

IDENTIFIKASI KETERDAPATAN MINERAL RADIOAKTIF PADA GRANIT MUNCUNG SEBAGAI TAHAP AWAL UNTUK PENILAIAN PROSPEK URANIUM DAN THORIUM DI PULAU SINGKEP

IDENTIFICATION OF RADIOACTIVE MINERALS OCCURRENCES IN MUNCUNG GRANITE AS THE INITIAL STAGE FOR ASSESMENT OF URANIUM AND THORIUM PROSPECT IN SINGKEP ISLAND

Ngadenin* dan Adhika Junara Karunianto

Pusat Teknologi Bahan Galian Nuklir, Badan Tenaga Nuklir Nasional

Jl. Lebak Bulus Raya No. 09 Ps. Jumat, Jakarta 12440

*E-mail: ngadenin@batan.go.id

Naskah diterima: 11 Oktober 2016, direvisi: 16 November 2016, disetujui: 21 November 2016

ABSTRAK

Pulau Singkep adalah bagian dari jalur timah Asia Tenggara, yang salah satu litologinya tersusun oleh granit Muncung. Keberadaan granit tersebut memungkinkan adanya cebakan mineral radioaktif yang prospek terhadap uranium dan thorium. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi keterdapatan mineral radioaktif pada granit Muncung sebagai tahap awal untuk penilaian prospek uranium dan thorium di Pulau Singkep. Metoda yang digunakan adalah pengambilan sampel batuan granit, analisis petrografi sampel granit Muncung, analisis kadar uranium dan thorium serta analisis butir sampel konsentrat dulang yang diambil di wilayah granit Muncung. Mineral radioaktif pada granit Muncung adalah monasit dan zirkon sedangkan pada konsentrat dulang adalah monasit, zirkon, dan senotim. Persentase monasit dalam konsentrat dulang adalah 1,1 – 59,53 %, zirkon 0,68 – 55,07 % dan senotim 0,39 – 3,54 %. Kadar uranium dalam konsentrat dulang adalah 30 – 1.346 ppm dan kadar thorium 557 – 13.200 ppm. Disimpulkan bahwa daerah di sekitar granit Muncung dianggap cukup prospek uranium dan thorium dan dapat dikembangkan ke tahapan eksplorasi lebih detail.

Kata kunci: Identifikasi, mineral, radioaktif, granit, Singkep

ABSTRACT

Singkep Island is part of Southeast Asia tin belt, which is one of the lithologies, composed of granite Muncung. Existence of granite allows formed deposits of radioactive minerals that prospect of the uranium and thorium. This research goal is to identify radioactive minerals occurrences on granite Muncung in the initial stage for prospect assessment of uranium and thorium in Singkep Island. The Methodologies are granite sampling, petrography analysis of Muncung granite samples, uranium and thorium content analysis and grain size analysis of pan concentrate samples. Radioactive minerals in Muncung granite are monazite and zircon, while in pan concentrate they are monazite, zircon, and xenotime. The percentage of monazite, zircon, and xenotime in the pan concentrate are 1.1–59.53 %, 0.68–55.07 %, and 0.3–3.54 % respectively. The uranium and thorium content in the pan concentrate are 30–1,346 ppm and 557–13,200 ppm respectively. It concluded that the area around the Muncung granite considered prospect for uranium and thorium, and possibly developed into more detailed exploration stage.

Keywords: Identification, mineral, radioactive, granite, Singkep

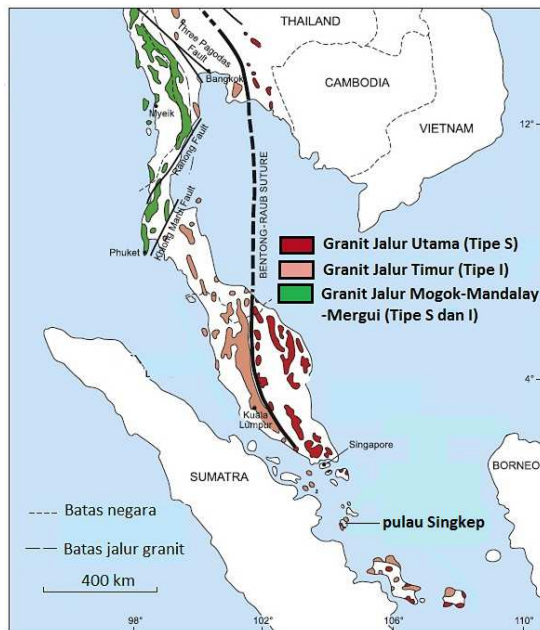
PENDAHULUAN

Pulau Singkep merupakan daerah yang terletak pada rangkaian granit jalur timah Asia Tenggara yang membentang dari utara ke selatan yaitu dari Myanmar, Thailand,

Malaysia, Singapura, Kepulauan Riau dan Bangka Belitung [1] (Gambar 1).

Granit jalur timah Asia Tenggara terbagi dalam tiga jalur yaitu jalur utama, jalur barat dan jalur timur. Cebakan timah primer dan sekunder terbentuk pada jalur-jalur tersebut.

Jalur utama merupakan jalur yang paling kaya cebakan timah [2]. Mineral utama yang terkandung di dalam cebakan timah adalah kasiterit, sedangkan monasit, zirkon dan senotim merupakan mineral radioaktif ikutannya [2].

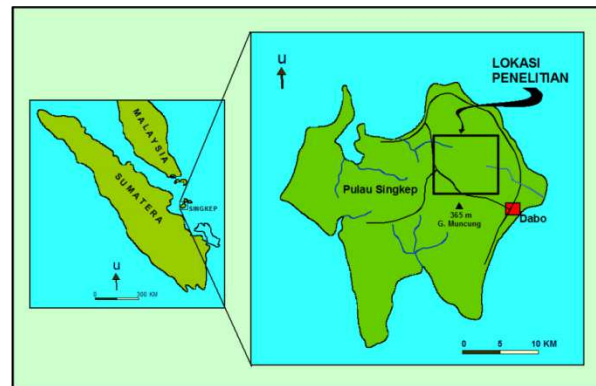


Gambar 1. Penyebaran granit jalur timah Asia Tenggara [1].

Granit Muncung merupakan granit yang terletak pada jalur utama dari rangkaian granit jalur timah Asia Tenggara [1] sehingga diharapkan di granit Muncung akan dijumpai kasiterit sebagai mineral utama, monasit, zirkon, dan senotim sebagai mineral radioaktif ikutannya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi keterdapatan mineral radioaktif pada granit Muncung sebagai tahap awal untuk penilaian prospek uranium dan thorium di Pulau Singkep. Lokasi penelitian terletak di bagian timur laut Pulau Singkep, secara administratif termasuk ke dalam wilayah Kabupaten Lingga, Propinsi Kepulauan Riau (Gambar 2). Posisi geografisnya terletak pada koordinat

104°26'00"–104°31'00" Bujur Timur dan 0°25'00"–0°30'00" Lintang Selatan.



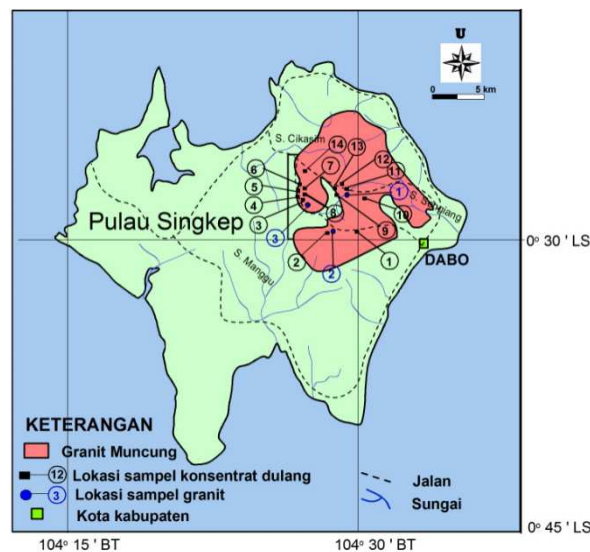
Gambar 2. Lokasi penelitian (kotak hitam) berada di Pulau Singkep, merupakan bagian dari Kepulauan Riau terletak di bagian timur Pulau Sumatera.

TATA KERJA

Peralatan yang digunakan berupa peralatan untuk pemetaan geologi, analisis petrografi, dan analisis kadar. Peralatan untuk pemetaan geologi terdiri dari *Global Positioning System* (GPS), kompas geologi, palu geologi, kaca pembesar, dan kamera, sedangkan bahan yang digunakan adalah peta dasar yaitu peta geologi dan topografi lembar Dabo, Sumatera skala 1:250.000. Peralatan untuk analisis petrografi adalah mikroskop polarisasi tembus cahaya, sedangkan bahan yang digunakan adalah sayatan tipis granit Muncung. Peralatan untuk analisis butir konsentrat dulang yaitu mikroskop stereografis sedangkan bahan yang dipakai adalah konsentrat dulang yang diambil dari lapangan dan bahan kimia tetrabromoethan. Peralatan untuk analisis kadar uranium dan thorium adalah *X-Ray Fluorescence* (XRF) *desktop*, alat pemadat untuk membuat tablet sampel konsentrat dulang dan alat penggerus mineral serta saringan sedangkan bahan yang dipakai adalah konsentrat dulang yang diambil dari lapangan.

Metode penelitian yang dilakukan adalah pengambilan sampel batuan granit pada

lokasi yang dianggap mewakili untuk analisis petrografi, pengambilan sampel konsentrat dulang pada lokasi-lokasi yang telah ditentukan untuk analisis butir mineral berat dan analisis kadar uranium dan thorium (Gambar 3). Analisis petrografi difokuskan pada granit Muncung. Analisis petrografi pada penelitian ini disamping untuk mengetahui nama batuan dan komposisi mineralnya juga untuk mengetahui keterdapatan mineral radioaktif dalam granit karena secara petrografis indikasi keterdapatan mineral radioaktif akan membentuk struktur pleokroik halo terutama pada mineral biotit. Sampel batuan granit segar yang diambil dari lapangan (Gambar 4), dipotong selanjutnya dibuat sayatan tipis dan diamati dengan mikroskop polarisasi tembus cahaya. Analisis butir konsentrat dulang dilaksanakan dengan cara memasukkan sampel konsentrat dulang yang diambil dari lapangan (Gambar 5) ke dalam cairan tetra bromoetan untuk mendapatkan mineral dengan berat jenis lebih dari $2,7 \text{ gr/cm}^3$. Mineral yang mengendap dalam cairan tetra bromoetan selanjutnya dikeringkan kemudian dibagi dua, separuh untuk analisis butiran dan sisanya untuk analisis kadar uranium dan thorium. Sampel konsentrat dulang selanjutnya diamati menggunakan mikroskop stereo untuk mengetahui nama-nama mineral yang terkandung dalam konsentrat dulang. Mineral yang mengambang dalam cairan tetra bromoetan selanjutnya dibuang karena merupakan mineral ringan. Analisis kadar uranium dan thorium sampel konsentrat dulang dilaksanakan dengan menggunakan metode analisis XRF. Sampel konsentrat dulang dihaluskan sampai dengan ukuran minus 200 mesh selanjutnya dibuat tablet untuk dianalisis dengan alat XRF *desktop*.



Gambar 3. Lokasi pengambilan sampel granit dan konsentrat dulang.



Gambar 4. Pengambilan sampel granit Muncung.



Gambar 5. Pengambilan sampel konsentrat dulang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Geologi Pulau Singkep

Morfologi Pulau Singkep terdiri dari dataran bergelombang dan perbukitan berlereng terjal. Dataran bergelombang berketinggian 0–50 meter di atas permukaan laut (mdpl) dengan kemiringan lereng datar hingga landai. Perbukitan berlereng terjal berketinggian 50–475 mdpl dengan kemiringan lereng terjal. Bukit tertinggi adalah Gunung Lanjut dengan ketinggian 475 mdpl terletak di bagian timur laut Pulau Singkep. Stratigrafi Pulau Singkep dari batuan berumur tua ke muda adalah Kuarsit Bukit Duabelas berumur Permo–Karbon, Komplek Malihan Persing berumur Permo–Karbon, granit Muncung berumur Trias, granit Tanjungbuku berumur Yura, Endapan Rawa dan Aluvium berumur Holosen [3] (Gambar 6). Kuarsit Bukit Dua Belas terdiri dari kuarsit dengan sisipan filit dan batusabak. Komplek Malihan Persing terdiri dari perselingan filit, batusabak dan sekis grafit dengan urat-urat kuarsa. Granit Muncung terdiri dari granit, diorit dan aplit. Granit Muncung tersusun oleh kuarsa, ortoklas, plagioklas, dan biotit. Granit Tanjungbuku terdiri dari granit dan diorit. Granit Tanjungbuku tersusun oleh kuarsa, ortoklas, plagioklas, dan hornblende. Endapan rawa tersusun oleh lumpur, lempung dan gambut. Aluvium tersusun oleh material lepas berukuran kerikil, pasir, lempung, dan lumpur. Struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian adalah sesar-sesar berarah timur laut–barat daya dan barat laut–tenggara.

Analisis Petrografi Granit

Hasil analisis petrografi dari tiga (3) buah sampel batuan granit Muncung yang diambil dari lapangan adalah seperti terlihat dalam Gambar 7.a dan b; 8.a dan b; 9.a, b, c dan d.

Tiga buah sampel granit yang diambil untuk analisis petrografi dianggap mewakili karena penelitian ini masih tahap awal. Penelitian dapat dilanjutkan apabila minimal satu dari tiga sampel granit mengandung mineral radioaktif.

Nomor sampel SGP/1/BTN, granit, holokristalin alotriomorfik granular, aplitik ukuran mineral 0,1–0,9 mm. Komposisi mineral terdiri dari alkali felspar 38 %, kuarsa 31 %, plagioklas 25 %, biotit 5 %, mineral opak 1 %. Plagioklas berupa oligoklas, sebagian terubah menjadi serisit dan mineral lempung. Alkali felspar berupa ortoklas dan mikroklin, sebagian terubah menjadi serisit dan mineral lempung. Biotit sebagian telah terubah menjadi muskovit, serisit, dan oksida besi. (Gambar 7.a dan b).

Nomor sampel SGP/2/BTN, granit, holokristalin alotriomorfik granular ukuran mineral 0,06 – 2 mm. Komposisi mineral terdiri dari alkali felspar 45 %, kuarsa 25 %, plagioklas 24 %, biotit 3 %, monasit 1 %, epidot 0,5 %, mineral opak 0,5 %, zirkon 0,5 %, apatit 0,5 %. Plagioklas berupa oligoklas, umumnya telah terubah menjadi serisit dan mineral lempung. Alkali felspar berupa ortoklas dan mikroklin, umumnya telah terubah menjadi serisit dan mineral lempung. Kuarsa sebagian tumbuh bersama ortoklas membentuk tekstur grafik. Biotit telah terubah menjadi muskovit, serisit, dan oksida besi. Terdapat retakan dengan tebal 0,3–0,8 mm yang terisi oksida besi, serisit dan silika (Gambar 8.a dan b).

Nomor sampel SGP/3/BTN, granit, holokristalin alotriomorfik granular ukuran mineral 0,8–4 mm. Komposisi mineral terdiri dari alkali felspar 45 %, kuarsa 25 %, plagioklas 25 %, biotit 3 %, monasit 1 %, zirkon 0,5 %, dan apatit 0,5 %. Plagioklas berupa oligoklas, umumnya telah terubah

menjadi serisit dan mineral lempung. Alkali felspar berupa ortoklas dan mikroklin, umumnya telah berubah menjadi serisit dan mineral lempung. Biotit telah berubah menjadi muskovit, serisit, klorit, dan oksida besi. Monasit sebagai inklusi di dalam kuarsa dan biotit. Monasit pada biotit menimbulkan pleokroik halo. Zirkon dan apatit sebagai inklusi di dalam kuarsa (Gambar 9.a, b, c, dan d).

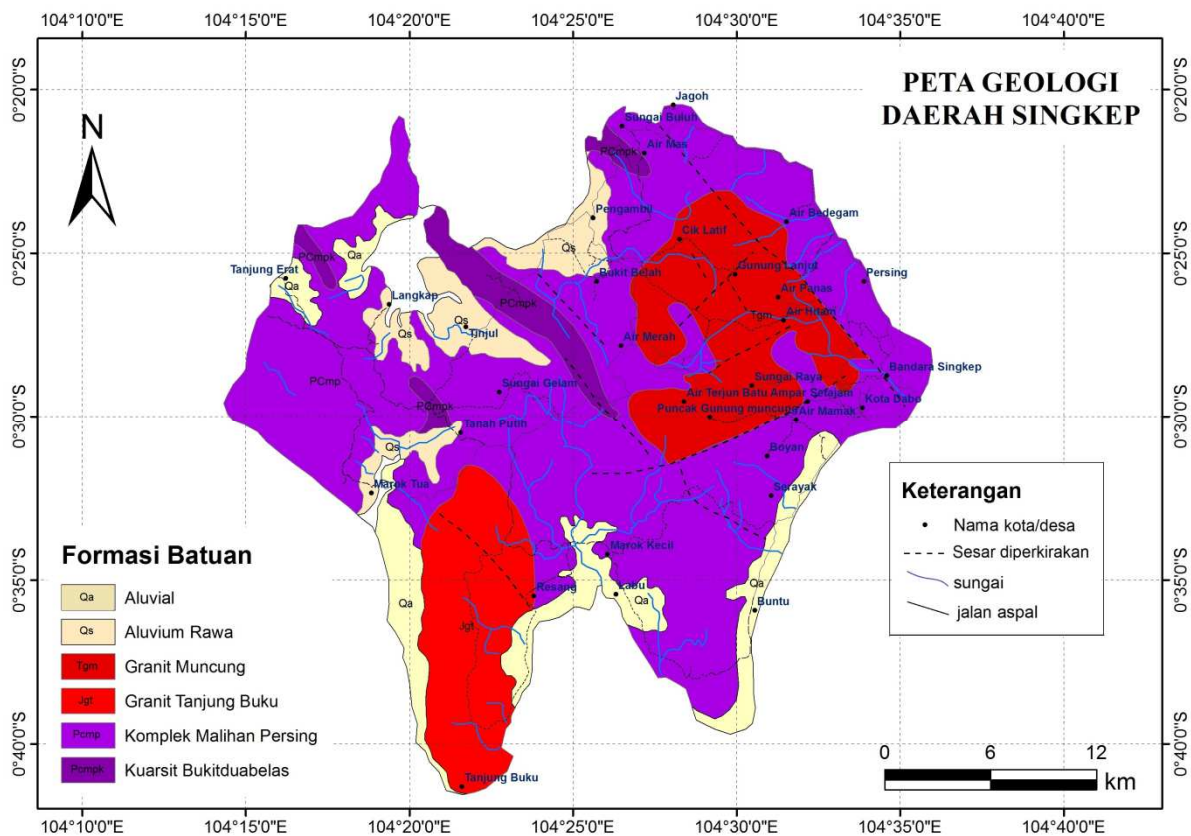
Analisis Kadar Uranium dan Thorium

Hasil analisis kadar uranium dan thorium yang dilaksanakan menggunakan metode XRF dari empat belas (14) buah sampel konsentrat dulang yang diambil di wilayah granit Muncung adalah seperti tertera dalam Tabel 1. Empat belas sampel konsentrat dulang yang dianalisis kadar uranium dan thorium semuanya diambil di wilayah granit

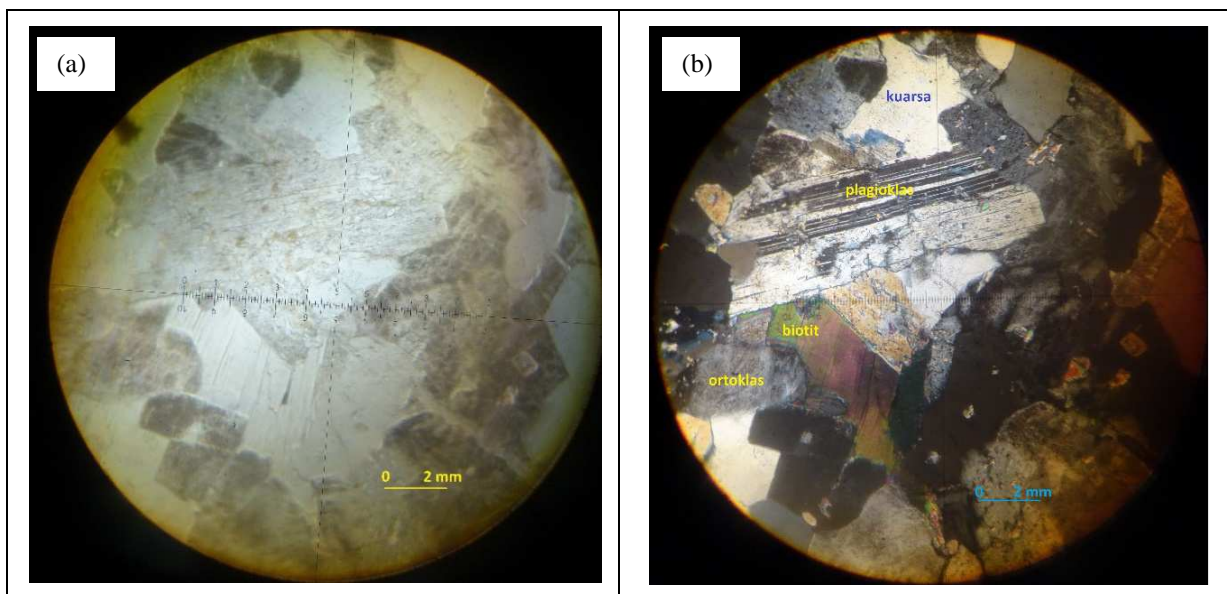
Muncung dengan asumsi bahwa konsentrat dulang tersebut hanya berasal dari rombakan granit Muncung sehingga data hasil analisis kadar uranium dan thorium dari konsentrat dulang dianggap mewakili kadar uranium dan thorium yang terkandung pada granit Muncung.

Analisis Butir Konsentrat Dulang

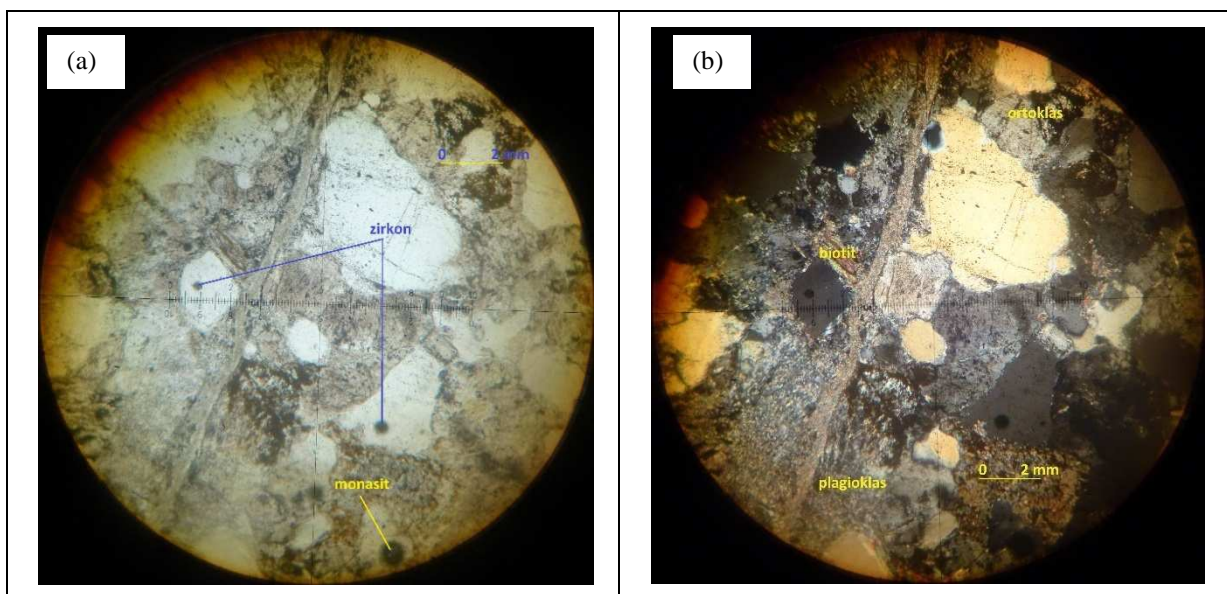
Hasil analisis butir konsentrat dulang dari sembilan (9) sampel yang diambil di wilayah granit Muncung adalah seperti tertera dalam Tabel 2. Sembilan sampel konsentrat dulang semuanya diambil pada wilayah granit Muncung dengan asumsi bahwa konsentrat dulang tersebut hanya berasal dari rombakan granit Muncung sehingga data hasil analisis butir konsentrat dulang dianggap mewakili mineral-mineral yang terkandung pada granit Muncung.



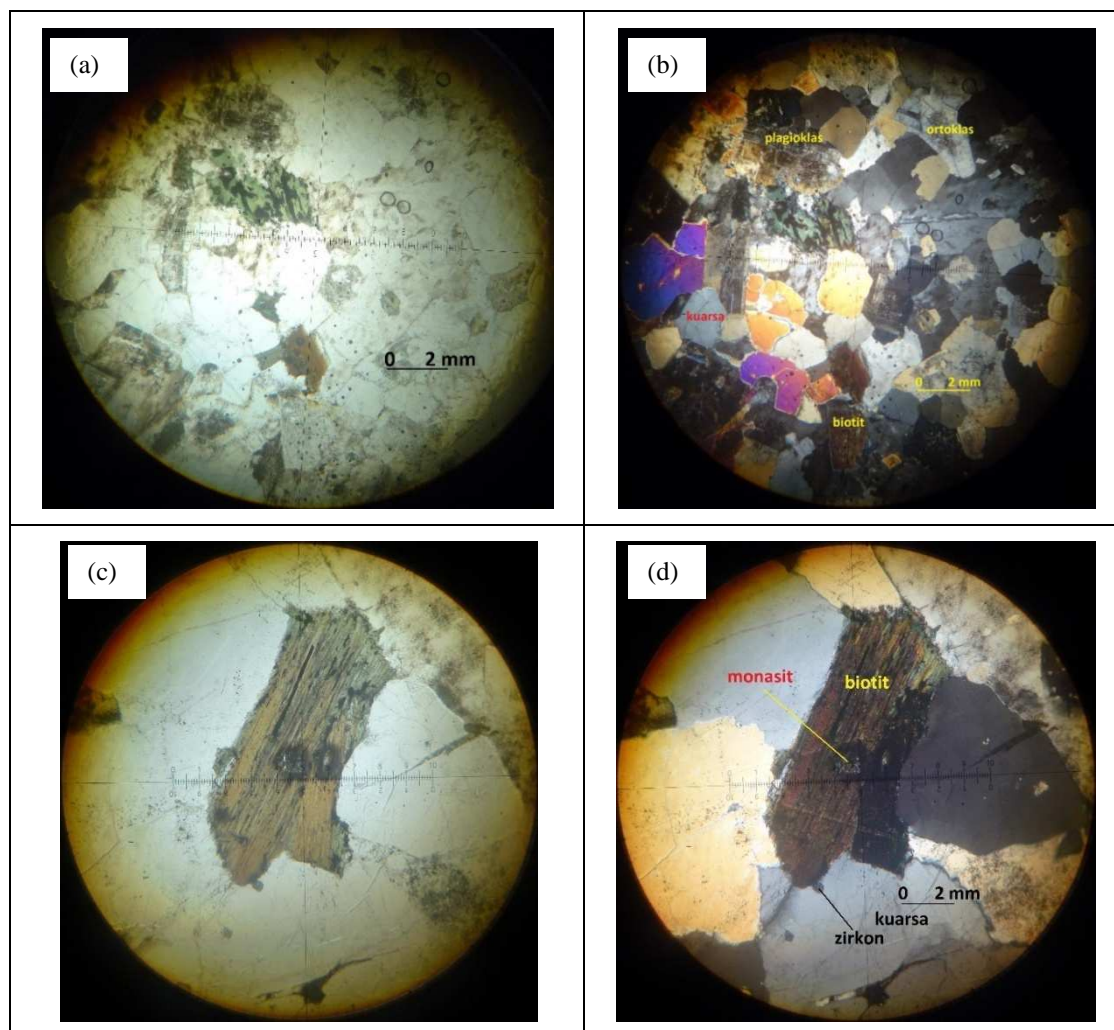
Gambar 6. Peta geologi Pulau Singkep [3].



Gambar 7.(a) Kenampakkan petrografis nikol sejajar sampel SGP/1/BTN; (b) Kenampakkan petrografis nikol bersilang sampel SGP/1/BTN.



Gambar 8.(a) Kenampakkan petrografis nikol sejajar sampel SGP 2/BTN; (b) Kenampakkan petrografis nikol bersilang sampel SGP 2/BTN.



Gambar 9. (a) Kenampakkan petrografis nikel sejajar sampel SGP 2/BTN; (b) Kenampakkan petrografis nikel bersilang sampel SGP 2/BTN; (c) Kenampakkan petrografis nikel sejajar pleokroik halo monasit pada biotit dan inklusi zirkon pada kuarsa sampel SGP 2/BTN; (d) Kenampakkan petrografis nikel bersilang pleokroik halo monasit pada biotit dan inklusi zirkon pada kuarsa sampel SGP 2/BTN.

Tabel 1. Hasil analisis kadar Uranium dan Thorium sampel konsentrat dulang.

Nomor	Nomor Sampel	Kadar U (ppm)	Kadar Th (ppm)	Litologi
1	SGP/1/MB	1346	13200	Granit Muncung
2	SGP/2/MB	30	581	Granit Muncung
3	SGP/3/MB	121	1440	Granit Muncung
4	SGP/4/MB	740	5983	Granit Muncung
5	SGP/5/MB	273	2017	Granit Muncung
6	SGP/6/MB	674	3650	Granit Muncung
7	SGP/7/MB	364	4480	Granit Muncung
8	SGP/8/MB	301	2628	Granit Muncung
9	SGP/9/MB	36	557	Granit Muncung
10	SGP/10/MB	926	11200	Granit Muncung
11	SGP/11/MB	126	2559	Granit Muncung
12	SGP/12/MB	249	5484	Granit Muncung
13	SGP/13/MB	878	3338	Granit Muncung
14	SGP/14/MB	110	1825	Granit Muncung

Tabel 2. Hasil analisis butir sampel konsentrat dulang

No	No. Sampel	Kasiterit (%)	Monasit (%)	Zirkon (%)	Ilmenit (%)	Magnetit (%)	Senotim (%)
1	SGP/ 1 /MB	8,88	59,53	11,32	15,38	0,46	-
2	SGP/ 2 /MB	36,67	33,78	6	16,78	0,34	3,54
3	SGP/ 4 /MB	1,45	48,75	15,86	18,94	0,30	-
4	SGP/ 8 /MB	76,02	5,69	1,47	10,88	0,05	1,37
5	SGP/ 9 /MB	11,99	29,86	8,98	44,29	1,43	0,63
6	SGP/ 10 /MB	85,55	1,10	0,68	2,40	0,41	0,39
7	SGP/ 11 /MB	2,01	50,67	23,09	19,80	0,23	-
8	SGP/12 /MB	1,61	37,21	55,07	2,98	0,34	0,84
9	SGP/ 13 /MB	0,80	42,04	29,47	27,41	0,08	-

Pembahasan

Hasil analisis petrografi dari tiga buah sampel granit Muncung pada penelitian ini memperlihatkan bahwa seluruh sampel adalah granit dan tidak ditemukan diorit (Gambar 7.a, dan b; 8.a dan b; 9.a dan b). Sementara itu, menurut peta geologi regional granit Muncung terdiri dari granit dan diorit [3]. Selain itu dari data hasil analisis petrografi yang dilakukan oleh peneliti lain terhadap tiga buah sampel granit Muncung yang diambil dari lokasi lain tapi masih di wilayah granit Muncung menunjukkan bahwa hasil ketiga-tiganya adalah granit, juga tidak ditemukan diorit [4].

Granit tipe S (sedimenter) adalah granit yang berasal dari pencairan kembali batuan metasedimen. Penentuan granit tipe S dapat dilakukan antara lain dengan metoda geokimia, metoda petrografis dan metoda megaskopis pengamatan di lapangan [5]. Hasil analisis data geokimia yang terdiri dari SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, MnO, MgO, CaO, Na₂O, K₂O, TiO₂, MnO, dan P₂O₅ dari lima buah sampel granit yang diambil di sekitar wilayah penyebaran granit Muncung yang dilakukan oleh peneliti terdahulu menyimpulkan bahwa granit Muncung adalah granit tipe S yang kaya konsentrat timah [6].

Mineral radioaktif di sampel granit yang diketahui dari hasil analisis petrografi pada penelitian ini adalah monasit dan zirkon, yaitu pada sampel nomor SGP/2/BTN dan SGP/3/BTN. Sementara itu, sampel di lokasi nomor SGP/1/BTN tidak dijumpai mineral radioaktif. Kehadiran mineral monasit pada granit merupakan salah satu indikator granit tipe sedimenter yaitu granit yang terbentuk dari hasil pelelehan batuan metasedimen [7]. Granit tipe S merupakan granit sumber uranium seperti granit yang terdapat di Provinsi Jiangxi China Selatan [8].

Hasil analisis petrografi dari sampel granit Tanjungpandan di Pulau Belitung [9] mengandung monasit 1 – 2 % dan dianggap cukup potensial. Granit Muncung dan granit Tanjungpandan secara tektonik merupakan jalur utama dari rangkaian Granit Jalur Timah Asia Tenggara. Kandungan monasit pada granit Muncung hasil analisis petrografi adalah 1 % (Gambar 8) sehingga juga dianggap cukup potensial seperti kandungan monasit yang terdapat di granit Tanjungpandan yang keduanya merupakan jalur utama dari Granit Jalur Timah Asia Tenggara.

Hasil analisis kadar uranium dan thorium yang dilakukan dengan menggunakan alat

XRF terhadap 14 sampel konsentrat dulang yang diambil di wilayah granit Muncung menunjukkan kadar uranium berkisar dari 30 ppm sampai dengan 1.346 ppm sedangkan kadar thorium berkisar antara 557 hingga 13.200 ppm (Tabel 1). Kadar uranium 30 ppm sampai dengan 1.346 ppm dan thorium 557 hingga 13.200 ppm dianggap cukup tinggi sehingga dapat digunakan sebagai acuan awal untuk melakukan pengembangan eksplorasi. Tingginya kadar uranium dan thorium diperkirakan berasal dari mineral radioaktif yaitu monasit, zirkon, dan senotim seperti terlihat dari hasil analisis petrografi sampel granit Muncung dan analisis butiran konsentrat dulang yang diambil pada endapan sungai di wilayah granit Muncung.

Mineral radioaktif yang dijumpai dari hasil analisis butiran sembilan sampel konsentrat dulang yang diambil pada wilayah granit Muncung adalah monasit, zirkon, dan senotim (Tabel 2). Persentase monasit berkisar antara 1,10 – 59,53 %, zirkon berkisar antara 0,68 – 55,07 % dan senotim berkisar antara 0,39 – 3,54 %. Keterdapatannya kasiterit dalam konsentrat dulang berkisar antara 0,80 – 85,55 %. Mineral ikutan lainnya yang mempunyai nilai ekonomis adalah ilmenit dan magnetit.

Di tambang timah primer daerah sekitar granit di Kabupaten Bangka Selatan, komposisi mineral pada konsentrat dulang adalah kasiterit 17 %, monasit 5 % dan zirkon 28 % [10]. Komposisi mineral rata-rata pada konsentrat dulang di wilayah granit Muncung Pulau Singkep adalah kasiterit 0,80 – 85,55 %, monasit 1,10 – 59,53 %, zirkon 0,68 – 55,07 %. Komposisi mineral di wilayah granit Muncung dianggap lebih prospek dibanding cebakan timah pada wilayah granit yang ada di Bangka Selatan sehingga keterdapatannya timah beserta monasit dan zirkon di Pulau

Singkep dianggap cukup potensial dan perlu ditindaklanjuti dengan penelitian yang mengarah ke estimasi sumberdaya mineral radioaktif.

Keterdapatannya monasit dalam konsentrat dulang di daerah penelitian terlihat lebih dominan dibanding zirkon atau senotim. Bila mengacu hasil analisis petrografi dari sampel granit Muncung dimana terdapat monasit dan zirkon maka diduga kuat keterdapatannya monasit dan zirkon pada sampel konsentrat dulang berasal dari granit Muncung. Dijumpainya mineral radioaktif yang terdiri dari monasit, zirkon, dan senotim di daerah penelitian merupakan indikator utama sebagai daerah yang sangat potensial terdapat logam tanah jarang. Di daerah Air Gegas, Kabupaten Bangka Selatan daerah potensial logam tanah jarang dikontrol oleh keterdapatannya mineral radioaktif yaitu monasit, zirkon, dan senotim [11]. Terdapatnya monasit pada konsentrat dulang merupakan salah satu penanda bahwa di daerah tersebut merupakan daerah potensial logam tanah jarang karena pada umumnya logam tanah jarang berasal terutama dari monasit seperti yang terdapat di daerah Drahan Negara Chechnya [12].

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan dari bab-bab sebelumnya maka dapat diambil kesimpulan bahwa mineral radioaktif yang terdapat pada granit Muncung adalah monasit dan zirkon sedangkan pada konsentrat dulang adalah monasit, zirkon, dan senotim. Keterdapatannya mineral radioaktif rata-rata dalam konsentrat dulang adalah monasit 34,29 %, zirkon 16,18 %, dan senotim 1,69 %. Kadar uranium rata-rata dalam konsentrat dulang adalah 441 ppm, dan kadar thorium rata-rata adalah 4.210 ppm. Ditinjau dari kadar uranium, thorium dan keterdapatannya mineral radioaktif maka

daerah di sekitar granit Muncung dianggap sangat potensial untuk dikembangkan pada tahap eksplorasi lebih terinci.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan yang sangat baik ini penulis ingin menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Ir. Agus Sumaryanto, M.S.M. yang telah memberi kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian ini. Tidak lupa juga penulis sampaikan terimakasih kepada Bapak Heri Syaeful, M.T sebagai Kepala Bidang Eksplorasi yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini, serta terimakasih kami ucapkan kepada teman-teman yang telah membantu menganalisis sampel di laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. J. Cobbing, D. I. J. Mallick, P. E. J. Pitfield, and L. H. Teoh, "The Granites of the Southeast Asia Tin Belt," *Journal of the Geological Society*. Geological Society of London, pp. 537–550, 1986.
- [2] M. O. Schwartz, S. S. Rajah, A. K. Askury, P. Putthapiban, S. Djaswadi "The Southeast Asian Tin Belt," *Earth-Science Reviews*, 38, pp.95-293, 1995.
- [3] K. Sutisna, G. Burham, dan B. Herman, "Peta Geologi Lembar Dabo Sumatera," Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, 1994.
- [4] R. Irzon, "Contrasting Two Facies of Muncung Granite in Lingga Regency using Major Trace and rare Earth Element Geochemistry," *Indones. J. Geosci.*, vol. 2 no 1, pp. 23–33, 2014.
- [5] B. W. Chappell and A. J. R. White, "Two contrasting granite types: 25 years later," *Australian Journal of Earth Sciences*, 48, 489–499, 2001.
- [6] M. A. Mustafa dan E. Usman, "Analisis Perbandingan Geokimia Granit Dan Sedimen Dasar Laut Di Pulau Singkep Bagian Timur, Provinsi Kepulauan Riau," *J. Geol. Kelaut.*, vol. 11 no. 3, pp. 131–140, 2013.
- [7] S. W. P. Ng, S. L. Chung, L. J. Robb, M. P. Searle, A. A. Ghani, M. J. Whitehouse, G. J. H. Oliver, M. Sone, N. J. Gardiner, and M. H. Roselee, "Petrogenesis of Malaysian Granitoids in the Southeast Asian Tin Belt: Part 1. Geochemical and Sr-Nd Isotopic Characteristics," *Geol. Soc. Am. Bull.*, p. 10.1130/B31213.1, 2015.
- [8] K. D. Zhao, J. R. Li, H. F. Ling, P. R. Chen, W. F. Chen, and T. Sun, "Geochronology, geochemistry and petrogenesis of two-stage Indosinian granites from the Xiajiang uranium ore deposit, Jiangxi Province: Implication for Indosinian tectonics and genesis of uranium-bearing granites in South China," *Acta Petrol. Sin.*, vol. 29, no. 12, pp. 4349–4361, 2013.
- [9] B. Soetopo, L. Subiantoro, P. Sularto, dan D. Haryanto, "Studi Deposit Monasit dan Zirkon dalam Batuan Kuartar di Daerah Cerucuk Belitung," *Eksplorium*, vol. 33, no. 1, pp. 25–40, 2012.
- [10] Ngadenin, "Sebaran Monasit pada Granit dan Aluvial di Bangka Selatan," *J. Pengemb. Energi Nukl.*, vol. 13, no. 2, 2011.
- [11] B. Soetopo, "Studi Geologi Dan Logam Tanah Jarang Daerah Air Gegas Bangka Selatan," *Eksplorium*, vol. 34, no. 1, pp. 51–62, 2013.
- [12] R. Copjaková, M. Novak, and E. Francu, "Formation of authigenic monazite-(Ce) to monazite-(Nd) from Upper Carboniferous graywackes of the Drahany Upland: Roles of the chemical composition of host rock and burial temperature," *Lithos*, vol. 127, no. 1–2, pp. 373–385, 2011.