

# Genesis Granit Muncung dari Pulau Lingga Berdasarkan Data Geokimia dan Mikroskopis

## *Genesis of The Muncung Granite in the Lingga Island Based on Geochemical and Microscopical Data*

Ronaldo Irzon

Pusat Survei Geologi – Bandung  
Jl. Diponegoro 57, Bandung 40122  
ronaldo\_irzon@yahoo.com

Naskah diterima: 10 Desember 2014, Revisi terakhir: 30 Juni 2015, Disetujui: 2 Juli 2015

**Abstrak** - Granit Muncung dan Granit Tanjungbuku merupakan dua satuan granitoid yang terdapat di Pulau Singkep. Sebelumnya telah diketahui bahwa Granit Muncung merupakan tipe-S dan sebagai bagian dari 'Main Range Granite Province' di Asia Tenggara. Penelitian terkini menyebutkan bahwa Granit Muncung dapat dikelompokkan dalam dua fasies berdasarkan kandungan geokimia. Penelitian ini mengulas lebih lanjut mengenai Granit Muncung yang terdapat di Pulau Singkep melalui data geokimia dan mikroskopis. Dengan memanfaatkan genesa yang lebih terperinci dan up to date, hipotesis Granit Muncung sebagai tipe-S turut diperkuat melalui makalah ini. Karakter contoh terpilih sebagai granitoid yang cenderung ferroan menunjukkan kelimpahan Fe yang lebih besar relatif terhadap Mg. Penambahan K dan Na, maupun pengurangan Ca selama diferensiasi diduga berhubungan dengan sifat alkali-calcic pada batuan granitik ini. Data mikroskopis, diagram ANK vs A/CNK maupun penghitungan ASI menunjukkan sifat peralumina kuat dari contoh ini.

**Kata kunci** - geokimia, Granit Muncung, tipe-S, Pulau Singkep, peralumina

**Abstract** - Muncung Granite is one of the granitoid units located in Singkep Island besides Tanjungbuku Granite. It is well known that Muncung Granite is classified as S-type and lies in the 'Main Range Granite Province' in Southeast Asia. Latest research revealed that geochemically Muncung Granite could be divided into two facies. This paper study extensively of Muncung Granite's facies from Singkep Island using geochemistry and microscopic data. Using more detailed and up to date classification, the hypothesis of S-type granite of Granit Muncung is strengthened by this study. Ferroan character of the samples shows more abundance of Fe than Mg relatively. Fe and Na enrichments or Ca decrease during differentiation would relate to alkali-calcic nature of the granitoid. Microscopy data, ANK vs A/CNK diagram and ASI calculation show strong peraluminous character of the samples.

**Keywords** - geochemistry, Muncung Granite, S-type, Singkep Island, peraluminous

## PENDAHULUAN

### Latar belakang

Kabupaten Lingga, khususnya Pulau Singkep, telah lama dikenal sebagai penghasil timah besar bagi Indonesia. Sumberdaya tersebut terkait dengan lokasi Pulau Singkep dalam jalur timah (*tin belt*) Asia (Barber dr., 2005). PT Timah, sebagai perusahaan negara yang bergerak dalam penambangan dan pengolahan timah, lama beroperasi di sana walau kemudian berhenti beroperasi pada sekitar tahun 1990an. Belum habisnya timah di Pulau Singkep ditandai dengan masih dijumpainya penambangan timah skala rakyat (Irzon

dr., 2014). Selain penambangan pada lokasi baru, tidak sedikit penambang skala kecil ini melakukan kegiatan di lokasi tailing maupun wilayah yang telah ditinggalkan oleh PT Timah (Jaenudin dr., 2011).

Terdapat dua satuan granitoid yang tersingkap di Pulau Singkep, Granit Muncung dan Granit Tanjungbuku. Pada Peta Geologi Lembar Dabo (Sutisna dr., 1994), Granit Muncung yang menjadi tema pada penelitian ini tersingkap di sekitar bagian tengah hingga barat dan di Pulau Selayar, sedangkan Granit Tanjungbuku berada di baratdaya Pulau Singkep.

Meski demikian, singkapan granitoid dengan ciri megaskopis mirip dengan bagian Muncung Granit yang terdapat di Pulau Selayar juga dijumpai di ujung tenggara Pulau Lingga (Irzon, 2015). Setelah melalui uji geokimia dan mikroskopik yang dilanjutkan dengan pemanfaatan berbagai diagram terhadap kandungan *major*, *trace*, dan *rare earth elements*, disimpulkan bahwa Granit Muncung terbagi ke dalam dua fasies. Fasies pertama merupakan anggota kelompok Granit Muncung yang berada di Pulau Lingga dan Selayar, sedangkan bagian Granit Muncung yang berada di Pulau Singkep termasuk dalam fasies berikutnya. Studi ini terfokus kepada karakter geokimia lain dari anggota satuan Granit Muncung yang berada di Pulau Singkep yang belum pernah dibahas sebelumnya. Meski telah dinyatakan bahwa Granit Muncung bertipe-S (Cobbing, 1992; dalam Sutisna dr., 1994), tulisan ini turut mengulas kembali klasifikasi tersebut berdasarkan genesis yang lebih *up to date*.

### Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengklasifikasikan satuan Granit Muncung yang berada di Pulau Singkep secara geokimia. Klasifikasi yang dimaksud adalah klasifikasi ke dalam tipe I, S, A, C atau M dan kemudian melakukan genesa terhadap enam belas jenis granitoid berdasarkan kandungan kimianya yang diungkapkan oleh Frost dr. (2001). Data mikroskopis dimanfaatkan sebagai data pendukung hasil analisis geokimia. Hasil studi kemudian diperbandingkan dengan kesimpulan yang telah didapat oleh penelitian sebelumnya mengenai genesa satuan batuan granitik ini. Metoda yang sama kemudian dapat diterapkan pada intrusi batuan granitik di lokasi lainnya.

### Metodologi

Uji kimia contoh dilakukan dengan memanfaatkan perangkat *X-Ray Fluoresence* (XRF) dengan panduan Potts (1987). Analisis kimia yang dipilih adalah komposisi kimia batuan keseluruhan (*whole rock geochemistry composition*), bukan uji geokimia mineral. *Certified Reference Material* (CRM) turut diuji sebagai pembanding mengenai ketepatan hasil pengujian. Hilang akibat pembakaran (*Loss on Ignition*, LOI) dihitung dari pemanasan serbuk contoh selama satu jam pada temperatur 1000° C. Perlu ditekankan bahwa bagian lapuk telah dipisahkan sebelum melalui proses analisis geokimia.

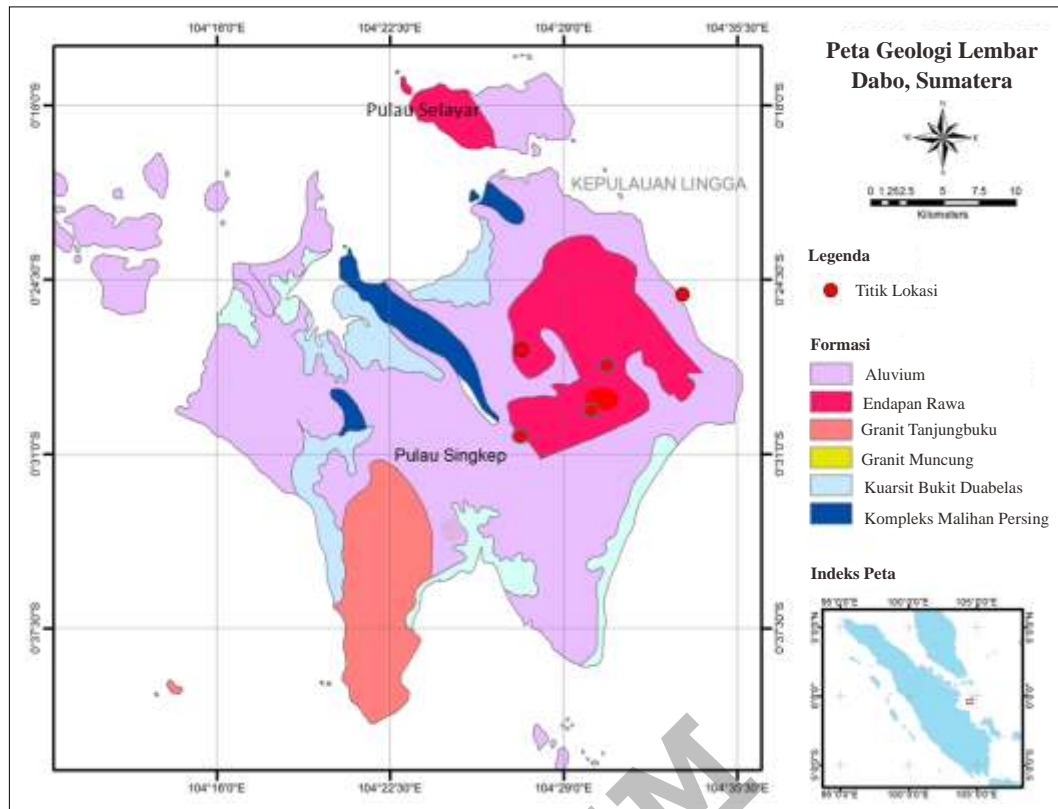
Hasil analisis geokimia kemudian diperbandingkan dengan data mikroskopis. Pengujian mikroskopis

dilakukan dengan menggunakan mikroskop polarisasi merk Leica-DMRP. Perangkat mikroskop ini dilengkapi dengan kamera mikroskop untuk pembuatan mikrofoto. Seluruh pengujian dilakukan di Laboratorium Geologi – Pusat Survei Geologi. Hasil uji kimia maupun petrografi kemudian digambarkan dalam beberapa diagram untuk mengetahui karakter granitoid maupun klasifikasinya. Sebagian besar data telah diungkapkan dalam studi perbandingan dua fasies Granit Muncung (Irzon, 2015).

### Geologi Lokal dan Regional

Seluruh area penelitian terangkum dalam Peta Geologi Lembar Dabo, Sumatera, skala 1:250.000 (Sutisna dr., 1994) seperti dapat diamati pada Gambar 1. Batuan tertua yang tersingkap di Pulau Singkep adalah Kompleks Malihan Persing [PCmpk] dan Kuarsit Bukit Duabelas [PCmp]. Kompleks Malihan Persing terdiri dari perselingan batusabak dengan urat-urat kuarsa terdapat di bagian selatan Pulau Singkep, sedangkan Kuarsit Bukit Duabelas tersingkap di bagian utara yang tersusun oleh kuarsit sisipan filit dan batusabak. Kedua satuan berumur Permo-Karbon ini telah mengalami perlipatan, pensesaran. Pada zaman Trias, Kompleks Malihan Persing [PCmpk] dan Kuarsit Bukit Duabelas [PCmp] diterobos oleh Granit Muncung [Trgm]. Granit dan granodiorit sebagai penyusun Satuan Granit Tanjungbuku [Jgt] terbentuk pada perioda yang sama dengan Formasi Tanjung Datuk [Jts] yang berada di Pulau Lingga, utara Pulau Singkep. Endapan rawa [Qs] dan aluvium [Qa] terbentuk pada era Kuartar. Endapa Rawa terdiri dari lempung, lumpur dan gambut; sedangkan aluvium disusun oleh kerikil, pasir, lempung dan lumpur.

Sebagian besar granit pada daerah Kepulauan Riau merupakan tipe-I *non-stanniferous* (tak membawa timah), kecuali pada *Central Belt* yang bertipe-S *stanniferous* (membawa timah) (Barber dr., 2005). Daerah Kabupaten Lingga, terutama Pulau Singkep telah lama dikenal sebagai penghasil timah (Jaenudin dr., 2011) yang tentu terkait dengan Jalur Timah Asia Tenggara. Jalur timah ini dapat pula memberikan kontribusi besar pada pemenuhan kebutuhan bahan galian logam tanah jarang di dalam negeri pada masa yang akan datang (Suwargi dr., 2010). Berdasarkan posisi stratigrafi dan korelasi batuan bertipe sama di Sumatera maupun '*Main Range Province*' di Malaya, intrusi granit tipe-S ini diperkirakan berumur Trias (Cobbing, 1992; dalam Sutisna dr., 1994)



Sumber: Sutisna dr., (1994)

Gambar 1. Peta Geologi Lembar Dabo, Sumatera Skala 1:250.000, dengan modifikasi.

### Penelitian Terdahulu

Berdasarkan genesanya batuan granitoid diklasifikasikan menjadi apa yang dikenal sebagai tipe: I, S, A, M, atau C. Granit tipe-I diduga berasal dari diferensiasi batuan beku (*Igneous*), sedangkan tipe-S (*sedimentary*) sebagai hasil proses ultra-metamorfosis batuan sedimen (Chappel dan White; 1974). Granit tipe-A tidak secara spesifik disebutkan sumber bahan pembentuknya, namun pada proses pembentukannya berada pada wilayah '*Anorogenic*' tidak terkait tumbukan lempeng lithosfer (Windley, 1993). Bahan pembentukan granit tipe-M diperkirakan langsung berasal dari *mantle* (mantel) bumi. Tipe-A maupun M merupakan tipe yang tidak banyak ada dan tidak berperan dalam pembentukan lempeng benua (Arndt, 2013). Sebenarnya dikenal juga granit tipe-C (*charnockitic*) yang dikemukakan oleh Kilpatrick dan Ellis (1992), namun masih menjadi perdebatan karena tipe *charnockitic* ini dapat dijumpai pada batuan vulkanik maupun plutonik (Frost dr., 2011).

Parameter geokimia yang dipadankan dengan kriteria petrografi tertentu dapat dijadikan perangkat untuk mengkarakterisasi batuan granitik berikut sumbernya. Rasio A/CNK maupun A/NK dapat dimanfaatkan untuk

membedakan tipe-I dan tipe-S pada intrusi di Lachland Fold Belt (Chappel & White, 2001). Kemiripan pola spider diagram dijadikan tolok ukur mengenai keterkaitan beberapa lokasi batuan granitik di Thailand (Imai dr., 2008). Keterdapatan beberapa jenis mineral dapat menjadi faktor dalam genesa granitoid, seperti halnya muskovit pada tipe-S (seperti: Clemens dr., 1986; Antunes dr., 2008) maupun topas pada tipe-A (seperti: Clemens dr., 1986; Colombo dr., 2010). Karakter petrologi dipadukan dengan geokimia terhadap genesa granitoid telah dirangkum oleh Christiansen dan Keith (1996) seperti dapat dilihat pada Tabel 1.

Selain klasifikasi diatas, juga dikenal penggolongan batuan granitik menjadi seri '*magnetit*' dan '*ilmemit*' yang digagas oleh Ishihara (1977). Kandungan geokimia dijadikan kunci dalam pengelompokan granitoid menjadi enam belas jenis (Frost dr., 2001). Klasifikasi secara geokimia ini diawali dengan perbandingan jumlah FeO relatif terhadap MgO menjadi batuan granitik Feroan dan Magnesian. Kemudian dikenalkan apa yang dikenal sebagai *Modified Alkali-Lime Index* (MALI) yang membagi lebih jauh menjadi tipe alkalic, alkali-calcic, calc-alkalic, dan calcic.

Tabel 1. Rangkuman genesa granitoid dengan perpaduan petrologi dan geokimia dengan modifikasi

| Parameter kimia dan mineral                     | Tipe-S                      | Tipe-I                        | Tipe-A Alkalin                        | Tipe-A Subalkalin                  | Tipe-M            |
|---|-----------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|-------------------|
| Mineralogi Utama                                | Garnet, Muskovit, Kordierit | Amfibol, Biotit, Piroksen     | Amfibol alkali, Piroksen alkali       | Fe-piroksen, Amfibol, Biotit       | K-feldspar jarang |
| Mineralogi Asesoris                             | Monazit, Topas, Senotim     | Titanit, Epidot, Alunit       |                                       | Alunit, Topas                      |                   |
| K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O              | Sedang-tinggi               | Sedang                        | „Sedang „                             | Sedang                             | Sangat rendah     |
| Al/(Ca+Na+K)                                    | ~1                          | ~1                            | <1                                    | <1, >1                             | ~1                |
| (Na+K)/Al                                       | <1                          | <1                            | >1, >1                                | <1                                 | <1                |
| Rb/Nb   | Sangat tinggi               | Tinggi                        | Sedang                                | Sedang-tinggi                      | Sangat rendah     |
| Y+Nb  | Rendah-sedang               | Rendah                        | Tinggi                                | Tinggi                             | Tinggi            |
| Y/Nb  | Tinggi                      | Sedang                        | Rendah                                | Sedang-tinggi                      | Sangat tinggi     |
| Ga/Al   | Rendah                      | Rendah                        | Tinggi                                | Tinggi                             | Rendah            |
| REE   | Rendah                      | Rendah-tinggi                 | Tinggi                                | Sedang                             | Tinggi            |
| HFSE  | Rendah                      | Rendah                        | Tinggi                                | Sedang                             | Tinggi            |
| fO <sub>2</sub>                                 | Rendah                      | Tinggi                        | Rendah                                | Bervariasi                         | Rendah            |
|   | <QFM                        | >QFM+2                        | <QFM                                  | Bervariasi                         | <QFM              |
| #H <sub>2</sub> O                               | Tinggi                      | Tinggi                        | Rendah                                | Bervariasi                         | Rendah            |
| #HF/HCl   | Sedang-tinggi               | Rendah                        | Rendah                                | Tinggi                             | Tinggi            |
| δ <sup>18</sup> O                               | 10-13                       | 6-10                          | 6                                     | 6-10                               | 6                 |
| <sup>87</sup> Sr/ <sup>86</sup> Sr              | 0,706-0,730                 | 0,704-0,710                   | 0,704-0,706                           | 0,706-0,712                        | 0,704             |
| εNd   | -5 s/d 20                   | 3 s/d -10                     | 0 s/d 6                               | -5 s/d 15                          | 3 s/d 8           |
| Tipe posisi tektonik (Typical tectonic setting) | Subduction-Collision        | Subduction                    | Plumes, Rifting, Within Plate Granite | Anorogenic, Post-Orogenic, Rifting | Ocean ridge       |
| Endapan bijih (Ore deposit)                     | Sn, W, Ta, Be, Li           | Cu, Pb, Zn, Mo, W, Ag, Au, Fe | Zr, Nb, REE, U, Hg                    | Be, Sn, Mo, F                      | -                 |
| Isihara seri magnetit & ilmenit                 | Umumnya seri ilmenit        | Umumnya seri magnetit         | -                                     | -                                  | -                 |

Sumber: Christiansen dr., (1996)

Skema final yang diajukan Frost dr. (2001) adalah berdasarkan *Aluminium Saturation Index* (ASI) untuk membagi granitoid menjadi kelompok metalumina (*metaluminous*) dan peralumina (*peraluminous*).

## HASIL PENELITIAN

### Deskripsi Lapangan

Lima buah contoh granitoid telah terkumpul secara keseluruhan yang berada pada domain Granit Muncung, kecuali RGI 55 yang berada di tepi pantai timur Pulau Singkep. Secara umum contoh batuan ini berwarna putih keabuan berbintik hitam (*light grey*), holokristalin, keras dan pejal. Singkapan di Singkep Barat (RGI 55) memperlihatkan batuan granitik dengan beberapa kekar yang saling berpotongan (Gambar 2a). Beberapa singkapan batuan granitik memang memperlihatkan tanda pelapukan seperti kekar mengulit bawang (*spheroidal weathering*) pada RGI 60 (Gambar 2b), maupun pelapukan pada bagian permukaan singkapan pada RGI 46. Keterdapatannya muskovit berikot biotit (*two mica granite*) dapat terlihat secara makroskopis pada RGI 63, sekitar wilayah Bukit Tumang (Gambar 2c). Tidak jauh dari singkapan batuan granitik di Bukit Tumang dapat dijumpai lokasi tailing sisa penambangan timah terdahulu (Gambar 2d).

Lokasi penampungan tailing tidak hanya terdapat di daerah Bukit Tumang, namun juga dekat Air Panas Balerang, Maruk Kecil dan Kampung Nyiur yang seluruhnya merupakan domain Granit Muncung. Tailing tersebut terbukti memiliki kandungan REE berlevel moderat melalui sedikit penyaringan (Irzon dr., 2014).

### Analisis Mikroskopis

Karakter sebagai batuan asam dari contoh teramati melalui penghitungan jumlah kuarsa pada contoh pada analisis mikroskopis, yakni paling sedikit 35%. Jumlah K-feldspar, dan plagioklas dalam fenokris pada contoh terpilih secara berturut-turut berkisar antara 27-34%, dan 12-18%. Seluruh granit ini mengandung biotit maupun muskovit antara 2-7%. Jumlah xenolit berupa batuan malihan sekis-genes yang terdapat pada tiga dari lima contoh tergolong kecil yakni 0-2%. Seluruh contoh tampak telah mengalami alterasi berdasarkan jumlah mineral alterasi yang terdiri dari serisit, klorit, maupun kuarsa sekunder sebanyak 6-10,5%. Rinci hasil pengamatan mikroskopis terangkum pada Tabel 2. Data analisis petrografi ini kemudian dimasukkan kedalam diagram klasifikasi Streickeisen (1974) yang menunjukkan bahwa contoh terpilih merupakan syenogranit walau terdapat dua contoh pada perbatasan antara syenogranit dan monzogranit (Gambar 3).



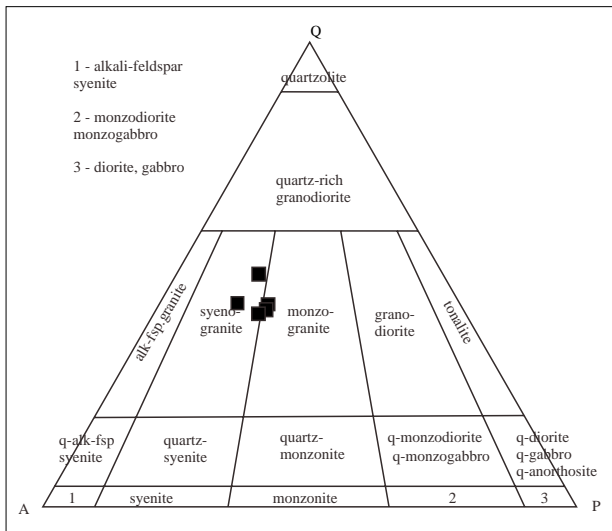
Sumber: Dok.Pribadi

Gambar 2. (a) Kekar yang saling berpotongan pada RGI 55; (b) spheroidal weathering pada singkapan granitoid; (c) two mica granite pada RGI 63; (d) kegiatan penambangan rakyat di sekitar Bukit Tumang.

Tabel 2. Data mikroskopis dan geokimia contoh granitoid terpilih dengan modifikasi.

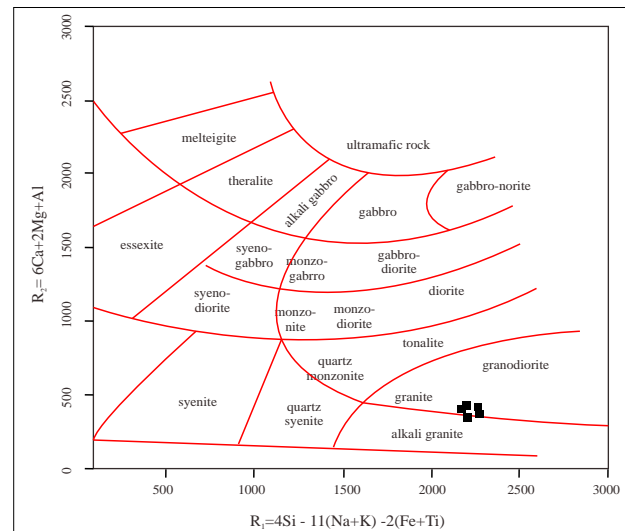
|                                |     | RGI 46 | RGI 48 | RGI 55 | RGI 60 | RGI 63 |
|--------------------------------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>Data Mikroskopis</b>        |     |        |        |        |        |        |
| <b>Fenokris</b>                |     |        |        |        |        |        |
| Kuarsa                         |     | 40     | 35     | 41     | 37     | 35     |
| K-feldspar                     |     | 32     | 30     | 28     | 34     | 33     |
| Plagioklas                     |     | 18     | 17     | 12     | 12     | 16     |
| Hornblenda                     |     | -      | 1.5    | -      | -      | -      |
| Muskovit                       |     | -      | -      | -      | -      | 3      |
| Biotit                         |     | 2      | 7      | 7      | 6      | 1      |
| Mineral Bijih                  |     | 0.5    | 1      | 0.5    | 1      | 0.5    |
| <b>Mineral Alterasi</b>        |     |        |        |        |        |        |
| Serisit                        |     | 6      | 5      | 6      | 6      | 8      |
| Klorit                         |     | 0.5    | 0.5    | 0.5    | 0.5    | 1      |
| Kuarsa sekunder                |     | -      | 0.5    | 4      | 1      | -      |
| Porositas                      |     | 1      | 0.5    | 1      | 0.5    | 0.5    |
| Xenolit                        |     | -      | 2      | -      | 2      | 2      |
| <b>Data Geokimia</b>           |     |        |        |        |        |        |
| SiO <sub>2</sub>               | %   | 72.71  | 71.66  | 70.95  | 71.25  | 71.51  |
| TiO <sub>2</sub>               | %   | 0.07   | 0.12   | 0.16   | 0.17   | 0.11   |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | %   | 16.30  | 16.33  | 16.85  | 16.39  | 16.90  |
| Al                             | %   | 8.63   | 8.64   | 8.92   | 8.67   | 8.94   |
| FeO                            | %   | 0.98   | 1.25   | 1.31   | 1.46   | 0.88   |
| MnO                            | %   | 0.03   | 0.04   | 0.03   | 0.02   | 0.02   |
| CaO                            | %   | 0.18   | 0.76   | 0.66   | 0.67   | 0.25   |
| Ca                             | %   | 0.18   | 0.76   | 0.66   | 0.67   | 0.25   |
| MgO                            | %   | 0.11   | 0.44   | 0.33   | 0.24   | 0.14   |
| Na <sub>2</sub> O              | %   | 2.83   | 4.03   | 3.43   | 4.04   | 3.89   |
| Na                             | %   | 2.10   | 2.99   | 2.55   | 3.00   | 2.89   |
| K <sub>2</sub> O               | %   | 4.97   | 4.33   | 4.75   | 4.90   | 4.81   |
| K                              | %   | 4.13   | 3.60   | 3.95   | 4.07   | 4.00   |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | %   | 0.01   | 0.06   | 0.04   | 0.05   | 0.01   |
| LOI                            | %   | 1.61   | 1.00   | 1.20   | 0.62   | 1.13   |
| Mol A/CNK                      |     | 1.57   | 1.29   | 1.40   | 1.24   | 1.40   |
| Rb                             | ppm | 346.71 | 187.43 | 303.16 | 230.78 | 334.07 |
| Nb                             | ppm | 15.16  | 7.95   | 13.01  | 17.44  | 4.90   |
| Rb/Nb                          |     | 22.87  | 23.58  | 23.30  | 13.23  | 68.11  |
| ΣREE                           | ppm | 140.46 | 120.51 | 128.44 | 275.83 | 165.56 |

Sumber: Irzon (2015)



Sumber: Streckeisen (1974)

Gambar 3. Klasifikasi QAPF seluruh contoh granitoid dari Pulau Singkep.



Sumber: De La Roche (1980)

Gambar 4. Penggunaan diagram R1-R2 untuk mengetahui jenis contoh.

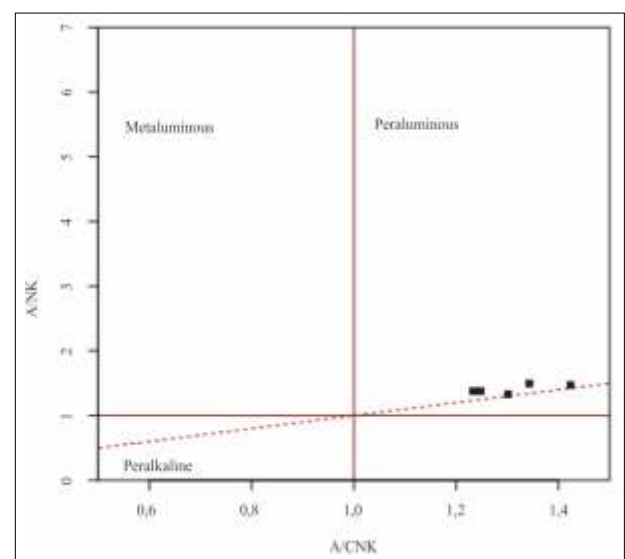
**Penggunaan Data Mikroskopis dan Geokimia dalam Klasifikasi Alfabetis**

Sebagai batuan asam, kandungan SiO<sub>2</sub> kelima contoh granitoid dari Pulau Singkep cukup tinggi dan berada pada rentang yang sempit, yakni 70,95–72,71%. Kandungan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O, dan Na<sub>2</sub>O sebagai major elements pada penelitian ini secara berturut-turut berada pada kisaran 16,30-16,90%, 0,98-1,62%, 4,33-4,97%, dan 2,83-4,04%. Rincian hasil analisis geokimia tertera pada Tabel 2. Bila sebelumnya Irzon (2015) memanfaatkan diagram Middlemost (1985) untuk klasifikasi batuan plutonik secara geokimia, diagram R1 versus R2 (De La Roche, 1980) dipilih pada studi ini sebagai pembanding. R1 merupakan hasil penjumlahan 4Si - 11(Na+K) - 2(Fe+Ti), sedangkan hasil perhitungan 6Ca + 2(Mg+Al) dijadikan nilai R2. Seluruh contoh terpilih tergolong kedalam granit berdasarkan diagram R1-R2 ini (Gambar 4) yang sesuai dengan *plotting* menggunakan diagram Middlemost (1985) (Irzon, 2015).

Peralumina merupakan karakter lain yang penting pada granit tipe-S. Hal ini terbentuk akibat perpaduan mineral tertentu yang lazim terdapat pada tipe ini, yakni: kordierit, andalusit, muskovit, maupun garnet. Mineral aksesori seperti turmalin, ilmenit, monasit, apatit, dan zirkon mempertegas sifat peralumina kuat tersebut (Christiansen dan Keith, 1996). Karakter peralumina yang kuat pada anggota Granit Muncung di Pulau Singkep melalui uji kimia dapat dijadikan pijakan kuat untuk menggolongkannya sebagai tipe-S. Hal ini didukung oleh data mikroskopis mengenai keterdapat

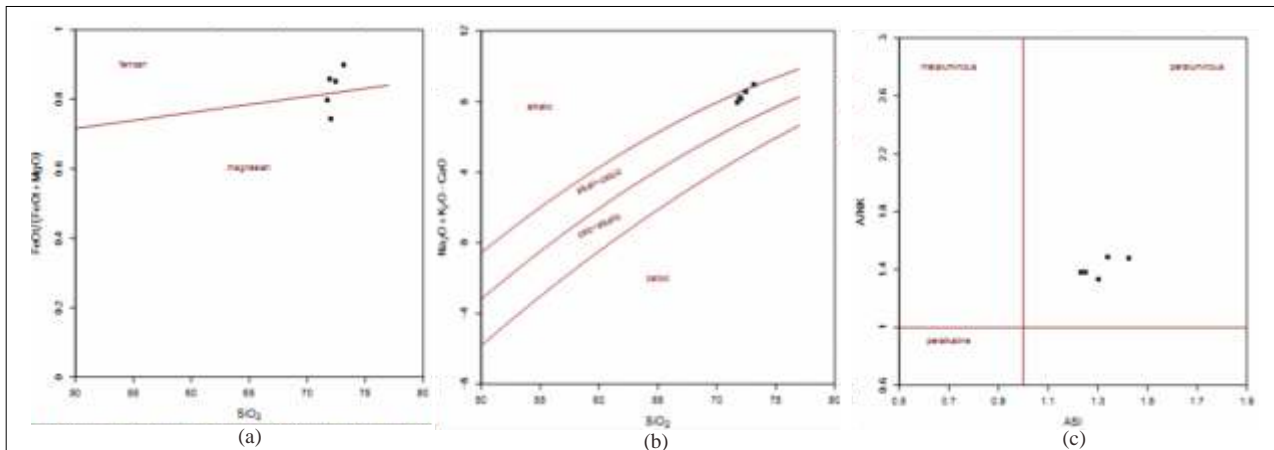
biotit atau muskovit hingga 7%. Dari sisi geokimia, sifat peralumina ditunjukkan dengan nilai molar Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/(CaO+Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O)>1,1 yang juga dihasilkan dari pengukuran kandungan kimia batuan granitik pada studi ini (Tabel 2) maupun hasil *plotting* pada diagram A/CNK vs ANK (Shand, 1943) (Gambar 5).

Magma silikat tipe-S bercirikan dengan adanya pengayaan K dan Rb dan pengurangan Na yang lebih besar dibandingkan dengan tipe-I dengan kandungan SiO<sub>2</sub> yang sama pada saat diferensiasi magma. Pengurangan kadar Na inilah yang dapat menjelaskan mengenai sifat peralumina pada tipe-S (Christiansen dan Keith, 1996).



Sumber: Shand (1943)

Gambar 5. Karakter peralumina contoh terpilih melalui diagram A/CNK versus ANK.



Sumber: Frost dr., (2001)

Gambar 6. Genesis granitoid secara geokimia pada contoh terpilih (a) Tipe ferroan lebih mendominasi dari pada tipe magnesian; (b) Contoh merupakan granit *alkali-calcic* dan cenderung *alkalic*; (c) Plot ASI yang turut mengkonfirmasi contoh sebagai granitoid peralumina.

Hal ini ini pula yang menjadi penyebab mengapa kadar Rb/Nb pada tipe-S lebih tinggi dari pada tipe-I pada batuan dengan kandungan oksida silika yang sama. Contoh pada studi ini memiliki nilai Rb/Nb 13,23-68,11 dengan rata-rata 30,22 yang termasuk dalam kategori sangat tinggi sebagai ciri granitoid tipe-S (Tabel 2).

Kandungan total REE pada contoh terpilih berkisar 120 – 275 ppm dengan rata-rata 166 ppm. Nilai total REE ini jauh lebih kecil dari pada granitoid tipe-A yang terdapat di bagian utara Brazil (Cid dr., 2001) yang berkisar 363-910 ppm. Rendahnya kadar REE pada contoh dapat disebabkan oleh komposisi aluminanya, dimana diketahui bahwa mineral pembawa REE seperti zirkon dan monasit semakin sulit terlarut dalam magma yang bersifat lebih peralumina (Christiansen dan Keith, 1996). Telah diketahui sebelumnya bahwa jumlah total REE contoh Granit Muncung dari fasies yang berasal dari Pulau Lingga dan Pulau Selayar (rata-rata 740 ppm) lebih tinggi dari pada fasies dari Pulau Singkep (rata-rata 166 ppm) (Irzon, 2015). Perbedaan kadar REE tersebut sangat mungkin terkait dengan karakter peralumina yang lebih kuat pada fasies dari Pulau Singkep.

Granit tipe-I lebih berasosiasi kuat dengan elemen Cu-Au-Mo sedangkan tipe-S terkait dengan keberadaan Sn (timah) maupun W (wolfram) (Tabel 1). Asosiasi elemen ini terkait dengan sumber, fugasitas oksigen, dan tingkatan fraksionasi magma. Secara sederhana, Cu, Mo, dan Sn adalah deret bahan dengan tingkat fraksionasi dari rendah ke tinggi. Dengan berjalannya fraksionasi maka jumlah Cu akan makin menurun sedangkan Sn makin terkayakan (Christiansen dan Keith, 1996). Jika fraksionasi dapat disamakan dengan proses diferensiasi, dimana terjadi kenaikan jumlah  $\text{SiO}_2$ , maka dapat disimpulkan bahwa Sn terdapat pada

bahan dengan  $\text{SiO}_2$  tinggi yang merupakan salah satu penciri granitoid tipe-S. Tidak seluruh daerah dengan granitoid tipe-S diketahui sebagai penghasil timah. Pulau Singkep yang telah lama dikenal sebagai penghasil timah dapat diasosiasikan dengan granit tipe-S stanniferous karena berada dalam 'Main Renge Granite Province' (Barber dr., 2005).

#### Penggunaan Data Geokimia pada Klasifikasi Frost dr. (2001)

Karakter ferroan pada Granit Muncung lebih mendominasi dari pada magnesian setelah data geokimia diplot dalam diagram  $\text{SiO}_2$  terhadap  $\text{Fe}^{\text{total}}/(\text{Fe}^{\text{total}}+\text{MgO})$  (Frost dr., 2001) (Gambar 6a). Lebih rendahnya kandungan magnesium secara umum relatif terhadap besi pada satuan ini tergambar melalui karakter ferroan tersebut. Granitoid ferroan sangat berhubungan dengan terbatasnya jumlah  $\text{H}_2\text{O}$  dan rendahnya fugasitas oksigen saat pelelehan magma (Odewumi dan Olarewaju, 2013). Selain itu, magma ferroan dapat pula disebabkan oleh terjadinya fraksionasi berkelanjutan yang diikuti dengan pengayaan besi, namun hal ini tampaknya tidak menjadi penyebab karena tidak tampak adanya pengayaan Fe pada plot Fe vs  $\text{SiO}_2$  pada penelitian sebelumnya (Irzon, 2015).

Contoh terpilih berkarakter alkali-calcic dan cenderung alkalic (Gambar 6b). Sifat ini dapat berasal dari sumber magma pembentuk granitoid maupun sejarah diferensiasinya. Batuan yang berasal dari sumber yang tinggi Potassium dan Sodium namun sedikit memiliki Kalsium akan cenderung menghasilkan sifat alkalic, maupun sebaliknya yang justru menghasilkan jenis *calcic* (Odewumi dan Olarewaju, 2013).

Proses penambahan K dan Na, maupun pengurangan Ca selama diferensiasi juga akan memunculkan granitoid alkalic (Frost dr., 2001). Fakta ini sesuai dengan plot K vs SiO<sub>2</sub> pada penelitian sebelumnya (Irzon, 2015).

Level ke tiga dari klasifikasi yang diajukan oleh Frost dr. (2001) adalah perhitungan *Aluminium Saturation Index* (ASI) yang tidak jauh berbeda dari skema Shand (1943). Sedikit perbedaan adalah mengenai cara mendapatkan variabel A/CNK dan ASI. Meski sama-sama menggunakan basis molar, A/CNK diperoleh dengan perhitungan  $Al_2O_3 / (CaO + Na_2O + K_2O)$ , sedangkan ASI menggunakan rumus  $Al / (Ca - 1,67P + Na + K)$ . Contoh akan dikategorikan sebagai peralumina bila ASI > 1,0, namun bila ASI < 1,0 dan molekular  $Na + K < Al$  maka dimasukkan dalam kelompok metalumina (Frost dr., 2001). Karakter peralumina juga ditunjukkan melalui *plotting* ASI contoh Granit Muncung dari Pulau Singkep (Gambar 6c) yang sesuai dengan plot ANK vs A/CNK sebelumnya. Karakter peralumina pada contoh berhubungan dengan kandungan mineral utama yang kaya aluminium yang terdapat pada contoh terpilih seperti biotit  $(K(Mg,Fe)_3(AlSi_3O_{10})(F,OH)_2)$  dan muskovit  $(KAl_2(AlSi_3O_{10})(F,OH)_2)$  sebagaimana dikonfirmasi pada data mikroskopis.

## KESIMPULAN

Tinginya kadar SiO<sub>2</sub>, sifat peralumina yang kuat, nilai, maupun fakta Pulau Singkep sebagai penghasil Timah memperkuat hipotesis Granit Muncung yang terdapat di Pulau Singkep sebagai granit tipe-S. Sifat peralumina kuat tersebut juga diduga terkait dengan rendahnya kadar REE pada contoh terpilih bila dibandingkan dengan granit tipe-A maupun granit tipe yang sama dengan sifat peralumina yang lebih lemah. Satuan batuan granitik yang berada di bagian tengah-timur Pulau Singkep ini menunjukkan sifat ferroan yang lebih

dominan dari pada magnesian. Pengayaan natrium dan magnesium yang diikuti penurunan kalsium pada proses diferensiasi sesuai dengan karakter alkali-calcic pada contoh terpilih. Sifat peralumina kuat didukung oleh sedikitnya tiga sisi penelitian: jumlah mineral alumina pada contoh, *plotting* pada diagram A/CNK vs ANK, maupun nilai ASI.

Hasil penelitian ini dapat lebih dipertajam dan diperluas dengan menganalisis kandungan Tantalum (Ta) sehingga tektonika dari pembentukan granit dapat diketahui lebih jauh. Banyak penulis telah membahas mengenai granitoid di Bangka dan Belitung yang juga merupakan kelanjutan sabuk timah di Asia Tenggara. Namun demikian, belum dilakukan perbandingan pola REE pada granitoid yang berada dalam sabuk timah yang sama pada berabagi tempat di Indonesia. Klasifikasi granitoid dari daerah studi dapat lebih diperkuat menggunakan analisis isotop, yakni isotop Oksigen (O) maupun Stronsium (Sr).

## UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur atas berkah Tuhan Yang Maha Kuasa atas selesainya tulisan ini, juga keluarga yang telah memberi dukungan penuh. Penelitian ini terlaksana atas program penelitian keterdapatan REE yang didanai oleh Pusat Survei Geologi. Studi ini telah banyak dibantu oleh Bapak Syahrir Andi Mangga dalam membuka wawasan mengenai batuan beku secara terperinci. Bapak Ildrem Syafri dan Bapak Johannes Hutabarat dari Universitas Padjadjaran telah memberi masukan mengenai pemanfaatan data geokimia. Laboratorium Geologi – Pusat Survei Geologi sangat berperan dalam analisis kimia maupun mikroskopis pada tulisan ini, terutama Bapak Sigit, Bapak Kurnia, Ibu Irfanny, Indah, dan Citra. Juga kami ucapkan terimakasih pada banyak pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu.

## ACUAN

- Antunes, I.M.H.R., Neiva, A.M.R., Silva, M.M.V.G. dan Corfu, F. 2008. *Geochemistry of S-type granitic rocks from the reversely zoned Castelo Branco pluton (central Portugal)*. Lithos 103: 445–465
- Arndt, N.T. 2013. *Formation and Evolution of the Continental Crust*. Geochemical Perspectives. v. 2(3): 405–529
- Barber, A.J., Crow, M.J. dan Milsom, J.S. 2005. *Sumatera: Geology, Resources and Tectonic Evolution: Memoirs 31*. Geological Society, London.
- Chappel, B.W. dan White, A.J.R. 1974. Two contrasting granite types. *Pacific Geology* v.8: 173–174.
- Chappel, B.W. dan White, A.J.R. 2001. Two contrasting granite types: 25 years later. *Australian Journal of Earth Sciences*. v. 48: 489–499



- Christiansen, E.H. and Keith, J.D. 1996. *Trace element systematics in silicic magmas: a metallogenic perspective*. In: *Trace Element Geochemistry of Volcanic Rocks: Applications for Massive Sulfide Exploration*, Geological Association of Canada, Short Course Notes, D.A. Wyman (ed.), vol. 12: 115-151.
- Cid, J.P., Nardi, L.V.S., Conceicao, H. dan Bonin, B. 2001. Anorogenic alkaline granites from northeastern Brazil: major, trace, and rare earth elements in magmatic and metamorphic biotite and Na-mafic minerals. *Journal of Asian Earth Sciences*, v.19: 375-397.
- Clemens, J.D., Holloway, J.R. dan White, A.J.R. 1986. Origin of an A-type granite: Experimental constraint. *American Mineralogist*, v.71: 317-324.
- Colombo, F., Lira, R. dan Dorais., M.J. 2010. Mineralogy and crystal chemistry of micas from the A-type El Portezuelo Granite and related pegmatites, Catamarca (NW Argentina). *Journal of Geoscience*, v. 55: 43-56
- De La Roche, H., Leterrier, J., Grandclaude, P. dan Marchal, M. 1980. A classification of volcanic and plutonic rocks using R1-R2 diagrams and major element analyses- its relationship and current nomenclature. *Chemical Geology* v.29: 193- 210
- Frost, B.R., Barnes, C.G., Collins, W.J., Arculus, R.J., Ellis, D.J. dan Frost, C.D. 2001. A Geochemical Classification of Granitic Rocks. *Journal of Petrology* 42 (11): 2033-2048.
- Imai, A., Sanematsu, K., Ishida, S., Watanabe, K. dan Boosayak, J. 2008. Rare Earth Elements in Weathered Crust in Sn-Bearing Granitic Rocks in Southern Thailand. *Proceedings of the International Symposia on Geoscience Resources and Environments of Asian Terranes (GREAT 2008)*, 4th IGCP 516, and 5th APSEG; Bangkok, Thailand
- Irzon, R., Sendjadja, P., Kurnia, Imtihanah dan Soebandrio, J. 2014. Kandungan Rare Earth Elements dalam Tailing Tambang Timah di Pulau Singkep. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, v.15(3).
- Irzon R. 2015. Contrasting Two Facies of Muncung Granite in Lingga Regency Using Major, Trace, and Rare Earth Element Geochemistry. *Indonesian Journal on Geoscience*, v.2(1): 23-33
- Jaenudin, J., Susanto, H., dan Pertamina, Y., 2011 Penelitian Pemboran Potensi Bahan Galian di Wilayah Bekas Tambang Timah Daerah Pulau Singkep, Kabupaten Lingga, Provinsi Kepulauan Riau. *Prosiding Hasil Kegiatan Pusat Sumber Daya Geologi Tahun 2011*.
- Kilpatrick, J. A. dan Ellis, D. J., 1992. C-type magmas: igneous charnockites and their extrusive equivalents. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences* v.83: 155–164.
- Odewumi, S.C. dan Olarewaju, V.O. 2013. Petrogenesis and Geotectonic Settings of the Granitic Rocks of Idofin-osieruku Area, Southwestern Nigeria using Trace Element and Rare Earth Element Geochemistry. *Journal of Geology & Geoscience*, v.2, doi:10.4172/jgg.1000109.
- Potts, P.J. 1987. *A Handbook of Silicate Rock Analysis*. Glasgow, Blackie & Sons Ltd.
- Shand S.J., 1943. *Eruptive Rocks; Their Genesis, Composition, Classification, and their Relation to Ore Deposits, with a chapter on Meteorites* (revised second edition): Hafner Publishing Co., New York, 444p.
- Streickeisen, A.L. 1974. Classification and Nomenclature of Plutonic Rocks. Recommendation of the IUGS Subcommission on Systematics of Igneous Rocks. *Geol. Rundschau* 63: 773-786
- Sutisna, K., Burhan, G., dan Hermanto, B. 1994. *Peta Geologi Lembar Dabo, Sumatera, skala 1:250.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Suwargi, E., Padiarto, B., dan Islah, T. 2010. Potensi Logam Tanah Jarang di Indonesia. *Buletin Sumber Daya Geologi* v.5 (3): 131-140
- Windley, B.F. 1993. Proterozoic anorogenic magmatism and its orogenic connections. *Journal of the Geology Society*, London, v.150: 39-50.