UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Evolusi Magma Dan Pengayaan Mineral Radioaktif Pada Batuan Gunung Api Adang Di Mamuju Sulawesi Barat
I GDE SUKADANA, Dr. Ir. I Wayan Warada; Dr. Ir. Agung Harijoko.
Universitas Gadjah Mada, 2023 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

SARI

Batuan gunung api dan batuan intrusi merupakan produk magmatisme yang umumnya berfungsi sebagai batuan sumber dan batuan induk mineralisasi mineral ekonomis, termasuk mineral radioaktif. Proses serta mekanisme mobilisasi unsur radioaktif dan unsur asosiasinya terkait langsung dengan proses magmatisme itu sendiri serta proses pasca magmatisme atau magmatisme berikutnya yang menghasilkan fluida yang mempengaruhi batuan yang telah terbentuk. Pembentukan mineral radioaktif yang bekaitan dengan proses magmatisme banyak dijumpai, seperti cebakan uranium pada tambang Ro¨ssing (Namibia), Ilı´maussaq (Greenland), Bokan Mountain (Amerika Serikat), dan Palabora (Afrika Selatan). Daerah Mamuju merupakan daerah yang sebagian besar wilayahnya tersusun oleh batuan gunung api dan batuan intrusif dengan laju dosis radiasi tertinggi di Indonesia. Tingginya laju dosis radiasi tersebut disebabkan oleh radiasi alam yang berasal dari batuan penyusunnya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui evolusi magmatisme dan kaitannya dengan pengayaan mineral radioaktif pada batuan gunung api Adang, Mamuju, Sulawesi Barat. Pada penelitian ini dilakukan kegiatan lapangan berupa pemetaan geologi, pendataan radiometri, pengambilan sampel permukaan pemboran, pemilahan sampel batuan segar, batuan teralterasi dan batuan termineralisasi mineral radioaktif. Selanjutnya dilaksanakan analisis laboratorium dengan berbagai metode, yaitu analisis umur batuan dengan metode potasium-argon (K-Ar), analisis mineralogi dengan menggunakan metode petrografi dan pemetaan unsur dengan mikro *X-Ray Fluorecence* (µXRF) dilengkapi dengan *Advanced Minerals Identification and Charracterization System* (AMICS), *X-Ray Diffraction* (XRD) dan *Scanning Electron Microscope Energy Dispersive X – Ray Spectroscopy* (SEM-EDS), serta analisis geokimia dengan menggunakan XRF dan *Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry* (ICP-MS). Selanjutnya dilakukan pemaduan antara data lapangan dan data laboratorium dalam analisis data dan pelaporan.

Secara geomorfologi daerah Mamuju tersusun atas perbukitan sisa gunung api, perbukitan sisa struktural dan dataran aluvial. Secara stratigrafi batuan di daerah Mamuju tersusun atas batuan sedimen tua, batuan gunung api dan batuan sedimen muda. Batuan gunung api di bedakan menjadi dua khuluk gunung api yaitu, Khuluk Gunung Api Talaya dan Khuluk Gunung Api Adang. Khuluk Gunung Api Adang dibedakan menjadi beberapa gumuk gunung api yaitu Gumuk Gunung Api Ampalas, Mamuju, Takandeang, Sumare dan Tapalang. Hasil pentarikhan umur menggunakan K-Ar dari batuan Khuluk Gunung Api Talaya (8,7±0,3 Ma) dan Khuluk Gunung Api Adang berkisar antara 4,11 ± 0,1 – 2,75 ± 0,3 Ma. Secara petrografi dan geokimia batuan penyusun Khuluk Gunung Api Talaya merupakan batuan peraluminus kuat, ultra potasik dan jenuh silika berupa andesit hingga riolit. Batuan Khuluk Gunung Api Adang tersusun oleh batuan peralkaline, peraluminus dan metaluminus yang tidak jenuh silika *(silica-undersaturated)*, antara lain fonolit, fonoteprit, trakit, traki-basal, trakiandesit dan trakidasit.

Berdasarkan analisis geokimia unsur jejak dan unsur tanah jarang diketahui bahwa Khuluk Gunung Api Adang dihasilkan dari magma hasil pelelehan parsial yang terbentuk akibat proses subduksi yang berasal dari arah timur dengan umur subduksi yang cukup tua, dalam dan jauh dari zona penunjaman, mengalami proses metasomatisme pada mantel, mengalami proses pembekuan kristal sebagai magma di bawah kerak benua dan mengalami diferensiasi yang dipengaruhi oleh kerak benua. Variasi batuan yang memiliki tingkat saturasi alumina dan saturasi alkalinitas yang tinggi umumnya mengalami pengayaan pada mineral incompatible. Hal ini merupakan faktor yang menyebabkan tingginya kandungan mineral radioaktif dan mineral asosiasinya. Kadar uranium dan

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Evolusi Magma Dan Pengayaan Mineral Radioaktif Pada Batuan Gunung Api Adang Di Mamuju Sulawesi Barat
I GDE SUKADANA, Dr. Ir. I Wayan Warada; Dr. Ir. Agung Harijoko.
Universitas Gadjah Mada, 2023 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

torium serta unsur asosiasinya seperti unsur jejak (Zr, Hf, Ba, Sr, Ta) serta unsur tanah jarang ringan mengalami pengayaan ribuan kali. Hal ini juga diperkuat dengan adanya anomali laju dosis radiasi dan radionuklida hasil pengukuran dengan gamma surveymeter (RS125) yang menghasilkan anomali laju dosis radiasi 982,8 – 26.769 nSv/h, anomali kadar potasium (K) 2,8 – 33,3 %, anomali kadar ekuivalen uranium (eU) 34,3 – 984,2 ppm, dan anomali kadar ekuivalen torium (eTh) 222,6 – 6.066 ppm.

Proses magmatisme yang terjadi dalam beberapa periode dengan umur yang berbeda dan pengaruh eksogenik yang intensif menyebabkan terjadinya mineralisasi mineral radioaktif terbentuk dalam tiga tipe, yaitu tipe urat, tipe laterit dan tipe sedimenter. Pada mineralisasi tipe urat kandungan Th mencapai 7,4% dan U mencapai 0,7% dengman mineral berupa britolit, monasit, torutit, torit, serit, aescinit, sevkinite-Ce, dan apatit yang berasosiasi dengan mineral sulfida dan oksida besi. Pada mineralisasi tipe laterit mineralisasi berupa zona alterasi smektit-ilit, zona kaolinit±smektit-ilit, dan zona diaspor±kaolinit±ilit-smektit±siderit dengan kandungan Th mencapai 1.404 ppm. Mineralisasi tipe sedimenter lebih banyak mengandung U hingga 1,04% dengan kandungan mineral berupa augit-aegirin, pitblenda, autunit dan branerit serta sulfida berupa pirit dan spalerit yang kaya U. Ketiga tipe mineralisasi tersebut terbentuk melalui proses magmatisme, alterasi hidrotermal dan pelapukan serta proses penyerapan oleh mineral oksida dan sulfida.

Terdapat beberapa daerah prospek yang mengandung U dan Th di Mamuju yang layak ditindaklanjuti ke tahap eksplorasi dan eksploitasi antara lain daerah Takandeang (Kecamatan Tapalang), Daerah Ahu (Kecamatan Tapalang Barat), Daerah Bebanga (Kecamatan Kalukku) dan Daerah Hulu Mamuju (Kecamatan Mamuju). Kegiatan eksplorasi detil perlu terus dikembangkan untuk mendapatkan sumberdaya dan kelayakan tambang mineral yang mengandung uranium dan torium serta mineral ekonomis lainnya seperti zirkon dan unsur tanah jarang**.**

Kata kunci: Mineral radioaktif, uranium, torium, unsur tanah jarang, mineralisasi, Mamuju.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Evolusi Magma Dan Pengayaan Mineral Radioaktif Pada Batuan Gunung Api Adang Di Mamuju Sulawesi Barat
I GDE SUKADANA, Dr. Ir. I Wayan Warada; Dr. Ir. Agung Harijoko.
Universitas Gadjah Mada, 2023 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

Volcanic and intrusive rocks are products of magmatism which is generally a source and host rocks of valuable mineralization, including radioactive minerals. The process and mechanism for the mobilization of radioactive elements and their associated elements are usually related to the magmatism process itself and the subsequent post-magmatism or magmatism processes that produce fluids that affect the rocks that have been formed. The formation of radioactive minerals deposits associated with magmatism processes was found in several locations, such as uranium deposits at the Ro¨ssing mines (Namibia), Ilı´maussaq (Greenland), Bokan Mountain (United States), and Palabora (South Africa). The lithology of the Mamuju area is composed of volcanic and intrusive rock with the highest radiation dose rate in Indonesia. The high radiation dose rate is caused by natural radiation originating from the rocks.

This research aims to determine the evolution of magmatism and its relation with the radioactive minerals enrichment in the rocks of the Adang volcano, Mamuju, West Sulawesi. This research conducted field activities such as geological mapping, radiometric measurement, surface and drilling sampling, and sample selection. The samples are classified into fresh rock, altered rock, and radioactive mineralized rock. Furthermore, laboratory analyses were carried out on mineralogy and geochemistry methods. The mineralogy analysis was carried out to various methods, such as micro X-Ray Fluorescence (μXRF) equipped with Advanced Minerals Identification and Characterization System (AMICS), X-Ray Diffraction (XRD), and Scanning Electron Microscope Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (SEM-EDS), as well as geochemical analysis using XRF and Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS). Furthermore, the integration of field and laboratory data in data analysis and reporting.

Geomorphologically, the Mamuju area is composed of volcanic remnant hills, structural remnant hills, and alluvial plains. Stratigraphically the rocks in the Mamuju area are composed of old sedimentary rocks, volcanic rocks, and young sedimentary rocks. Volcanic rocks are divided into the Talaya hummock volcano and the Adang hummock volcano. The hummock of the Adang volcano is divided into several volcanic domes, namely the Ampalas, Mamuju, Takandeang, Sumare, and Tapalang volcanoes. The age dating results using K-Ar from the hummock rock of the Talaya volcano (8.7 ± 0.3 Ma) and the hummock of the Adang volcano ranged from 4.11 ± 0.1 – 2.75 ± 0.3 Ma. Petrographically and geochemically, the rocks that make up the hummock of the Talaya volcano are strong peraluminous, ultra-potassic, and silica-saturated rocks in the form of andesite to rhyolite. The core rock of the Adang volcano is composed of peralkaline, peraluminous, and metaluminous rocks that are not saturated with silica, including fonolit, phonoteprite, trachyte, trashy-basalt, trachyandesite, and tracydasite, as well as several intrusions such as alkaline syenite and monzo-syenite.

Based on geochemical analysis of trace elements and rare earth elements, it is known that the Khuluk of Adang Volcano is produced from partial magma melting, formed due to a subduction process originating from the east with a fairly old subduction age, deep and far from the subduction zone, undergoing a process of metasomatism in the mantle, undergoes a process of crystals settling as magma underplate the continental crust and with differentiation which is influenced by the continental crust. Rock variations with

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Evolusi Magma Dan Pengayaan Mineral Radioaktif Pada Batuan Gunung Api Adang Di Mamuju Sulawesi Barat
I GDE SUKADANA, Dr. Ir. I Wayan Warada; Dr. Ir. Agung Harijoko.
Universitas Gadjah Mada, 2023 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

high alumina saturation and alkalinity saturation generally experience enrichment in incompatible minerals. This factor causes the high content of radioactive minerals and associated minerals. The levels of uranium and thorium and their associated elements, such as trace elements (Zr, Hf, Ba, Sr, Ta) and light rare earth elements, are enriched thousands of times. This is also reinforced by the presence of radiation dose rate anomalies and radionuclides measured by the gamma survey meter (RS125), which produces radiation dose rate anomalies of 982.8 – 26,769 nSv/h, the anomaly of potassium (K) levels of 2.8 – 33.3%, anomaly levels of uranium equivalent (eU) 34.3 – 984.2 ppm, and anomaly levels of thorium equivalent (eTh) 222.6 – 6.066 ppm.

The repeatedly occurring magmatism and the intensive exogenic process also causes the mineralization of radioactive minerals and produce three types of mineralization: vein type, laterite type, and sedimentary type. In the vein type mineralization, Th content reaches 7.4%, and U reaches 0.7% with minerals in the form of britholite, monazite, monazite, thorutite, thorite, cerite, aeschynit, chevkinite-Ce, and apatite associated with sulfide and iron oxide minerals. In the laterite type, mineralization is in the form of smectite-illite alteration zone, kaolinite±smectite-illite zone, and diasporic±kaolinite±illite-smectite±siderite zone with Th content reaching 1,404 ppm. Sedimentary-type mineralization contains higher U up to 1.04% with minerals in the form of Augite-Aegirine, pitchblende, autunite, branerite, and sulfides in the form of pyrite and sphalerite, which are rich in U. The three types of mineralization are formed through magmatism, hydrothermal alteration, and weathering processes as well as absorption by oxide and sulfide.

There are several prospect areas containing U and Th in Mamuju that are valuable to be followed up to the exploration and exploitation stage, including the Takandeang area (Tapalang District), Ahu Area (West Tapalang District), Burgaga Area (Kalukku District), and the Upper Mamuju District (Mamuju District). Detailed exploration activities must be developed to obtain resources and the feasibility of uranium, thorium, and other economic minerals such as zircon and rare earth elements.

Keywords: Radioactive minerals, uranium, thorium, rare earth elements, mineralization, Mamuju