

DAFTAR ISI

Lembar Pernyataan

Halaman Pengesahan

Kata Pengantar

Daftar Isi

Daftar Gambar

Daftar Tabel

BAB I. Pendahuluan

1.1.	Latar Belakang	1
1.2.	Perumusan Masalah.....	5
1.3.	Tujuan.....	6
1.4.	Lingkup Penelitian	6
1.4.1.	Lingkup Daerah	6
1.4.2.	Lingkup Kegiatan.....	8
1.5.	Manfaat Penelitian.....	8
1.6.	Batasan Penelitian	8

BAB II. KAJIAN PUSTAKA

2.1.	Tektonik Regional Mandala Geologi Sulawesi Barat	10
2.2.	Vulkanisme Regional Mandala Geologi Sulawesi Barat	20
2.3.	Geologi Regional Daerah Mamuju dan Sekitarnya.....	30
2.3.1.	Geomorfologi Regional.....	30
2.3.2.	Geologi Regional.....	31
2.4.	Keterdapatan Mineral Radioaktif pada Batuan Vulkanik	36
2.4.1.	Tipe Cebakan Mineral Radioaktif	38
2.4.2.	Hubungan Mineralogi dan Geokimia Batuan Vulkanik dengan Tatanan Tektonik	41
2.4.3.	Analisis Mineralogi dan Geokimia untuk Menentukan Genesis Mineralisasi Mineral Radioaktif	48
2.5.	Hipotesis.....	50

BAB III. METODOLOGI

3.1.	Pengumpulan dan Kajian Data Sekunder	51
3.2.	Kegiatan Lapangan	52
3.2.1.	Pemetaan Geologi Daerah Penelitian	52
3.2.2.	Pemetaan Radioaktivitas Batuan	54
3.2.3.	Pengamatan Mineralisasi Unsur Radioaktif	58
3.2.4.	Pengambilan Contoh	59
3.3.	Analisis Laboratorium	60
3.3.1.	Analisis Petrografi	60
3.3.2.	Analisis Mineral Bijih	61
3.3.3.	Analisis XRF	62
3.3.4.	Analisis ICP-OES	63
3.3.5.	Analisis Scanning Electron Microscope-Energy Disperse Spectroscopy (SEM-EDS).....	63
3.4.	Analisis Terpadu	65
3.5.	Jadwal Penelitian.....	66

BAB IV. GEOLOGI DAERAH PENELITIAN

4.1.	Geomorfologi	67
4.2.	Geologi	73
4.2.1.	Litologi Daerah Penelitian.....	73
4.2.2.	Struktur Geologi	92
4.2.3.	Geokimia Batuan	96

BAB V. RADIOMETRI DAN KETERDAPATAN MINERAL RADIOAKTIF

5.1.	Radiometri Regional	104
5.2.	Sebaran Daerah Anomali.....	111
5.3.	Keterdapatan Mineral Radioaktif	117
5.3.1.	Pengamatan Mineralisasi Mineral Radioaktif di Lapangan	118
5.3.2.	Hasil Analisis Laboratorium	119

BAB VI. PEMBAHASAN

6.1. Petrogenesis Batuan Vulkanik Adang.....	129
6.2. Genesis Mineral Radioaktif.....	138
6.2.1. Litologi	139
6.2.2. Proses Hidrotermal.....	140
6.2.3. Struktur Geologi	143
6.3. Kaitan Antara Petrogenesis Batuan Vulkanik Adang dengan Mineralisasi Mineral Radioaktif	143

BAB VII. KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan	148
7.1. Saran.....	149

Daftar Pustaka	150
Lampiran 1. Hasil Analisis Petrografi.....	155
Lampiran 2. Hasil Analisis Mineral Bijih.....	174
Lampiran 3. Hasil Analisis XRF.....	185

Daftar Tabel

Tabel 1.1. Estimasi kadar rata-rata kandungan U dan Th pada beberapa bagian kerak bumi yang berbeda	4
Tabel 2.1. Tipe endapan uranium dan tipe endapan thorium di Dunia	39
Table 2.2. Keterdapatan radioelement pada batuan	40
Tabel 2.3. Kadar rata-rata thorium and uranium dalam batuan alkali.....	41
Tabel 2.4. Karakteristik seri magma yang berasosiasi dengan tatanan tektonik.....	42
Tabel 2.5. Faktor prinsip mengenai hubungan tektonik dan asosiasi batuan yang terbentuk.....	44
Tabel 3.1. Jendela spektrum energi sinar gamma yang direkomendasikan untuk pemetaan unsur radio alam	58
Tabel 3.2. Jadwal penelitian.....	66
Tabel 4.1. Pengelompokkan mineral hasil analisis petrografi.....	77

Tabel 4.2. Tabel perbandingan hasil pengukuran XRF dengan data sertifikat SRM untuk oksida unsur utama	97
Tabel 4.3. Tabel perbandingan hasil pengukuran XRF dengan data sertifikat SRM untuk unsur jejak dan logam tanah jarang.	99
Tabel 4.4. Tampilan penyajian hasil analisis XRF hasil analisis sampe dari mamuju tanpa normalisasi dan LOI	101
Tabel 5.1. Contoh hasil pengukuran dengan menggunakan RS 125 gamma ray spectrometer dengan metode menerus dan statis.	106
Tabel 5.2. Statistik hasil pengukuran radioaktivitas batuan/tanah di daerah Mamuju dan sekitarnya..	106
Tabel 5.3. Tabel jenis mineral hasil analisis mineragrafi dengan sayatan poles.....	121
Tabel 5.4. Hasil analisis kadar U dan Th dengan UV Vis Spectrometer	122
Tabel 5.5. Hasil analisis kimia point pada sampel MJU 21 dengan menggunakan SEM-EDS	127
Tabel 5. 6. Hasil analisis unsur tanah jarang dengan ICP OES	129
Tabel 6.1. Hasil analisis XRF yang digunakan untuk analisis tatanan Tektonik daerah Mamuju tanpa normalisasi.	130
Tabel 6.2. Tabel hasil analisis XRF sampel MJU 24, MJU 37 dan MJU 114 dan sampel chondrite serta data	135

Daftar Gambar

Gambar 1.1. Peta laju dosis radiasi gamma lingkungan Indonesia	2
Gambar 1.2. Cakupan wilayah administrasi daerah penelitian, Kabupaten Mamuju, Sulawesi Barat. a) Provinsi Sulawesi Barat pada Pulau Sulawesi dan b) Daerah penelitian	7
Gambar 1.3. Lokasi Penelitian dengan Citra SRTM Daerah Mamuju, Sulawesi Barat.	7
Gambar 2.1. Tatanan tektonik regional pulau Sulawesi and Borneo dan sebaran daerah kratonik pre-Mesozoikum serta terbentuknya cekungan di Sulawesi.....	11
Gambar 2.2. Lima tahapan evolusi tektonik Sulawesi Selatan	13
Gambar 2.3. Pembagian Mandala Geologi Sulawesi	15
Gambar 2.4. Tahapan tektonik di Sulawesi dan Kalimantan	18
Gambar 2.5. Penampang seismik di Selat Makasar bagian Utara.....	19
Gambar 2.6. Tatanan tektonik Sulawesi Barat yang menunjukkan sebaran magmatik Neogen dan sebaran mineralisasi porfiri serta mineral asosiasinya	22

Gambar 2.7. Sebaran lajur Plutono-vulkanik Mandala Geologi Selatan Sulawesi	24
Gambar 2.8. Citra Gayaberat Pulau Sulawesi dan Sekitarnya	29
Gambar 2.9. (kiri) menunjukkan sebaran ganit seri ilmenit dan seri magnetit, (kanan) menunjukkan jalur metalogenik	29
Gambar 2.10. Peta geomorfologi regional daerah penelitian	30
Gambar 2.11. Peta geologi regional daerah penelitian	32
Gambar 2.12. Korelasi stratigrafi regional daerah penelitian	33
Gambar 2.13. Struktur Geologi Utama Pulau Sulawesi	34
Gambar 2.14. Pembagian struktur geologi regional Pulau Sulawesi	35
Gambar 2.15. (kiri) Hubungan antara K_2O dan U dari contoh dyke di Pulau Simpson, dengan koefisien korelasi +0.985. (kanan) hubungan antara U dan Th pada contoh olivin basal alkali	37
Gambar 2.16. Klasifikasi batuan vulkanik	43
Gambar 2.17. Klasifikasi berdasarkan TAS (<i>Total Alkali Silica</i>)	43
Gambar 2.18. Penentuan afinitas batuan vulkanik dari berbagai lokasi	45
Gambar 2.19. (kiri) Diagram Ti/100-Zr-Y.3 untuk penentuan tektonomagmatisme dengan batuan basaltik, (kanan) Diagram $TiO_2-MnO \times 10 - P_2O_5 \times 10$ untuk penentuan tektonomagmatisme dengan batuan basaltik	46
Gambar 2.20. (kiri) Diagram $2Nb-Zr/4-Y$ untuk penentuan tektonomagmatisme dengan batuan basaltik kerak samudera, (kanan) Th/Tb vs. Ta/Yb menunjukkan perbedaan antara basalt yang berhubungan dengan subduksi, MORB, OIB dan berbagai tingkatan diferensiasi	47
Gambar 2.21. Normalisasi logam tanah jarang untuk basal pada kondisi flood plateau basalt yang dibandingkan dengan beberapa kondisi basalt di Dunia	47
Gambar 2.22. Spider diagram normalisasi variasi unsur jejak mantel untuk batuan ultrapotasik. Data dinormalisasi terhadap kandungan chondrite kecuali Rb, K dan P untuk nilai mantel terrestrial belum berubah, (a-c) Group I-lamproites; (d) Group II; (e) Group III; (f) kimberlites. Sumber	48
Gambar 2.23. Pengaruh proses magmatisme terhadap terbentuknya cebakan uranium	49
Gambar 2.24. Mineralisasi U pada batuan vulkanik	49
Gambar 3.1. Klasifikasi batuan vulkanik QAPF di lapangan	53
Gambar 3.2. Garis spektrum emisi sinar gamma dari a) potassium; b) uranium; c) thorium	57
Gambar 3.3. Tipikal spektrum sinar gamma yang menunjukkan posisi dari jendela energi konvensional	58

Gambar 3.4.	Tahapan dan diagram alir penelitian	65
Gambar 4.1.	Sebaran GCP pada citra Landsat-8.....	68
Gambar 4.2.	SRTM-DEM (kanan) yang mewakili luasan area citra yang akan dikoreksi/diverifikasi.....	68
Gambar 4.3.	Citra komposit RGB saluran 432 memberikan gambaran warna natural, seperti yang terlihat pada mata manusia.....	69
Gambar 4.4.	Kenampakan triangle facet pada satuan geomorfologi cuesta.....	70
Gambar 4.5.	Kenampakan geomorfologi yang terbentuk karena proses vulkanisme. (a). Kenampakan vulkanic neck di Desa Pengasaan, (b). Morfologi Gunung Adang di Desa Mamunyu	71
Gambar 4.6.	Kenampakan geomorfologi dataran yang terisi endapan alluvial. (a). Daerah Utara Kec. Simboro, (b). Daerah Tasiu, Kalukku.....	71
Gambar 4.7.	Peta Geomorfologi daerah Mamuju, Sulawesi Barat.	72
Gambar 4.8.	Penampang morfologi 3 dimensi daerah penelitian menunjukkan geomorfologi perbukitan bergelombang di sebelah barat dan geomorfologi pegunungan di sebelah timur.	72
Gambar 4.9.	Pola pengaliran daerah penelitian yang terdiri dari pola dendritik (1), paralel (2), dan radial (3).	73
Gambar 4.10.	Citra komposit RGB saluran 567 memberikan gambaran warna semu, digunakan untuk kepentingan geologi.	74
Gambar 4.11.	Lokasi daerah kerja dan interpretasi geologi tentatif dari data DEM-SRTM dan Citra Landsat.....	75
Gambar 4.12.	Kenampakan batuan intrusi dengan fragmen mega kristal plagioklas (0,3-3 cm), (a). Alkali syenite dengan ukuran Kristal besar, (b). Dike yang menerobos batuan alkali syenit.....	76
Gambar 4.13.	Kenampakan batuan sedimen tua di Sungai Ampalas yang tersusun oleh perlapisan batulanau dan batupasir halus dengan ketebalan lapisan 3 -15 cm.....	78
Gambar 4.14.	Kenampakan batuan gunungapi produk kompleks gunungapi Tapalang, (a) Lava Basalt di Desa Ahu, (b) Lava Bantal di sungai kecil di Desa Oro Batu, (c) Lava bantal terpotong di Desa Orobatu, (d) Lava teralterasi di Desa Taan, (e). Lava andesit di Desa Pengasaan, (f). Batuan fragmental di Desa Botteng, (g). Soil dengan ketebalan > 25 m merupakan lapukan lava dan batuan piroklastik di Desa Takandeang.....	80
Gambar 4.15.	Kenampakan lapangan batuan gunungpi produk kelompok vulkanik kompleks Ampalas, (a). Kontak antara lava leusit dan lava dasitik, (b). Lava dasitik terjebak dalam batuan leusitik, (c). Lava dasitik fragmental, (d). Dyke yang mengalami alterasi kuat, (e,f). Lava	

- dasitik yang m,engalami alterasi kuat dan telah terosidasi dan merupakan batuan yang memiliki radiometri tinggi..... 82
- Gambar 4.16. Kenampakan lapangan lava andesitik kelompok vulkanik Kompleks Malunda, (a). Lava andesitik di Desa Rantedoda, (b). lava andesitic di Desa Panapukang. 82
- Gambar 4.17. Kenampakan lapangan batuan gunungapi produk kelompok vulkanik kompleks Adang, (a). Kenampakan tebing yang merupakan morfologi lava pada vulkanic neck di hulu sungai Mamuju, (b). Batuan piroklastik di hilir sungai Mamuju (bukit Kelapa Tujuh), (c). Lava basalt dengan kekar pendinginan, (d). Lava andesitic di Daerah hulu Sungai Mamuju, (e). Manifestasi air panas di hulu Sungai Mamuju, (f). Dyke andesitic yang saling berpotongan dengan ketebalan 30-50 cm, (g). Lava andesitik dengan ketebalan hingga 150 cm. 84
- Gambar 4.18. Kenampakan lava andesitic-basaltik di Desa Karampuang, (a). Batuan vulkanik leusitik di tengah Pulau Karampuang, (b). Lava andesitic di Pantai Barat Pulau Karampuang (sumur jodoh), (c). Kenampakan lava andesitic di bagian utara Pulau Karampuang, (d). Breksi fragmental penciri pusat vulkanik di Dusun Karampuang I. 85
- Gambar 4.19. Kenampakan batuan gunungapi produk kelompok vulkanik Kompleks Sumare, (a) Kenampakan breksi fragmental dan fragmen lava pada pusat Gunungapi Sumare, (b). Batuan piroklastik di Desa Sumare, (c) Lava andesitic di Desa Sumare, (d) Breksi piroklastik di bagian utara Desa Sumare. 86
- Gambar 4.20. Kenampakan lapangan batuan gunungapi kelompok vulkanik Kompleks Labuan Rano, (a) Tubuh kubah lava andesitic di Desa Labuan Rano, (b). Lava andesite porfir di Dsn. Golangguang, Desa Labuan Rano, (c) Batuan fragmental di pusat gunungapi di Desa Lebani, (d) Manifestasi air panas di Desa Labuan Rano..... 87
- Gambar 4.21. Kenampakan batugamping kristalin, (a). Batugamping kristalin di Sungai Rantedoda, (b). Batugamping berlapis di Daerah Takandeang..... 88
- Gambar 4.22. Konglomerat vulkanik di Desa Ampalas., (a). Tekstur preferred orientation of grain pada konglomerat, (b). Kenampakan konglomerat yang tebal. 89
- Gambar 4.23. (a). Batupasir tufan berlapis dengan kemiringan yang curam menunjukkan bahwa batuan tersebut telah mengalami tektonik yang sangat kuat., (b). Kenampakan batuan yang mengalami sesar normal..... 90
- Gambar 4.24. (a). Kenampakan batugamping terumbu di daerah Simboro, (b). Kenampakan batugamping terumbu yang cukup tebal di Pulau Karampuang. 90

Gambar 4.25. Kenampakan perlapisan pasir-konglomerat, (a). Daerah Botteng, Kec. Simboro, (b). Bukit di Desa Kelapa Tujuh, Kec. Mamuju	91
Gambar 4.26. Hasil pengamatan lapangan endapan alluvial, (a). Pasir-bongkah di tepi sungai Ampalas, (b). Endapan alluvial di Sungai Rantedoda, (c) endapan di Desa Orobatu.....	92
Gambar 4.27. (a) Sebaran kelurusan lembah (garis hitam) dan punggung bukit (garis merah) yang diinterpretasi menggunakan saluran 567 (RGB); (b) Arah umum kelurusan lembah dan punggung bukit berdasarkan diagram kipas menunjukkan arah tenggara-baratlaut.....	93
Gambar 4.28. Peta Geologi Daerah Penelitian.....	94
Gambar 4.29. Peta lokasi pengambilan contoh dan Peta Geologi Daerah Penelitian	95
Gambar 4.30. Interpretasi penampang geologi daerah penelitian	96
Gambar 4.31. Perbandingan hasil pengukuran XRF dengan data pada sertifikat SRM untuk oksida unsur utama.	98
Gambar 4.32. Perbandingan hasil pengukuran XRF dengan data pada sertifikat SRM untuk trace element dan logam tanah jarang.....	99
Gambar 4.33. Variasi batuan penyusun gunungapi daerah Mamuju berdasarkan diagram TAS (Total Alkali Silica)	100
Gambar 4.34. Diagram SiO ₂ vs K ₂ O afinitas batuan vulkanik dari berbagai lokasi	102
Gambar 5.1. (kiri) Alat pengukuran radioaktivitas batuan/ gamma surveyor SPP2NF, (kanan/bawah) alat RS 125	104
Gambar 5.2. Lokasi pengukuran radiometri batuan/tanah di daerah penelitian. Pengukuran di beberapa tempat seperti Desa Botteng, Desa Pangasaan, Desa Takandeang, Desa Ahu, dan Desa Taan telah dilakukan pengukuran secara sistematis (grid).....	105
Gambar 5.3. Peta iso laju dosis memperlihatkan beberapa lokasi dengan anomali laju dosis, seperti di Hulu Sungai Mamuju (1), Desa Botteng (2), Desa Pangasaan (3), Desa Takandeang (4), Desa Ahu (5), dan Desa Taan (6).	107
Gambar 5.4. Peta iso kadar K daerah penelitian menunjukkan adanya anomali kadar kalium di hulu Sungai Mamuju, Sungai Ampalas, Desa Bebanga, Kota Mamuju, Desa Pangasaan, Desa Takandeang, dan Desa Taan	108
Gambar 5.5. Sebaran nilai kadar ekuivalen uranium di daerah Mamuju dan sekitarnya. Anomali kadar uranium terlihat di Hulu Sungai Mamuju (1), Desa Botteng (2), Desa Ahu (3), dan Desa Takandeang (4).....	109
Gambar 5.6. Sebaran nilai kadar ekuivalen thorium dengan anomali di daerah Pangasaan (1), Takandeang (2), Ahu (3), dan Taan (4).	110
Gambar 5.7. Anomali di Hulu Sungai Mamuju	111

Gambar 5.8. Anomali Thorium di Desa Takandeang dan Desa Taan.....	112
Gambar 5.9. Anomali Thorium di Desa Pengasaan	113
Gambar 5.10. Anomali supergene di Dusun Katapi, Desa Babanga.....	114
Gambar 5.11. Anomali di Desa Ahu	114
Gambar 5.12. Anomali di Dusun Tande-Tande dan Desa Botteng.....	115
Gambar 5.13. Lokasi anomali di Hulu Sungai Ampalas, Desa Babanga	116
Gambar 5.14. Peta rasio radioelement hasil pengukuran dengan RS 125, (a). Rasio Th/K dan (b). Peta Rasio U/K.	117
Gambar 5.15. (a). Kenampakan Autonite pada sampel batuan, (b) pengamatan menggunakan lup perbesaran 120x, (c). Keterdapatan mineral Gummite di Lapangan , (d) Gummite dengan perbesaran 120x.....	119
Gambar 5.15. (a, b) Kenampakan jejak alfa (α) yang menembus film CN 85, (c,d). Keterdapatan radioaktif dan asosiasinya.	120
Gambar 5.17. Hasil mineral mapping analisis SEM-EDS pada sampel Botteng 1, Simboro	124
Gambar 5.18. Hasil analisis point SEM-EDS pada sampel Botteng 1, Simboro.....	125
Gambar 5.19. Hasil mineral mapping SEM-EDS pada sampel MJU01 dari Salunangka, Simboro.....	126
Gambar 5.10. Hasil analisis point SEM-EDS pada sampel MJU01 dari Salunangka, Simboro.....	126
Gambar 5.20. Hasil scanning dan spectrum analisis point SEM-EDS pada sampel MJU21 dari Hulu Sungai Mamuju, Mamuju.....	127
Gambar 6.1. Hasil plotting batuan basalt Shosonitik yang berasal dari kompleks gunungapi Tapalang, Ampalas, Malunda dan Adang, (a). Hasil plot pada diagram $K_2O-P_2O_5-TiO_2$ menunjukkan sampel vulkanik berasal dari kerak benua; (b) Diagram Zr/Y vs. Ti/Y menunjukkan sebagian besar batuan basaltik merupakan Plate Margin Basalt (c). Diagram $Zr/117-Th-Nb/16$ menunjukkan bahwa seluruh batuan basaltik merupakan arc-basalt	132
Gambar 6.2. Diagram Ta/Yb vs. Th/Yb untuk menentukan tatanan tektonik batuan ultrapotasik	133
Gambar 6.3. Diagram Zr vs. Nb untuk menentukan jarak dan waktu pembentukan batuan vulkanik dari zona subduksi	134
Gambar 6.4. Pola unsur jejak dari sampel chondrite NMORB, EMORB, Leusitite dan sampel MJU 24, 37 dan 114 dari batuan vulkaik Adang, Mamuju.....	136
Gambar 6.5. Ilustrasi skematik lingkungan tektonomagmatisme intra-kontinetal yang menghasilkan magma potasik	137

Gambar 6.6.	Ilustrasi skematik lingkungan tektonomagmatisme daerah Mamuju dan sekitarnya yang terbentuk pada Miosen Tengah – Miosen Akhir (modifikasi dari Guntoro, 1999).....	138
Gambar 6.7.	Hasil analisis point pada mineral thorianite yang menunjukkan kadar thorium yang jauh lebih tinggi dibandingkan uranium.....	142
Gambar 6.8.	Hasil analisis point pada celah mineral yang menunjukkan kadar uranium hingga 50% dari kadar thorium.....	142
Gambar 6.9.	Sebaran daerah anomali laju dosis radiasi (radioaktivitas) cenderung terdapat pada daerah pusat-pusat vulkanik dan zona struktur.....	145
Gambar 6.10.	Sebaran daerah yang memiliki rasio Th/K tinggi, mengikuti sebaran batuan gunungapi kompleks Tapalang, Malunda dan Ampalas.....	146