

REINTEPRETASI GENESA PEMBENTUKAN GRANITOID LAMPUNG BERUMUR KAPUR-PALEOGEN DAN IMPLIKASI TEKTONIKNYA

Angga Jati Widiatama^{1,2,*}, Rezki Naufan Hendrawan^{1,2}

¹Program Studi Teknik Geologi, Institut Teknologi Sumatra, Indonesia

²Pusat Riset dan Inovasi Teknologi Mineral dan Kebumihan, Institut Teknologi Sumatra, Indonesia

*Corresponding author. Email: angga.widiatama@gl.itera.ac.id

Manuscript received: 14 January 2022; Received in revised form: 15 April 2022; Accepted: 16 Agustus 2022

Abstrak

Granit di Provinsi Lampung banyak tersingkap, namun belum banyak yang membahas sehingga masih menimbulkan perdebatan terutama dalam konteks episode tektonik pembentukannya. Penelitian ini bertujuan menjelaskan pembentukan granitoid Lampung dalam kerangka tektonostratigrafi. Penelitian dilaksanakan dengan melakukan pemetaan lapangan di empat tempat yaitu Tanjungbintang, Branti, Padean dan Tarahan. Genesa pembentukan granitoid dijelaskan dengan pendekatan tektonik berdasarkan urutan umur batuan. Penelitian ini menunjukkan bahwa granitoid Lampung dapat dibagi menjadi tiga tektonostratigrafi berbeda yaitu granitoid hasil subduksi, granitoid hasil kolisi-delaminasi, dan granitoid hasil pascapembentukan pegunungan. Granitoid hasil subduksi dicirikan dengan litologi granitoid hingga tonalit yang menerobos batuan metamorf. Granitoid yang berasosiasi dengan kolisi-delaminasi dicirikan dengan migmatit hingga leukogranit serta granodiorit terfoliasi. Granitoid hasil hancuran pascapembentukan pegunungan dicirikan dengan mikrogranit yang berasosiasi dengan batuan mafik-intremidiet berupa basalt, diabas, dan andesit.

Kata Kunci: Granitoid; tektonostratigrafi; Woyla-Sumatra Barat; Lampung.

Abstract

Granite in Lampung Province is widely exposed but not much has been discussed so that it is still causing debate, especially in the context of the tectonic episode of its formation. This study aims to reconstructed formation of the Lampung granitoid in a tectonostratigraphic framework. The research was carried out by mapping the field in four places, Tanjung Bintang, Branti, Padean, and Tarahan to reconstructed genesis of granitoid formation using a tectonic approach based on the order of rock age. This study shows that the Lampung granitoids can be divided into three different tectono-stratigraphy, are subduction related granitoids, collision-delamination granitoids, and post-orogenic granitoids. Subduction related granitoids characterized by granitoid to tonalite lithology that cross cutting metamorphic rocks. Collision-delamination related granitoids are characterized by migmatite to leucogranite and foliated granodiorite. Post-orogenic collapse granitoids characterized by microgranite associated with mafic-intermediet rock such as basalt, diabase, and andesite.

Keywords: Granitoid; tectonostratigraphy; Woyla-West Sumatra; Lampung.

Pendahuluan

Geologi wilayah Lampung merupakan tinggian batuan alas sehingga litologi penyusunnya didominasi batuan kristalin (Crow, 2005; Milsom dan Walker, 2005; Wilson, 2005). Salah satu penyusun batuan kristalin di Lampung adalah granitoid yang terbentuk dari pluton yang tersingkap ke permukaan (Gasparon dan Varne, 1995; McCourt dkk., 1996; Cobbing, 2005). Aksesibilitas dan kondisi vegetasi yang didominasi hutan serta tingginya intensitas pelapukan menyebabkan singkapan batuan relatif sukar dijumpai sehingga penyelidikan geologi Lampung relatif minim (Mangga dkk., 1994; Barber dkk., 2005).

Granitoid merupakan istilah umum untuk kategori beragam batuan beku berukuran kristal kasar dengan komposisi dominan berupa kuarsa, plagioklas, dan alkali feldspar (Streckeisen, 1974). Lampung menyingkap granitoid dengan umur yang beragam (McCourt dkk., 1996; Bellon dkk., 2004) sehingga diperkirakan terbentuk akibat proses yang berbeda. Penelitian terhadap granitoid Lampung relatif terbatas dan belum memberikan model tektonik yang sesuai dengan penelitian tektonik terbaru (misalnya Barber dan Crow, 2009; Hutchison, 2014; Zahirovic dkk., 2014; Advokaat dkk., 2018). Pada model tektonik penelitian terbaru terdapat kondisi tatanan tektonik yang berbeda dan menghasilkan karakteristik batuan berbeda dan tentunya setiap kondisi tektonik memiliki penciri yang khas dan jelas perbedaannya.

Pemahaman kerangka tektonik Pulau Sumatra dalam dua puluh tahun kebelakang telah mengalami perubahan yang cukup signifikan. Hal ini juga berpengaruh terhadap tatanan tektonik Lampung dan sekitarnya. Mangga dkk. (1994) serta Amin dkk. (1994) melakukan pemetaan geologi wilayah Lampung dan sekitarnya menyandingkan batuan alas di Lampung yang berupa batuan metamorf Kompleks Gunungkasih dengan Kelompok Tapanuli

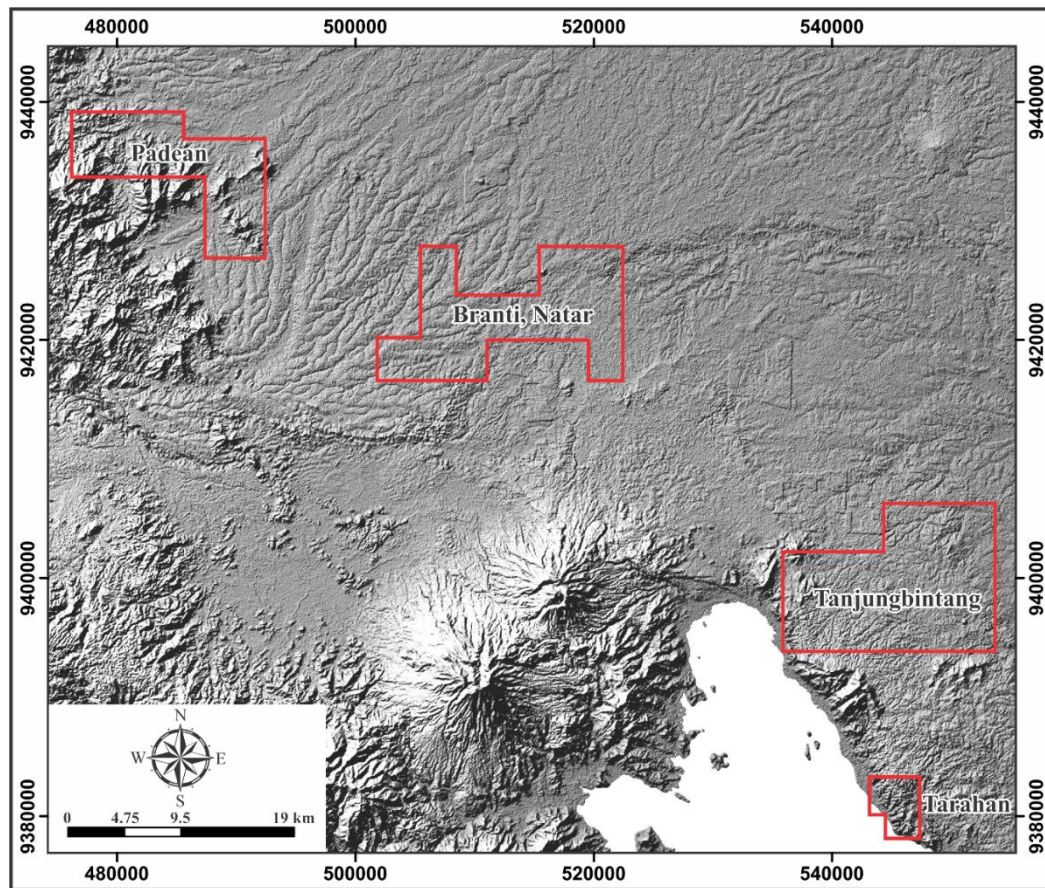
di Sumatra Utara. Kelompok Tapanuli merupakan batuan yang berasosiasi dengan *terrain* Sibumasu (Hutchison, 1994; 2014; Barber dan Crow, 2003; 2009; Barber dkk., 2005; Wakita dan Metcalfe, 2005) sehingga dapat dikatakan bahwa kesebandingan batuan berumur Paleozoikum dan Mesozoikum tidak relevan lagi dengan penelitian terbaru. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui genesa pembentukan granitoid Lampung dengan pendekatan tektonostratigrafi.

Metode Penelitian

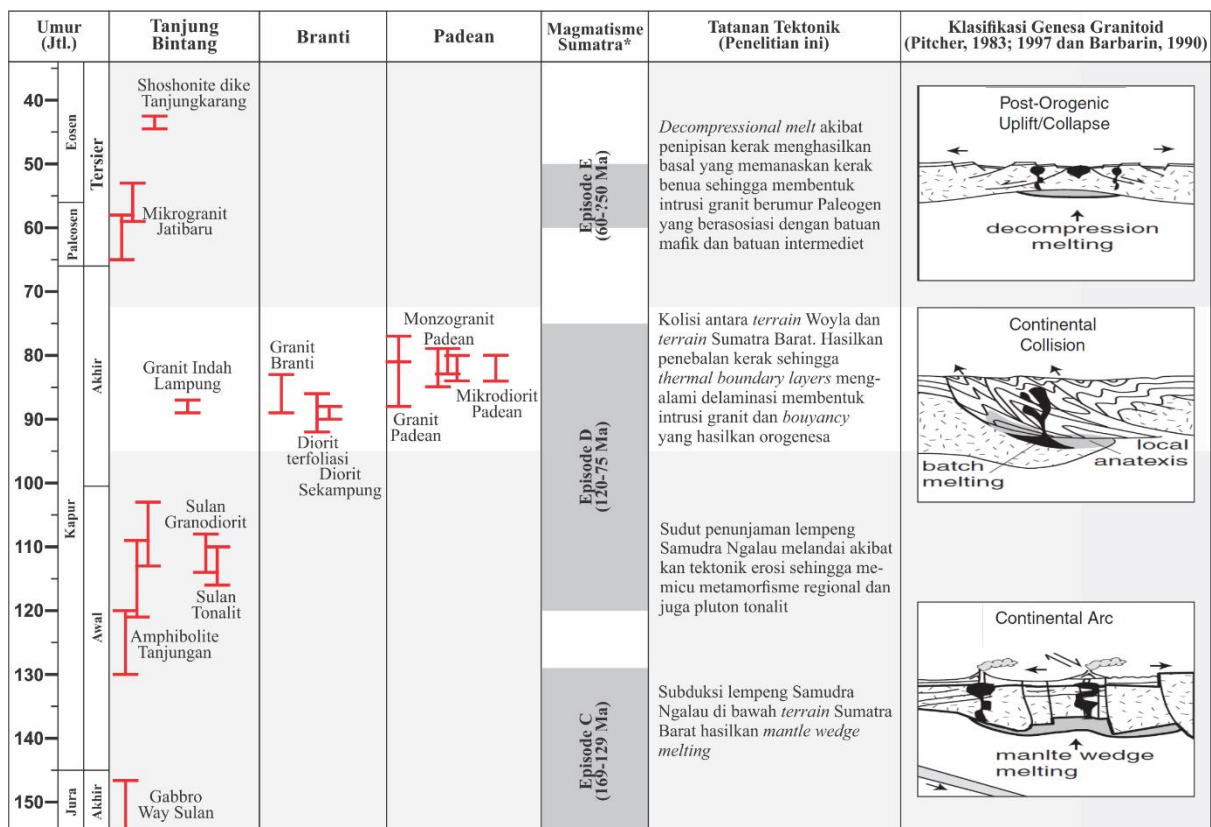
Lokasi penelitian terletak di Kabupaten Lampung Selatan hingga Kabupaten Lampung Tengah yang meliputi empat daerah berbeda yaitu di Tanjungbintang, Branti, Padean, dan Tarahan (Gambar 1). Metode penelitian dilakukan dengan observasi singkapan batuan untuk mengidentifikasi struktur, tekstur, dan komposisi mineral penyusun batuan. Nama batuan diambil berdasarkan modal komposisi mineral penyusun yang diplot pada diagram diskriminan batuan beku fanerik Streckeisen (1974). Umur batuan pada daerah penelitian diambil dari beberapa penelitian yaitu satu sampel umur gabbro dari Katili (1973); McCourt dan Cobbing (1993); tiga sampel batuan metamorf diambil dari Mangga dkk. (1994) yang dilakukan plot pada tabel umur absolut untuk mendapatkan pola sebaran umur batuan (Gambar 2). Data asosiasi jenis batuan, hubungan di lapangan, dan umur batuan selanjutnya dianalisis dengan pendekatan tektonostratigrafi.

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan observasi di lapangan pada daerah penelitian dijumpai enam jenis granitoid yaitu: monzogranit, granodiorit, granit, tonalit, migmatit, dan riolit. Batuan tertua yang berhasil dilakukan pengukuran umur absolut di Lampung adalah Gabro Way Sulan (McCourt dan Cobbing, 1993) yang dijumpai di sekitar Tanjungbintang.



Gambar 1. Lokasi penelitian granitoid Lampung.



Gambar 2. Diagram umur absolut granitoid Lampung dan intepretasi tatanan tektonik pembentuknya. Magmatisme Sumtra berdasarkan McCourt dkk. (1996), Klasifikasi granitoid berdasarkan posisi tektonik merujuk kepada Pitcher (1983; 1997) dan Barbarin (1990).

Granitoid Kapur Awal

Granitoid berumur Kapur Awal tersingkap di Way Sulan, Tanjungbintang, Lampung Selatan yang terdiri dari granodiorit, monzogranit, dan tonalit. Memiliki struktur masif, tektur fanerik, ukuran kristal sedang (1-5 mm) hingga kasar (5-7 cm). Granitoid dijumpai tidak homogen namun bergradasi dari granodiorit menjadi tonalit atau monzogranit (Gambar 3A). Ketiga granitoid tersebut menerobos sekis hijau yang ditunjukkan dengan adanya *xenolith* berupa sekis hijau didalam tubuh granodiorit-tonalit (Gambar 3B). Selain itu granitoid berumur Kapur Awal juga dijumpai menerobos sekis kuarsa-muscovit-garnet yang tersebar dari Tanjungbintang hingga Tarahan.

Granitoid Kapur Akhir

Granitoid berumur Kapur Akhir banyak tersingkap di Branti, Lampung Selatan hingga Padean Lampung Tengah yang terdiri dari migmatit, granodiorit, granodiorit terfoliasi, granit, monzogranit, dan leukogranit. Batas antar jenis granitoid relatif sukar diamati dan cenderung bergradasi dari satu jenis granitoid ke granitoid yang lain. Granitoid umumnya memiliki struktur batuan masif, ukuran kristal dari halus (kurang dari 10 mm) hingga sedang (1-5 mm). Di Bendung Argoguru, Branti dijumpai granitoid yang memiliki struktur penjajaran butir kristal penyusunnya (Gambar 3C) sedangkan pada migmatit dijumpai leukogranit yang merupakan hasil pelelehan sebagian (*partial melting*) dari mineral felsik yang ada pada granodiorit. Pelelehan hanya terjadi pada mineral felsik sedangkan mineral mafik seperti hornblend dan piroksen menunjukkan penjajaran namun tidak mengalami pelelehan sebagian (Gambar 3D).

Granitoid Paleogen

Granitoid umur Paleogen di Lampung juga berasosiasi dengan diorit, andesit, basal, diabas, riolit, dan tufa padu yang dapat

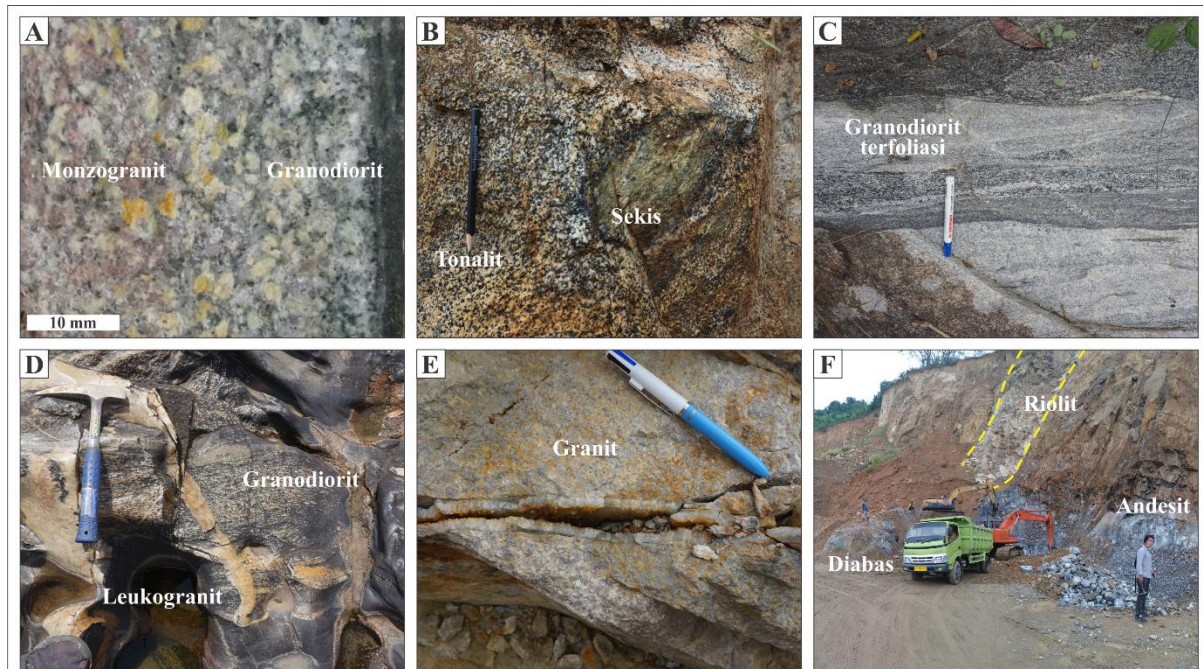
dijumpai di sekitar Tanjungbintang hingga Tarahan. Granitoid berumur Paleogen tersingkap di sekitar Tanjungbintang, Lampung Selatan yang dijumpai sebagai mikrogranit dan juga riolit (Gambar 3E). Mikrogranit memiliki struktur masif, dengan testur ukuran kristal halus (kurang dari satu mm). Riolit dijumpai memiliki bentuk intrusi diskordan sebagai korok yang memotong andesit dan diabas (Gambar 3F). Granit diinterpretasikan terbentuk sebagai pluton yang membentuk batolit sedangkan riolit terbentuk pada kedalaman yang lebih dangkal dan relatif mendekati permukaan. Diorit dijumpai hadir sebagai batuan pluton yang menerobos sekis, sedangkan andesit dan basalt dijumpai sebagai intrusi dan aliran yang menunjukkan struktur vesikuler hingga amygdaloidal, kekar berlembar dan afanit. Aliran basal dijumpai pada bagian dasar sungai yang ditindih oleh tufa padu.

Tektonostratigrafi Lampung

Pada umur Kapur Awal bagian akhir mulai terjadi tabrakan antara busur gunungapi Woyla dengan *terrain* Sumatra Barat (Barber, 2000; Barber dan Crow, 2003; 2009; Advokaat dkk., 2018). Sekis kuarsa-muscovit-garnet diinterpretasikan merupakan produk subuksi lempeng samudra Ngalau di bawah *terrain* Sumatra Barat (Gambar 4). Subduksi lempeng Samudra Ngalau yang terjadi secara diakronus (Advokaat dkk., 2018) menyebabkan terjadinya sesar mendatar sehingga membentuk batuan metamorf yang berasosiasi dengan lingkungan dengan *stress* tinggi yang ditunjukkan dengan keberadaan mylonit yang tersingkap di Girirejo, Tanjungbintang. Mylonit terbentuk pada zona *plastic deformation* yang berada pada kedalaman lebih dari lima belas kilometer dari permukaan (Fossen, 2010). Bidang lemah akibat sesar dapat menyebabkan naiknya magma dan membentuk batuan beku disepanjang bidang sesar (Allen dan Allen, 2013; Hennig dkk., 2017). Hal ini sejalan dengan asosiasi batuan yang tersingkap di

Tanjungbintang dan Tarahan yang terdiri dari batuan metamorf sekis hijau yang

diintrusi tonalit dan berasosiasi dengan milonit.



Gambar 3. (A) Monzogranit yang bergradasi menjadi granodiorit di Tanjungbintang, (B) Intrusi granitoid yang menunjukkan *xenolit* sekis hijau pada tonalit di Girirejo, Tanjungbintang, (C) Granodiorit terfoliasi yang tersingkap di Branti, (D) Migmatit Branti, (E) Mikrogranit Jatibaru (F) Intrusi riolit memotong andesit dan diabas di Gunungsahal, Tanjungbintang.

Salah satu alternatif mekanisme tonalit adalah akibat tektonik erosi yang menyebabkan peleburan kembali (*remelting*) kerak benua yang berasosiasi subduksi yang melandai sehingga membentuk kantong gabro (Cobbing dan Pitcher, 1983). Selain itu pada studi eksperimental menunjukkan bahwa tonalit dapat terbentuk oleh fusi parsial batuan basaltik-andesitik dalam kondisi hidrous (Wyllie, 1988; Johannes dan Holtz, 1996). Dijumpainya batuan metamorf amphibolit oleh Mangga dkk. (1994) di Tanjungan, Tanjungbintang diperkirakan merupakan bagian kerak benua yang lebih dalam sehingga memiliki kondisi fasies yang lebih tinggi dibandingkan sekis hijau yang dijumpai di Sulan, Tanjungbintang dan Tarahan. Tektonostratigrafi granitoid berumur Kapur Awal bagian akhir ditafsirkan terbentuk pada lingkungan subduksi antara lempeng Samudra Ngalau yang melandai dibawah *terrain* Sumatra Barat (Gambar 4).

Pada umur Kapur Akhir bagian Awal lempeng Samudra Ngalau habis tersubduksi dibawah *terrain* Sumatra barat sehingga menyebabkan tabrakan antara busur gunungapi Woyla dengan tepi *terrain* Sumatra Barat (Barber dan Crow, 2009; Advokaat dkk., 2018). Tabrakan ini menyebabkan penebalan kerak sehingga tekanan akibat tabrakan menyebabkan terjadinya pelelehan sebagian material kerak bumi (*partial melting of recycled crustal material*) yang berkomposisi dominan mineral kuarsa dan alkali feldspar. Hal ini memicu pembentukan migmatit dan leukogranit (Pitcher, 1983; 1997) di daerah Branti dan juga Jundeng (Sagara, 2016) sedangkan dijumpainya granodiorit yang mineral mafik dan felsiknya tersegregasi dan juga mengalami foliasi ditafsirkan akibat kontrol struktur yang menyebabkan penjajaran mineral pada granodiorit. Granitoid umur Kapur Akhir di Lampung dijumpai terpisah-pisah seperti di Branti dan Padean. Hal ini

ditafsirkan merupakan bagian dari batolit yang mengalami erosi dan pengangkatan dari kerak yang menebal sehingga menyingkap pluton.

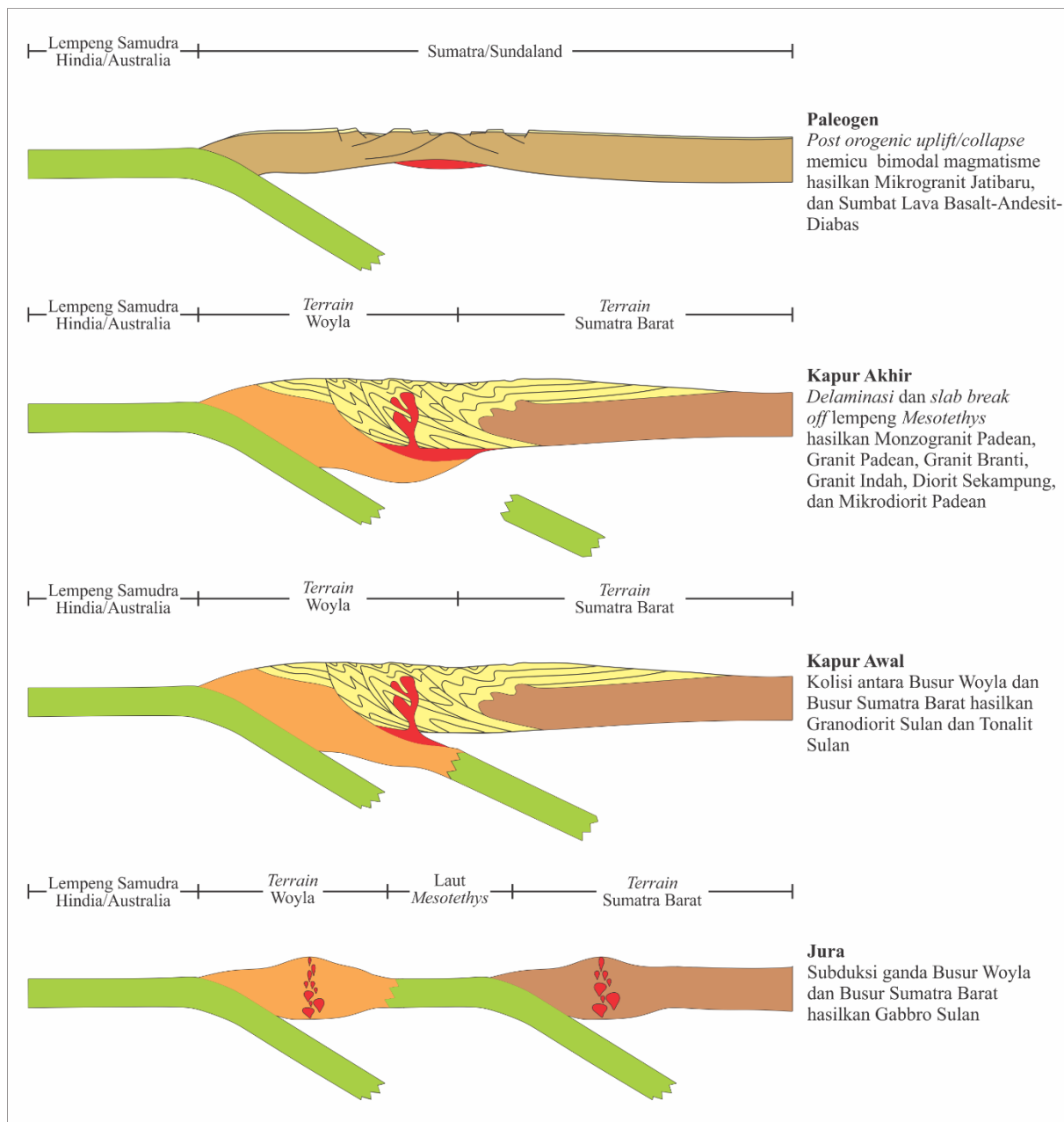
Tektonostratigrafi granitoid berumur Kapur Akhir bagian awal ini ditafsirkan terbentuk dari penebalan kerak akibat tabrakan antara busur gunungapi Woyla dengan *terrain* Sumatra Barat (Gambar 4). Saat kondisi kerak telah menjadi stabil akan menghasilkan dua kemungkinan kondisi yang dapat terjadi yaitu kompresi berhenti atau lapisan batas termal (*thermal boundary layer*) yang tebal dan padat akan hilang akibat delaminasi yang akan diikuti runtuhnya kerak, penipisan litosfer, dan astenosfer yang naik (Winter, 2014). Magmatisme pascaorogenik biasanya terkait dengan *extensional collapse* dari suatu pegunungan. Hal ini akan memicu pelelehan akibat kehilangan tekanan (*decompressional melt*) dari astenosfer yang menghasilkan bimodal magmatisme pascaorogenik dengan dua jenis magma yang berbeda yaitu magma mafik yang berasal dari mantel dan juga magma felsik akibat pelelehan kerak (Winter, 2014).

Batuan beku berumur Paleogen di Lampung terdiri dari batuan beku bersifat mafik hingga felsik baik yang terbentuk secara plutonik maupun vulkanik yang terdiri dari granit, riolit, diorite, andesit, basal, diabas, riolit, dan tufa padu (Gambar 4). Munculnya batuan plutonik berupa granit berumur Paleogen di Tanjungbintang yang berasosiasi dengan diorite, basal, diabas, dan riolit berumur Paleogen mengindikasikan fenomena bimodal vulkanisme yang terjadi pasca-pembentukan pegunungan (*post orogeny collapse*). Pitcher (1997) serta Winter (2014) menjelaskan bahwa granit berasal dari kerak kontinen namun penipisan kerak dapat memicu naiknya astenosfer (magma mafik) sehingga panas yang ada menyebabkan pencairan dekompresi kerak kontinen dan membentuk granitoid. Hal ini

merupakan mekanisme yang menjadi pembentuk granitoid berumur Paleogen di Lampung.

Batuan beku mafik di Lampung dijumpai berupa basal, andesit, hingga diabas yang mengindikasikan batuan vulkanik hingga intrusi dangkal. Bellon dkk. (2004) mengidentifikasi sifat geokimia intrusi dan lava ini shoshonitik atau tinggi unsur alkali yang menandakan telah mengalami asimilasi dengan kerak kontinen. Selain itu lava berumur Paleogen di Lampung diinterpretasi terbentuk dari tipe *orogenic* (dapat berupa subduksi atau kolisi) yang ditunjukkan dengan tingginya unsur tanah jarang ringan (LREE), tingginya *large ion lithophile element* (LILE), anomali rendahnya niobium, serta anomali unsur Ti yang rendah. Winter (2014) menjelaskan bahwa magma bersifat mafik yang berasal dari mantel bumi bergerak menuju ke permukaan melalui patahan normal yang menyertai proses ekstensi hal ini menjadi penjelasan alasan *post-orogenic* magmatisme umumnya memiliki bimodal magma. Hal tersebut sesuai dengan karakteristik magmatisme berumur Paleogen Lampung yang menunjukkan asosiasi granitoid dengan batuan beku mafik hingga intermediet yang cenderung mengalami asimilasi akibat pergerakan magma yang lambat.

Mangga dkk. (1994) serta Amin dkk. (1994) mengkaitkan magmatisme umur Paleogen Lampung dengan Formasi Kikim di Sumatra Selatan (Gafoer dkk., 1993) dan juga *Old Andesite Formation* pada busur Sunda yang merupakan busur gunungapi yang terbentuk akibat penunjaman lempeng Samudra Hindia di bawah Sundaland (Soeria-Atmadja dkk., 1994; Soeria-Atmadja dan Noeradi, 2005). Hal ini hendaknya harus dikaji lebih lanjut karena asosiasi batuan penyerta dan konteks tektonostratigrafinya berbeda jika dikaitkan dengan periode genesa pembentukan granitoid di Lampung.



Gambar 4. Model tektonik pembentukan granitoid di daerah Lampung dan sekitarnya.

Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa granitoid Lampung dapat dikelompokkan menjadi tiga tektonostratigrafi berbeda yaitu: (1) Granitoid berumur Kapur Awal terbentuk akibat proses subduksi dan tektonik erosi yang mengintrusi batuan metamorf; (2) Granitoid berumur Kapur Akhir terbentuk akibat proses kolisi-delaminasi yang dicirikan dengan keberadaan migmatit hingga leukogranit; (3) Granitoid berumur Paleogen terbentuk akibat hasil runtunan pasca-pembentukan

pegunungan (*post collisional collapse*) dicirikan dengan mikrogranit yang berasosiasi dengan batuan mafik-intermediet berupa basal, diabas, dan andesit.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih ditujukan kepada seluruh pihak yang telah membantu penelitian ini, Rinaldi Ikhran, Rikza Nur Faqih An Nahar, Sandi, Ruben, dan Mario yang telah membantu pengambilan data

lapangan dan pembuatan peta serta para reviewer yang memberikan saran konstruktif terhadap tulisan ini sehingga menjadi lebih baik.

Daftar Pustaka

- Advokaat, E.L., Bongers, M.L., Rudyawan, A., BouDagher-Fadel, M.K., Langereis, C.G. dan van Hinsbergen, D.J. 2018. *Early Cretaceous origin of the Woyla arc (Sumatra, Indonesia) on the Australian plate*. Earth and Planetary Science Letters. 498, pp.348-361.
<https://doi.org/10.1016/j.epsl.2018.07.001>
- Allen, P.A. dan Allen, J.R., 2013. *Basin analysis: Principles and application to petroleum play assessment*. John Wiley & Sons. (ISBN: 978-0-470-67377-5).
- Amin, T.C., Sidarto., Santosa, S. dan Gunawan, W. 1994. *Geologi Lembar Kotaagung, Sumatera Skala 1: 250.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Barbarin, B. 1990. *Granitoids: main petrogenetic classifications in relation to origin and tectonic setting*. Geological Journal. 25(3-4), pp.227-238.
<https://doi.org/10.1002/gj.3350250306>
- Barber, A.J. 2000. *The origin of the Woyla Terranes in Sumatra and the Late Mesozoic evolution of the Sundaland margin*. Journal of Asian Earth Sciences. 18(6), pp.713-738.
[https://doi.org/10.1016/S1367-9120\(00\)00024-9](https://doi.org/10.1016/S1367-9120(00)00024-9)
- Barber, A.J. dan Crow, M.J. 2003. *An evaluation of plate tectonic models for the development of Sumatra*. Gondwana Research. 6(1), pp.1-28.
[https://doi.org/10.1016/S1342-937X\(05\)70642-0](https://doi.org/10.1016/S1342-937X(05)70642-0)
- Barber, A.J. dan Crow, M.J. 2009. *Structure of Sumatra and its implications for the tectonic assembly of Southeast Asia and the destruction of Paleotethys*. Island Arc. 18(1), pp.3-20.
<https://doi.org/10.1111/j.1440-1738.2008.00631.x>
- Barber, A.J., Crow, M.J. dan De Smet, M.E.M. 2005. *Tectonic evolution*. Geological Society, London, Memoirs. 31(1), pp.234-259.
<https://doi.org/10.1144/GSL.MEM.2005.031.01.14>
- Bellon, H., Maury, R.C., Soeria-Atmadja, R., Cotten, J. dan Polvé, M. 2004. *65 my-long magmatic activity in Sumatra (Indonesia), from Paleocene to Present*. Bulletin de la Société géologique de France. 175(1), pp.61-72.
<https://doi.org/10.2113/175.1.61>
- Cobbing, E.J. dan Pitcher, W.S. 1983. *Andean plutonism in Peru and its relationship to volcanism and metallogenesis at a segmented plate edge*. Geological Society of America Memoir. 159, pp.277-291.
<https://doi.org/10.1130/MEM159-p277>
- Cobbing, E.J. 2005. *Granites*. Geological Society, London, Memoirs. 31(1), pp.54-62.
<https://doi.org/10.1144/GSL.MEM.2005.031.01.05>
- Crow, M.J. 2005. *Pre-Tertiary volcanic rocks*. Geological Society, London, Memoirs. 31(1), pp.63-85.
<https://doi.org/10.1144/GSL.MEM.2005.031.01.06>
- Fossen, H. 2010. *Extensional tectonics in the North Atlantic Caledonides: a regional view*. Geological Society, London, Special Publications 335, no. 1, pp.767-793.
<https://doi.org/10.1144/SP335.31>
- Gafoer, S., Amin, T.C. dan Pardede, R. 1993. *Peta Geologi Lembar Baturaja Sumatera, skala 1:*

- 250.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Gasparon, M. dan Varne, R. 1995. *Sumatran granitoids and their relationship to Southeast Asian terranes*. Tectonophysics. 251(1-4), pp.277-299.
[https://doi.org/10.1016/0040-1951\(95\)00083-6](https://doi.org/10.1016/0040-1951(95)00083-6)
- Hennig, J., Hall, R., Forster, M.A., Kohn, B.P. dan Lister, G.S. 2017. *Rapid cooling and exhumation as a consequence of extension and crustal thinning: Inferences from the Late Miocene to Pliocene Palu Metamorphic Complex, Sulawesi, Indonesia*. Tectonophysics. 712, pp.600-622.
<https://doi.org/10.1016/j.tecto.2017.06.025>
- Hutchison, C.S. 1994. *Gondwana and Cathaysian blocks, Palaeotethys sutures and Cenozoic tectonics in South-east Asia*. In Active Continental Margins—Present and Past (pp. 388-405). Springer, Berlin, Heidelberg.
<https://doi.org/10.1007/BF00210553>
- Hutchison, C.S. 2014. *Tectonic evolution of Southeast Asia*. Bulletin of the Geological Society of Malaysia. 60, pp.1-18.
<https://doi.org/10.7186/bgsm60201401>
- Johannes, W. dan Holtz, F. 1996. *Formation of granitic magmas by dehydration melting*. In Petrogenesis and Experimental Petrology of Granitic Rocks (pp. 264-301). Springer, Berlin, Heidelberg.
<https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2019.102982>
- Katili, J.A. 1973. *Geochronology of West Indonesia and its implication on plate tectonics*. Tectonophysics. 19(3), pp.195-212.
[https://doi.org/10.1016/0040-1951\(73\)90019-X](https://doi.org/10.1016/0040-1951(73)90019-X)
- Mangga, S.A., Amiruddin, Suwarti, T., dan Sidarto. 1994. *Geologi Lembar Tanjungkarang, Sumatera 1: 250,000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- McCourt, W.J. dan Cobbing, E.J. 1993. *The geochemistry, geochronology and tectonic setting of granitoid rocks from southern Sumatra, western Indonesia*. Southern Sumatra geological and mineral exploration project, directorate of mineral resources/ geological research and development center, Bandung, Indonesia.
- McCourt, W.J., Crow, M.J., Cobbing, E.J. dan Amin, T.C. 1996. *Mesozoic and Cenozoic plutonic evolution of SE Asia: evidence from Sumatra, Indonesia*. Geological Society, London, Special Publications, 106(1), pp.321-335.
<https://doi.org/10.1144/GSL.SP.1996.106.01.21>
- Milsom, J. dan Walker, A. 2005. *The gravity field*. Geological Society, London, Memoirs. 31(1), pp.16-23.
<https://doi.org/10.1144/GSL.MEM.2005.031.01.03>
- Pitcher, W.S. 1983. *Granite type and tectonic environment*. In Symposium on mountain building (pp. 19-40).
- Pitcher, W.S. 1997. *The nature and origin of granite*. Springer Science & Business Media. (ISBN: 978-94-011-5832-9).
- Sagara, M.G. 2016. *Morfologi, petrografi, dan kimia mineral migmatit jundeng lampung*. Master thesis, ITB. Tidak dipublikasikan
- Soeria-Atmadja, R., Maury, R.C., Bellon, H., Pringgoprawiro, H., Polve, M. and Priadi, B. 1994. *Tertiary magmatic belts in Java*. Journal of Southeast Asian Earth Sciences. 9(1-2), pp.13-27.
[https://doi.org/10.1016/0743-9547\(94\)90062-0](https://doi.org/10.1016/0743-9547(94)90062-0)

- Soeria-Atmadja, R. dan Noeradi, D. 2005. *Distribution of Early Tertiary volcanic rocks in south Sumatra and west Java*. *Island Arc*, 14(4), pp.679-686.
<https://doi.org/10.1111/j.1440-1738.2005.00476.x>
- Streckeisen, A. 1974. *Classification and nomenclature of plutonic rocks recommendations of the IUGS subcommission on the systematics of igneous rocks*. *Geologische Rundschau*. 63(2), pp.773-786.
<https://doi.org/10.1007/BF01820841>
- Wakita, K. dan Metcalfe, I. 2005. *Ocean plate stratigraphy in East and Southeast Asia*. *Journal of Asian Earth Sciences*, 24(6), pp.679-702.
<https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2004.04.004>
- Wilson, M. 2005. *Modeling the Sumatra-Andaman Earthquake Reveals a Complex, Nonuniform Rupture*. *Journal of Geological Society of India* (Online archive from Vol 1 to Vol 78). 66(4), pp.499-503.
<https://doi.org/10.1063/1.1996463>
- Winter, J.D. 2014. *Principles of igneous and metamorphic petrology* (Vol. 2). Harlow, UK: Pearson education. (ISBN: 1292034769).
- Wyllie, P.J. 1988. *Magma genesis, plate tectonics, and chemical differentiation of the Earth*. *Reviews of Geophysics*. 26(3), pp.370-404.
<https://doi.org/10.1029/RG026i003p00370>
- Zahirovic, S., Seton, M. and Müller, R.D. 2014. *The cretaceous and cenozoic tectonic evolution of Southeast Asia*. *Solid Earth*. 5(1), pp.227-273.
<https://doi.org/10.5194/se-5-227-2014>