asam	Basal	Basal dan lebih Asam	Basal dan lebih asam

### 2.2.3.1 Evolusi Magma

Pembentukan magma sebenarnya adalah suatu proses yang sangat rumit. Proses ini berlangsung tahap demi tahap yang kemudian membentuk sebuah rangkaian khusus yang meliputi proses pemisahan atau *differentiation*, pencampuran atau *assimilation*, dan anatexis atau peleburan batuan pada kedalaman yang sangat besar. Sementara itu, faktor atau hal-hal yang selanjutnya akan menentukan komposisi suatu magma adalah bahan-bahan yang meleleh, derajat fraksinasi, dan jumlah material-material pengotor dalam magma oleh batuan sampling (*parent rock*).

Magma pada perjalanannya dapat mengalami perubahan atau disebut dengan evolusi magma. Proses perubahan ini menyebabkan magma berubah menjadi magma yang bersifat lain oleh proses-proses sebagai berikut :

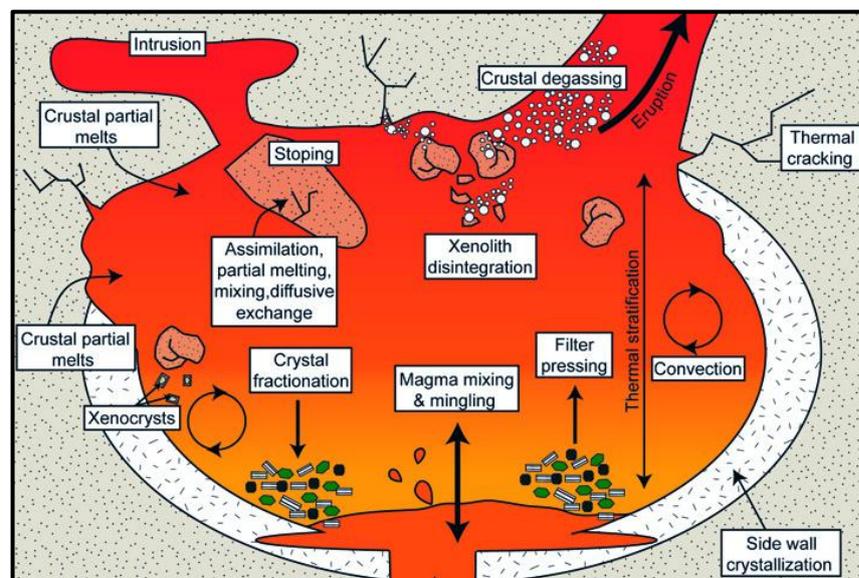
- a) Hibridasi yaitu proses pembentukan magma baru karena pencampuran 2 magma yang berlainan jenis.
- b) Sintetis yaitu pembentukan magma baru karena adanya proses asimilasi dengan batuan sampling.
- c) Anatexis yaitu proses pembentukan magma dari peleburan batu-batuan pada kedalaman yang sangat besar.

Dan dari proses-proses diatas, magma akan berubah sifatnya, dari yang awalnya bersifat homogen pada akhirnya akan menjadi suatu tubuh batuan beku yang bervariasi melalui proses diferensiasi magma.

### 2.2.3.2 Diferensiasi magma

Diferensiasi magma adalah suatu tahapan pemisahan atau pengelompokan

magma dimana material-material yang memiliki kesamaan sifat fisika maupun kimia akan mengelompok dan membentuk suatu kumpulan mineral tersendiri yang nantinya akan mengubah komposisi magma sesuai penggolongannya berdasarkan kandungan magma. Proses ini dipengaruhi banyak hal. Tekanan, suhu, kandungan gas serta komposisi kimia magma itu sendiri dan kehadiran pencampuran magma lain atau batuan lain juga mempengaruhi proses diferensiasi magma ini. Secara umum, proses diferensiasi magma terbagi menjadi :



**Gambar 2.4** Skematik proses diferensiasi magma pada fase magmatik cair. (Troll, 2011 dalam Deegan, 2010 ).

- a) *Fraksinasi (Fractional Crystallization)*, proses ini merupakan suatu proses pemisahan kristal-kristal dari larutan magma karena proses kristalisasi perjalanan tidak seimbang atau kristal-kristal tersebut pada saat pendinginan tidak dapat mengubah perkembangan. Komposisi larutan magma yang baru ini terjadi sebagai akibat dari adanya perubahan temperatur dan tekanan yang mencolok serta tiba-tiba.

- b) *Crystal Settling / Gravitational Settling*, proses ini meliputi pengendapan kristal oleh gravitasi dari kristal-kristal berat yang mengandung unsur Ca, Mg, Fe yang akan memperluas magma pada bagian dasar *magma chamber*. Disini, mineral-mineral silikat berat akan berada di bawah. Dan akibat dari pengendapan ini, akan terbentuk suatu lapisan magma yang nantinya akan menjadi tekstur kumulat atau tekstur berlapis pada batuan beku.
- c) *Liquid Immisibility*, larutan magma yang memiliki suhu rendah akan pecah menjadi larutan yang masing-masing akan membentuk suatu bahan yang heterogen.
- d) *Crystal Flotation*, pengembangan kristal ringan dari sodium dan potassium akan naik ke bagian atas magma karena memiliki densitas yang lebih rendah dari larutan kemudian akan mengambang dan membentuk lapisan pada bagian atas magma.
- e) *Vesiculation*, proses dimana magma yang mengandung komponen seperti CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, S<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, dan H<sub>2</sub>O sewaktu-waktu naik ke permukaan sebagai gelembung-gelembung gas dan membawa komponen-komponen sodium (Na) dan potassium (K).
- f) Asimilasi magma, proses ini dapat terjadi pada saat terdapat material asing dalam tubuh magma seperti adanya batuan disekitar magma yang kemudian bercampur, meleleh dan bereaksi dengan magma induk dan kemudian akan mengubah komposisi magma.

### 2.2.3.3 Komposisi Magma

Secara umum batuan beku disusun oleh enam kelompok mineral seperti

olivin, piroksen, amfibol, mika, feldspar dan kuarsa. Kita ketahui bahwa batuan beku merupakan hasil pembekuan langsung magma baik didalam bumi maupun diatas permukaan bumi, jadi komposisi magma dapat diketahui dari studi batuan beku. Contoh magma dipermukaan bumi adalah lava. Unsur-unsur yang terkandung didalam mineral-mineral penyusun batuan beku adalah Si (silikon), Al (Aluminium), Ca (Kalsium), Na (Sodium), K (Potasium), Fe (Besi), Mg (Magnesium), H (Hidrogen), O (Oksigen), unsur-unsur ini sering dijumpai dalam ion oksida sebagai  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , dan unsur-unsur yang ada dalam periode 3. Oleh sebab itu unsur-unsur ini merupakan unsur-unsur terpenting didalam magma sehingga unsur ini sering dipakai para ahli sebagai komponen pembanding untuk klasifikasi batuan.

Secara mendasar komposisi kimia dan mineralogi daerah sumber memperlihatkan proses-proses penting yang mengedalikan komposisi batuan beku. Komposisi unsur-unsur utama dan jejak ditentukan oleh proses peleburan dan derajat *partial melting*, walaupun komposisi peleburan dapat berubah dalam jumlah besar selama menuju permukaan bumi (Rollinson, 1993).

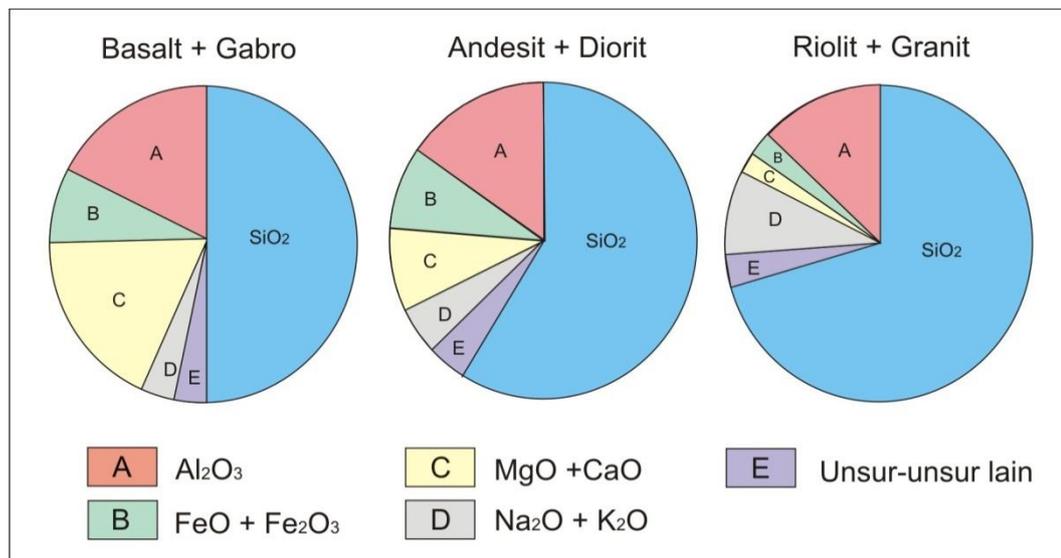
Flint (1977) menjelaskan bahwa komposisi magma hasil analisis kimia memnjukkan kisaran 45% berat dan sampai 75% berat  $\text{SiO}_2$ . Hanya sedikit lava yang komposisi  $\text{SiO}_2$  mencapai serendah 30% berat dan setinggi 80% berat, tetapi variasu ini terbentuk apabila magma terasimilasi oleh fragmen batuan sedimen dan batuan malihan atau ketika diferensiasi magma sehingga menyebabkan komposisi magma berubah.

Berdasarkan analisis kimia tersebut diperoleh tiga jenis magma (Gambar

2.8) yaitu:

- Magma mengandung sekitar 50%  $\text{SiO}_2$  membentuk batuan beku basal, diabas dan gabro.
- Magma mengandung sekitar 60%  $\text{SiO}_2$  membentuk batuan beku andesit dan diorit.
- Magma mengandung sekitar 70%  $\text{SiO}_2$  membentuk batuan beku riolit dan granit.

Selain komposisi senyawa  $\text{SiO}_2$ , pada gambar juga memperlihatkan bahwa batuan beku basal/gabro didominasi oleh mineral yang berkomposisi  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{MgO}$ , dan  $\text{CaO}$ , sedangkan batuan riolit/granit didominasi oleh mineral yang mempunyai komposisi  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ , dan  $\text{K}_2\text{O}$ .



**Gambar 2.5** Kisaran komposisi (persen berat) jenis batuan beku dan dibedakan menjadi tiga kelompok utama jenis magma yang ada di bumi (Flint, 1977).

#### 2.2.3.4 Geokimia Magma

Batuan beku tersusun oleh senyawa-senyawa kimia yang membentuk mineral dan mineral-mineral menyusun batuan. Hal tersebut, untuk

mengelompokkan batuan beku dapat dilihat dari senyawa-senyawa mineral yang menyusun batuan beku. Salah satu senyawa adalah dengan menggunakan senyawa oksidanya, seperti  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{NaO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  dan  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Dari persentase senyawa-senyawa tersebut, maka dapat mencerminkan jenis batuan, lingkungan pembentukannya dan lainnya. Sifat dan jenis batuan beku dapat ditentukan dengan didasarkan pada kandungan  $\text{SiO}_2$  Williams (1982).

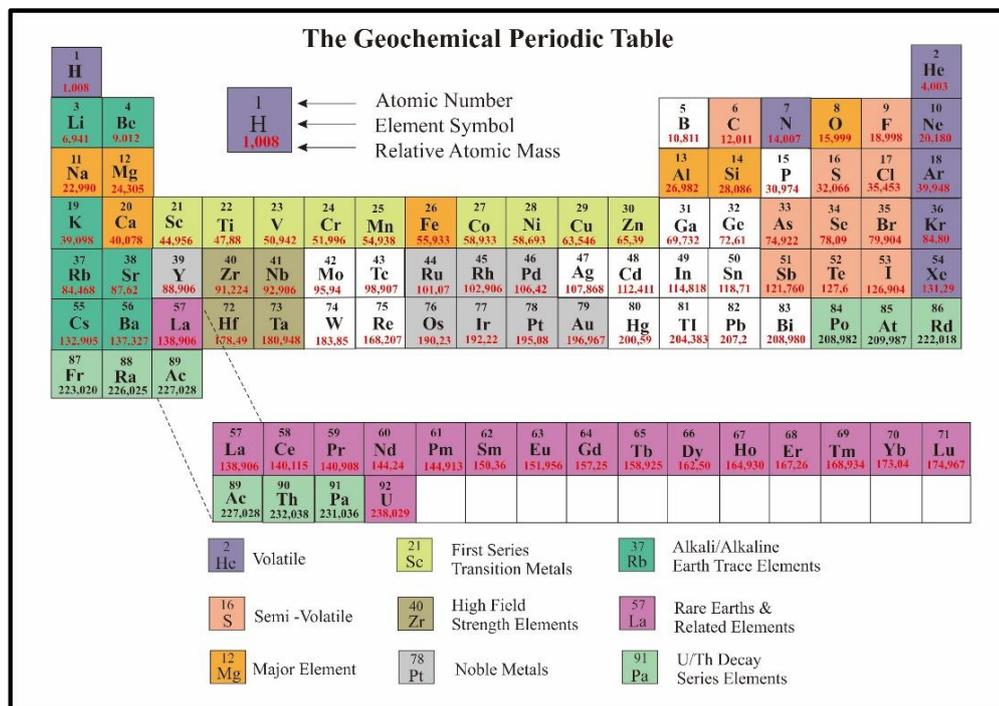
Senyawa kimia magma yang dianalisis melalui hasil konsolidasinya di permukaan dalam bentuk batuan gunungapi, dapat dikelompokkan menjadi :

1. Senyawa-senyawa *volatile*, terutama terdiri dari fraksi gas seperti  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ , dan sebagainya.
2. Senyawa-senyawa yang bersifat *non-volatile* dan merupakan unsur-unsur oksida dalam magma. Karena jumlahnya yang mencapai 99% maka unsur ini juga merupakan *major element*, terdiri dari oksida-oksida  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{TiO}_2$ , dan  $\text{P}_2\text{O}_5$ .
3. Unsur-unsur lain yang disebut unsur jejak (*trace element*), seperti *Rubidium* (Rb), *Barium* (Ba), *Stronsium* (Sr), *Nickel* (Ni), *Cobalt* (Co), *Vanadium* (V), *Croom* (Cr), *Lithium* (Li), *Sulphur* (S), dan *Plumbum* (Pb). Unsur-unsur jejak ini bukan sebagai unsur oksida dan tidak dapat digunakan sebagai dasar penggolongan magma. Unsur ini digunakan dalam penentuan genesa magma, misalnya komposisi Sr dan Pb, dalam basal samudera mencirikan asalnya dari selubung bumi. Gejala pelelehan sepihak (*partial melting*) akan mengkonsentrasikan isotop  $\text{Sr}_{87}$  dan  $\text{Rb}_{87}$  sedangkan pelelehan selubung yang menghasilkan magma primer basaltik di samudera ditunjukkan oleh

perbandingan  $Sr_{87}/Sr_{86} > 0,704$  dan  $Pb_{206}/Pb_{204} < 18,6$ . Lava basaltik dari lantai samudera akan memiliki nilai perbandingan K/Rb tinggi (Charmichael, 1974 dalam Alzwar dkk., 1988), sedangkan basal benua tersusun atas Ni, Cr, dan Co yang lebih rendah dari yang dikandung *tholeiitic* samudera (Pingwood, 1975 dalam Alzwar dkk., 1988). Unsur jejak (*trace element*) yang umumnya digunakan adalah elemen LILE (*Large Ion Lithophile Elements*) dan HFSE (*High Field Strength Elements*). Unsur yang termasuk LILE yaitu, Cs, Rb, K, Ba, Sr, dan Pb. Sifat unsur ini memiliki ukuran atom yang lebih besar, umumnya berupa fluida *mobile* sehingga cenderung tidak akurat (*incompatible*), dan karena rentan akan pelapukan sehingga butuh ketelitian dalam penggunaan unsur sebagai indikator petrogenesa. Unsur yang termasuk HFSE yaitu, Sc, Y, Th, U, Pb, Zr, Hf, Ti, Nb, dan Ta. Sifat unsur ini umumnya berupa fluida *immobile* sehingga cenderung akurat (*compatible*), kecuali dalam beberapa fase tertentu, dan rentan pelapukan serta merupakan salah satu indikator yang baik dalam petrogenesa.

4. REE (*Rare Earth Element*) atau unsur bumi yang jarang. Unsur ini terbagi dalam 15 grup yaitu La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, dan Lu dengan nomor atom dari 57 (La) sampai 71 (Lu). Unsur yang mempunyai nomor atom yang kecil secara umum dikenal dengan sebutan *light REE* (REE ringan) sedangkan yang mempunyai nomor atom besar dikenal secara umum sebagai *heavy REE* (REE berat), begitupula yang mempunyai nomor atom sedang dikenal sebagai *middle REE* (REE sedang).

REE adalah salah satu yang digunakan dalam studi petrogenesa bagi batuan beku (Rollinson, 1993).



Gambar 2.6 Tabel Periodik geokimia yang menunjukkan kelompok unsur (sumber : W.M. White, Trace Element)

### 2.2.4 Petrogenesis Riolit

Riolit di bedakan berdasarkan asosiasi batuan toelitik, asosiasi batuan kalk-alkali, asosiasi batuan transisi (antara batuan bersifat alkali dan sub-alkali) dan asosiasi batuan bersifat alkali. Riolit merupakan batuan toelitik dan kalk-alkali yang dibentuk oleh kristalisasi fraksional batuan yang lebih mafik. Jumlah batuan silikat lebih besar dari yang diprediksi oleh model keseimbangan pencampuran massa. Hal ini disebabkan oleh kerak batuan yang menghasilkan magma campuran, dengan kristalisasi fraksional magma campuran menghasilkan volume yang lebih besar daripada magma riolitik. Jumlah batuan yang dihasilkan oleh magma tersebut akan bergantung pada banyak variabel, seperti jumlah energi yang tersedia untuk

membantu proses asimilasi dan komposisi modal dan kimia dari kerak batuan oleh magma.

**Tabel 2.2** Komposisi kimia andesit yang dijumpai di berbagai Negara

Unsur Utama	1	2	3	4	5	6	7
SiO <sub>2</sub>	72,82	71,56	72,33	74,75	73,04	73,6	74,92
TiO <sub>2</sub>	0,28	0,32	0,46	0,2	0,31	0,3	0,25
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,27	13,58	14,09	13,67	14,24	14,05	13,47
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,48	1,58	1,8	0,95	1,44	1,32	1,01
FeO	1,11	1,1	1,75	0,61	0,54	0,5	0,89
MnO	0,06	0,07	0,1	0,05	0,07	0,06	0,06
MgO	0,39	0,47	0,78	0,29	0,47	0,54	0,32
CaO	1,14	1,41	3,35	1,14	1,36	1,59	1,57
Na <sub>2</sub> O	3,55	3,8	4,07	3,63	3,76	3,7	4,18
K <sub>2</sub> O	4,3	4,19	1,12	4,67	4,7	4,26	3,27
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,07	0,12	0,18	0,05	0,08	0,08	0,05
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	1,1	1,96					
No.Of analyses	670	547	33	200	143	45	83
			p.p.m	p.p.m	p.p.m	p.p.m	p.p.m

\*Sumber : Magma and Magmatic Rocks (Erick A K Middlemost)

Keterangan :

1. Komposisi kimia riolit (Oleh Le Maitre 1976a: 607) (H<sub>2</sub>O<sup>-</sup> = 0,31 dan CO<sub>2</sub> = 0,08)
2. Komposisi kimia riolit kenozoik (Oleh Chayes 1975: 548) (H<sub>2</sub>O\* = H<sub>2</sub>O<sup>+</sup> dan H<sub>2</sub>O<sup>-</sup>)
3. Komposisi kimia riolit low-k. Kawasan Jepang-Kuril-Saipan (Oleh Ewart 1979: 44)
4. Komposisi kimia riolit, USA (bagian barat) (Oleh Ewart 1979: 44)
5. Komposisi kimia riolit, USA (bagian timur) (Oleh Ewart 1979: 44)
6. Komposisi kimia riolit, bagian barat Amerika selatan (Oleh Ewart 1979:44)
7. Komposisi kimia riolit, zona vulkanik Taupo, New Zealand (Oleh Ewart 1979:44)