

KARAKTER DAN TIPE MINERALISASI HIDROTERMAL DI WILAYAH BOMBANA
BERDASARKAN STUDI MINERALOGI DAN GEOKIMIA

*THE CHARACTER AND TYPE OF HYDROTHERMAL MINERALIZATION IN THE BOMBANA
AREA, BASED ON MINERALOGY AND GEOCHEMISTRY STUDY*

I. Setiawan, S. Indarto, AF. Ismayanto dan Sudarsono

Pusat Penelitian Geoteknologi – LIPI
Jl. Cisitua Sangkuriang, Bandung, 40135
email: iwan@geotek.lipi.go.id; bungafatharani@yahoo.com

Abstrak

Mineralisasi emas Bombana terdapat pada lingkungan batuan malihan, dan belum pernah dilaporkan berhubungan dengan aktivitas magmatisme/vulkanisme. Sementara sebagian besar pembentuk mineral logam berhubungan dengan aktifitas vulkanisme yang membawa mineralisasi. Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan karakter dan tipe cebakan emas Bombana, dengan menggunakan metode petrografi, mineragrafi, inklusi fluida AAS, dan geokimia.

Wilayah Bombana yang terbentuk akibat proses orogenik disusun oleh batuan-batuan malihan, terutama dari fasies sekis hijau, dan batuan ultra mafik. Secara petrografi batuan disebut sekis garnet glaukofan amfibol, peridotit, serpentin, meta batupasir, meta batugamping, meta andesit, batuan ubahan. Sedangkan berdasarkan komposisi unsur utamanya batuan asal memiliki komposisi ultrabasa-asam, membentuk batuan peridotit sampai andesit.

Mineralisasi emas di wilayah Bombana mengindikasikan tipe epitermal-mesotermal, yang ditunjukkan oleh gejala proses hidrotermal berupa perpotongan urat dengan foliasi dan terdapatnya zona alterasi di sekitar urat kuarsa/kalsit. Penemuan ini menunjukkan bahwa mineralisasi terjadi oleh proses hidrotermal setelah proses malihan.

Cebakan bijih disusun oleh emas, pirit, kalkopirit, gutit, lepidokrosit dan sinabar, umumnya berasosiasi dengan urat-urat kuarsa berupa *cavity filling* dan *replacement*. Fluida pembawa mineralisasi diduga yang kaya air dengan salinitas rendah (-0,18-1,78)% berat NaCl ekuivalen, pada kisaran suhu (210-350)°C.

Kata kunci : Bombana, batuan vulkanik, epitermal, proses malihan

Abstract

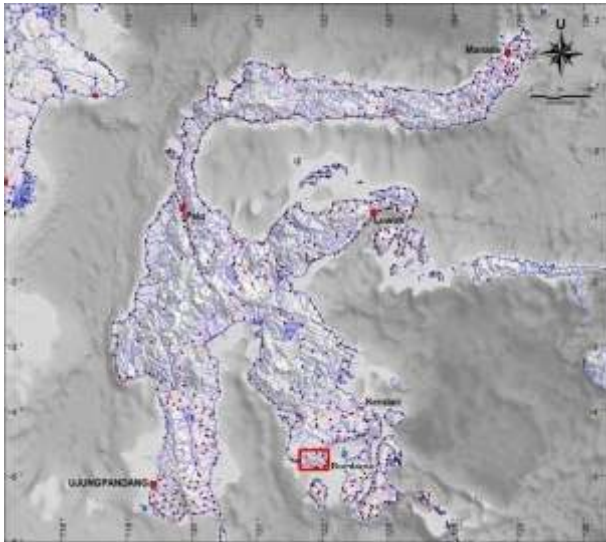
Bombana gold mineralization occurs within metamorphic rocks hosted environment, and it's not yet reported having connection with magmatisme/volcanisme. Therefore most ore mineral deposits have to be related with volcanisme bearing metallic mineralization. The aim of this study is to explain the character and types of gold deposit using petrography, mineragraphy, fluid inclusions, AAS, and geochemistry methods.

Bombana area formed by orogenic activities which is composed by metamorphic rocks mainly consists by greenschist facies and ultra mafic rocks. Petrographically rocks called as garnet glaukofane amphibol schist, peridotite, serpentinite, sandstone meta, limestone meta, andesite meta, and altered rocks. While based on major elements composition, their parent rocks has ultrabasic-acidic rocks composition, formed peridotite to andesite.

Gold mineralization of Bombana area indicates an epithermal-mesothermal type, which is exhibited by hydrothermal evidences such as crosscut veins after foliation and alteration at vicinity of quartz/calcite veins. These indicate that mineralization resulted by hydrothermally process and formed after metamorphism.

Ore minerals consisted of gold, pyrite, chalcopryrite, goethite, lepidocrocite and cinabar and commonly associated with quartz veins as mineralized fluids suggested as low salinity (0,18-1,78)% NaCl equivalent and water rich mineralized fluid, at (210-350)°C temperatur ranges.

Keywords: Bombana, volcanic rocks, epithermal, metamorphism



Gambar 1. Lokasi Bombana di lengan tenggara Sulawesi. Dalam kotak merah adalah daerah penelitian

Pendahuluan

Indonesia yang terletak pada salah satu wilayah yang memiliki tataan tektonik aktif, dipengaruhi oleh interaksi tiga lempeng besar, yaitu Eurasia, Indo Australia, dan Pasifik (Hamilton, 1979; Carlile and Mitchel, 1994). Salah satu model interaksi lempeng adalah proses subduksi. Sebagai contoh yaitu penyusupan (subduksi) lempeng samudera Indo Australia ke bawah lempeng benua Eurasia, yang membentuk sabuk atau busur gunungapi Sunda-Banda dan diketahui memiliki cebakan mineral logam yang ekonomis, seperti : Rejang Lebong-Ketenong, Gunung Pongkor, Cibaliung, Kelian, Gosowong, Batuhijau, dll. Selain akibat kegiatan subduksi, cebakan emas dapat ditemukan di lingkungan orogenik yang disusun oleh aneka batuan malihan, seperti kasus cebakan emas di Bombana.

Berdasarkan peta Geologi (Simandjuntak *dr*, 1994), keterdapatan endapan emas sekunder di Bombana terletak di atas Formasi Langkowala didominasi oleh batuan meta sedimen. Formasi ini memiliki kontak tidak selaras dengan Formasi Pompangeo yang didominasi oleh batuan malihan fasies sekis hijau. Secara sederhana melalui pendekatan morfologi dan stratigrafinya, dapat diinterpretasikan bahwa sumber mineralisasi berhubungan kuat dengan batuan-batuan anggota dari Formasi Pompangeo.

Sejauh ini diyakini bahwa sumber mineralisasi berasal dari magma; Sehingga fenomena kehadiran endapan emas pada batuan-batuan malihan di

Bombana sangat menarik, karena tidak pernah dilaporkan sebelumnya terdapat batuan beku di daerah ini. Sehingga ditemukannya batuan beku pada wilayah ini dapat menjadi kunci genesa mineralisasi emas primer di Bombana.

Seperti wilayah lainnya yang disusun oleh batuan malihan dan berhubungan dengan mineralisasi, cebakan emas sekunder (*placer*) Bombana oleh beberapa peneliti telah disebutkan berasal dari *orogenic gold* (Idrus *et al*, 2010). Menurut Grooves *et al* (1998), mineralisasi orogenik adalah mineralisasi yang terbentuk pada saat terjadinya proses kompresi dan deformasi pada lempeng konvergen di zona akresi dan tubrukan orogen. Idrus *et al* (2010) menyebutkan bahwa mineralisasi di Bombana dicirikan oleh urat-urat kuarsa mengandung emas di dalam batuan induk batuan malihan, terutama sekis hijau. Namun di dalam tulisannya tidak diuraikan karakter mineralogi dan komposisi kimia batuanannya. Dengan mengetahui kedua karakter tersebut, maka proses yang paling bertanggung jawab yang membentuk cebakan mineralisasi dapat diketahui.

Tulisan ini akan menjelaskan karakter dan tipe mineralisasi emas Bombana, menggunakan pendekatan aspek geokimia (unsur utama), AAS, inklusi fluida dan mineralogi batuan.

Daerah penelitian terletak di Kabupaten Bombana, Sulawesi Tenggara, dan untuk menuju lokasi Bombana dapat ditempuh sekitar 7 jam perjalanan dari Kota Kendari, menuju Kasipute (Gambar 1).

Tataan Geologi

Wilayah Bombana diketahui sebagai salah satu wilayah di Indonesia yang terbentuk akibat proses orogenik (Idrus *et al*, 2012; Setiawan, 2010; Surono, 2010; Surono dan Tang, 2009; dan Simandjuntak *dr*, 1994). Akibat proses ini, batuan-batuan yang terlibat di dalamnya berubah menjadi kumpulan batuan malihan. Kumpulan batuan malihan yang mendominasi wilayah Bombana adalah fasies sekis hijau. Pada beberapa model lingkungan orogenik, aktivitas magmatik yang naik ke permukaan melalui sesar-sesar naik di dalam zona akresi tersebut dan dapat menjadi sumber mineralisasi (Grooves *et al*, 2005). Namun sejauh ini belum pernah dilaporkan oleh penelitian sebelumnya terdapatnya batuan beku di daerah Bombana (Surono 2010; Hall, 2009; Surono 1998; dan Simandjuntak *dr*, 1994).

Batuan malihan yang dijumpai di wilayah penelitian adalah batuan Kompleks Pompangeo, yang terdiri dari sekis, genes, hornfels, pualam dan filit. Eklogit dan amfibolit terdapat secara setempat, berupa kepungan dalam batuan sekis. Diperkirakan eklogit ini merupakan hasil pemalihan balik rendah (*retrograde metamorphism*), yang terbentuk dalam lajur tunjaman dan diduga miring ke barat pada akhir Mesozoikum (Simandjuntak, *drr.*, 1981; Sukamto dan Simandjuntak, 1982, dalam Simandjuntak *drr.*, 1994). Pada Neogen tak selaras di atas kedua Mandala yang saling bersentuhan itu, diendapkan kelompok Molasa Sulawesi. Batuan jenis Molasa yang tertua di Lembar Kolaka adalah Formasi Langkowala yang diperkirakan berumur akhir Miosen Tengah. Formasi ini terdiri dari batupasir dan konglomerat. Formasi Langkowala mempunyai Anggota Konglomerat yang keduanya berhubungan menjemari. Umur satuan ini belum diketahui pasti tetapi diduga tidak lebih tua dari Kapur Akhir – Trias Awal.

Struktur dan Tektonika

Sebagai wilayah yang terbentuk akibat proses orogenik, Bombana dipengaruhi oleh dinamika struktur yang kuat, paling tidak dipengaruhi oleh dua kali masa pelipatan. Pelipatan tua diperkirakan berarah utara-selatan atau baratdaya-timurlaut, sedangkan lipatan muda berarah baratlaut-tenggara atau barat-timur; dan ada juga yang berarah hampir searah dengan lipatan tua. Berdasarkan pengamatan menggunakan citra satelit oleh Surono dan Tang (2009), daerah Penambangan terdapat pada dataran Langkowala, pada sayap utara Pegunungan Rumbia. Pada hasil interpretasi citra oleh Surono dan Tang (2009), teridentifikasi adanya pola serupa kaldera (craterlike) yang diduga sebagai jejak kaldera gunungapi purba.

Metode Pengumpulan Data

Pengamatan dan pengumpulan data dilakukan pada singkapan-singkapan batuan dan endapan sungai. Setiap data lapangan, khususnya lokasi, diplot menggunakan GPS, dicatat, dideskripsi dan dikumpulkan termasuk foto dan sketsa. Di laboratorium dilakukan analisis petrografi untuk mendapatkan komposisi mineralogi batuan. Analisis mineragrafi untuk mengetahui komposisi dan tekstur mineral bijih. Analisis inklusi fluida dilakukan untuk mengetahui karakter fisika-kimia fluida yang berhubungan dengan mineralisasi. Analisis AAS

dilakukan untuk mengetahui konsentrasi mineral emas di dalam batuan. Analisis kimia dilakukan untuk mengetahui komposisi batuan asal. Sedangkan pentarikan umur menggunakan K-Ar dilakukan untuk mengetahui umur batuan. Analisis petrografi, mineragrafi, inklusi fluida, dan AAS dilakukan di Laboratorium Fisika Mineral (Optik) Puslit Geoteknologi, sedangkan analisis kimia unsur utama dan dating dilakukan di laboratorium di Actlabs Ltd-Kanada.

Analisis dan Hasil

Hasil analisis peta geologi, peta topografi, yang dikombinasikan dengan citra landsat yang menggunakan band 4,5,7, dapat diketahui bahwa wilayah keterdapatan emas secara umum disusun oleh kompleks batuan malihan yang berfoliasi, terlipat dan tersesarkan, yang umumnya berarah baratlaut – tenggara (Setiawan, *drr.*, 2010). Morfologi wilayah Bombana membentuk perbukitan tua yang sudah mengalami erosi tinggi sehingga menjadi perbukitan bergelombang yang landai. Tidak ditemukan morfologi kerucut yang biasanya menjadi morfologi lingkungan vulkanik yang berhubungan dengan lokasi pengendapan mineral logam.

Pengamatan terhadap endapan sungai Tahi Ite, Bombana, endapan emas letakan (*placer*) ditemukan bersama dengan komponen sekis mika, kuarsit, filit, breksi hidrotermal dan batuan terubah. Fragmen batuan malihan tersebut diduga kuat berasal dari hasil rombakan batuan yang berasal dari fasies sekis hijau Formasi Pompangeo yang berada di bawahnya (Gambar 2). Namun pengamatan pada beberapa singkapan batuan malihan terubah (Formasi Pompangeo), mineralisasi tidak selalu ditemukan. Mineralisasi pada sekis mika ditemukan sangat terbatas pada zona alterasi di dekat urat, atau ubahan silisifikasi.

Sedangkan singkapan sekis mika terubah (propilitik, argilik dan silisifikasi), yang diterobos oleh urat-urat kuarsa di daerah Bombana, di selatan Tahi Ite dan Kasipute, tidak menunjukkan gejala mineralisasi.

Urat kuarsa (kode sampel BBN 4) yang menerobos sekis mika, secara megaskopis dicirikan oleh kehadiran kumpulan mineral ubahan silika + klorit + mineral lempung, dengan mineralisasi butiran halus emas (?) + mangan + magnetit (Gambar 3).

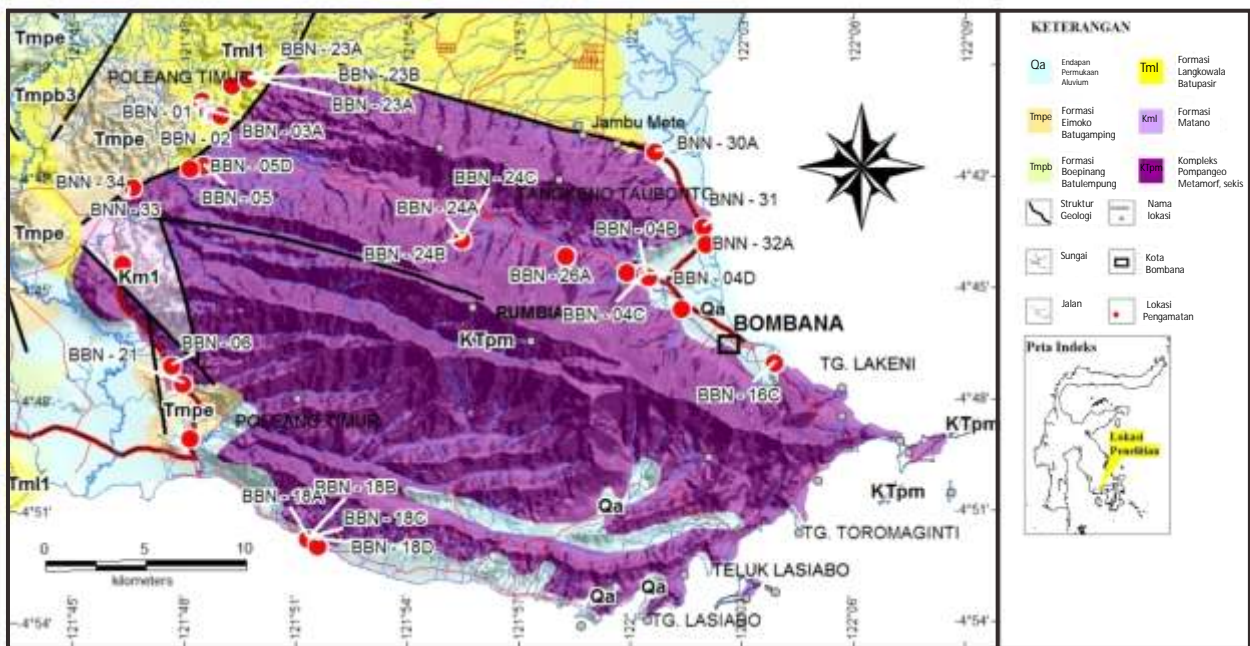
Selain fenomena batuan ubahan hidrotermal dan mineralisasi, di lokasi yang tidak jauh yaitu di utara



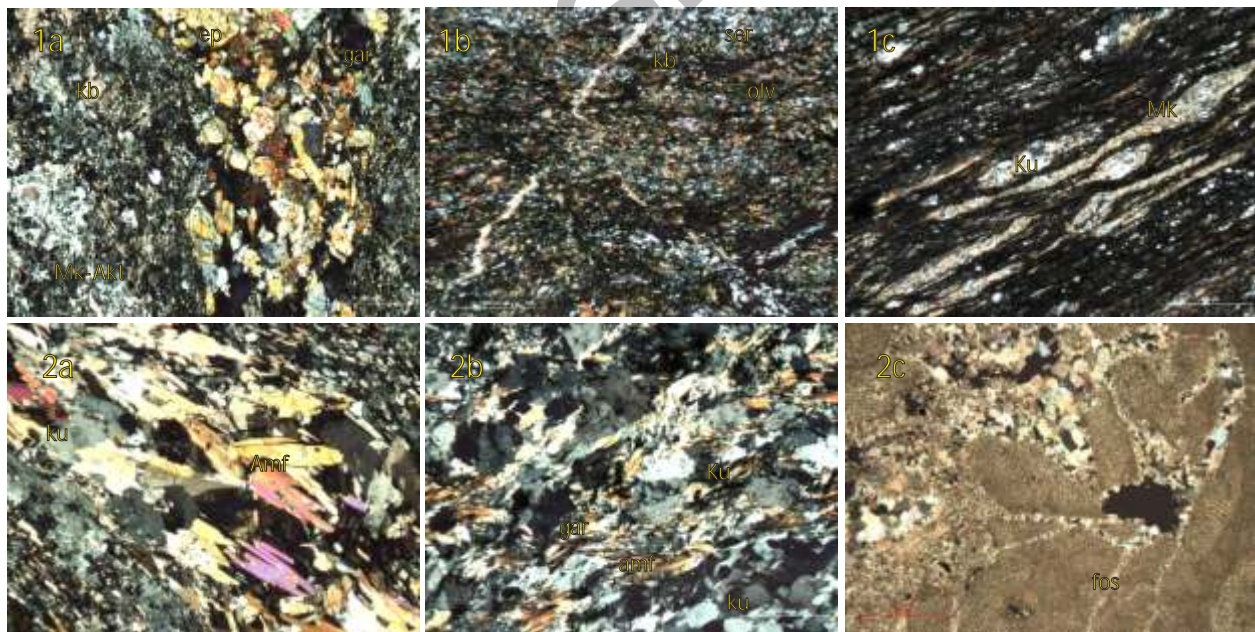
Gambar 2. a). Singkapan endapan kerakal-pasir aluvial di Sungai Tahi Ite dan b). Batupasir yang memiliki kandungan emas. c-d). Batupasir teralterasi dan teroksidasi yang berasosiasi dengan mineralisasi.



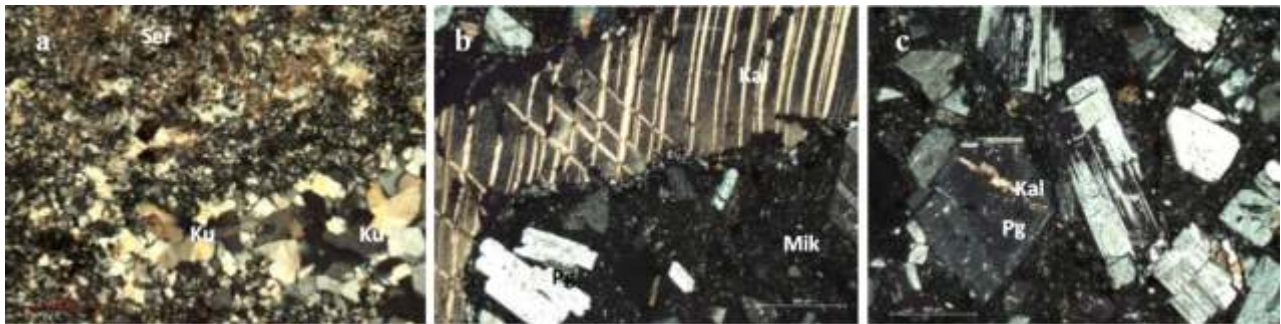
Gambar 3. Variasi singkapan batuan: a). filit-amfibolit, b). Sekis amfibol dan c). batuan meta andesit, yang mengalami alterasi akibat terobosan urat kuarsa, dan d). sekis mika yang menunjukkan tekstur augen yang khas.



Gambar 4. Peta lokasi pengumpulan sampel wilayah Bombana yang tersebar pada batuan Formasi Pompangeo, pada batas kontak formasi dan ditengah-tengah Formasi Pompangeo.



Gambar 5. Fotomikrografi 1a). Sekis garnet epidot klorit karbonat , 1b). peridotit terserpentinsasi, 1c). batupasir meta yang menunjukkan tekstur skistosik dan augen; 2a). Sekis kuarsa glakofan amfibol , 2b). Genis garnet amfibol kuarsa klorit , 2c). batugamping meta. Ket : olv, olivin, ku=kuarsa, gar=garnet, mus=muskovit, kb=karbonat, fo=fosil, kal=kalsit.



Gambar 6. Fotomikrografi urat kuarsa, dan batuan andesit meta yang bertekstur porfiroblast diterobos oleh urat kalsit.

sungai Tahi Ite di Bombana, ditemukan manifestasi panasbumi dengan suhu relatif rendah, menghasilkan endapan *travertine* yang cukup tebal dengan penyebaran yang cukup luas. Fenomena ini diduga dapat berhubungan dengan sisa panas dari sistem vulkanisme purba yang pernah terjadi di wilayah ini.

Untuk membuktikannya lebih jauh sekaligus untuk mengetahui karakter dan tipe mineralisasi emas Bombana, maka sejumlah sampel terpilih dari beberapa lokasi pengamatan batuan, dipreparasi untuk dilakukan analisis mineralogi dan kimia di laboratorium. Lokasi pengamatan dan pengumpulan sampel dapat dilihat pada Gambar 4.

Pengamatan Laboratorium

Analisis Mineralogi

Hasil analisis petrografi pada 30 sampel batuan Bombana menunjukkan hadirnya gejala proses hidrotermal yang terjadi setelah proses malihan, yaitu dicirikan oleh tekstur penggantian mineral (*replacement*) dan urat kuarsa yang memotong foliasi dan hadirnya mineral bijih logam (Setiawan *dr.*, 2010).

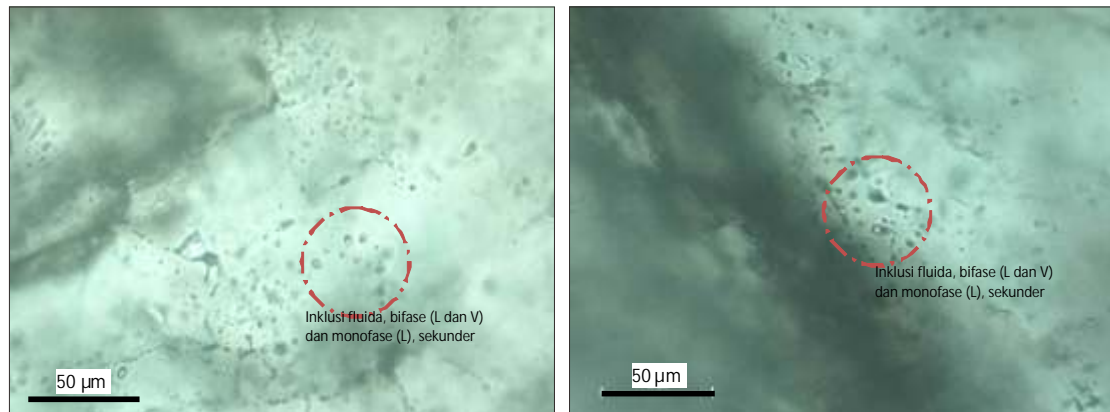
Berdasarkan pengamatan petrografi, wilayah Bombana, disusun oleh batuan malihan dari fasies sekis hijau, terdiri dari filit, genes, sekis mika, sekis klorit, sekis amfibolit, gneis, sekis glaukofan, garnet glaukofan, peridotit (terserpentinisasi), batugamping meta, batupasir meta, andesit meta dan porfiri basalt/diabas (Gambar 5). Genes, amfibolit aktinolit mika, sekis amfibolit, berasosiasi dengan kehadiran kuarsa, klorit, serisit, kalsit, dan epidot. Terdapat grafit pada sampel lainnya dan *veinlet* kalsit memotong tegak arah foliasi.

Gejala-gejala hidrotermal yang dapat diamati

diantaranya adalah terbentuknya kumpulan mineral ubahan pada batuan filit, terdiri dari serisit, kuarsa, felspar, epidot, kalsit sebagai veinlet bersama kuarsa, aktinolit, kadang-kadang flogofit, tremolit-aktinolit dan oksida besi. Batupasir meta yang menunjukkan tekstur klastik, berukuran (0,02 – 0,5) mm, banyak rongga-rongga, memiliki kristal amfibol berubah menjadi mika (?), dan felspar termikakan. Basalt, disusun oleh plagioklas, piroksen, alterasi menjadi kalsit, albit, mika sekunder dan felspar (plg), epidot dari piroksen (Gambar 5, 1c).

Batuan andesit meta (kode BBN - 08B2), yang menunjukkan tekstur blastoporfiri, memiliki ukuran kristal (0.2 - 3) mm, plagioklas (andesin) sebagai fenokris dan masadasar mikrolit sebagian berubah menjadi serisit dan kalsit. Gelas vulkanik sebagai masadasar sebagian berubah menjadi mineral lempung. Terdapat *veinlet* dari kalsit yang menerobos melalui retakan, kalsit terdapat juga bersama-sama gelas vulkanik di dalam masadasar. Ditemukannya batuan meta andesit ini, dapat menunjukkan bahwa wilayah Bombana pernah dipengaruhi oleh aktivitas magmatik. Selain itu terdapatnya urat kalsit yang memotong meta andesit ini menunjukkan bukti adanya proses hidrotermal yang terjadi setelah aktivitas magmatik ini. Tekstur *replacement* juga dapat diamati, seperti penggantian mineral muskovit menjadi epidot, dan kuarsa digantikan oleh kalsit (Gambar 6).

Berdasarkan pengamatan mineralografi pada beberapa batuan sekis hijau, emas tidak dapat ditemukan. Mineral bijih yang ditemukan adalah pirit dan kalkopirit; kemudian mineral gutit dan lepidokrosit yang ditemukan dalam jumlah yang lebih sedikit. Mineral sinabar hadir pada batuan ubahan yang lapuk dan teroksidasi, yang ditemukan di wilayah Padang Bilah. Hadirnya asosiasi mineral-mineral tersebut mengindikasikan bahwa mineralisasi berhubungan dengan suatu sistem epitermal. Namun



Gambar 7. Fotomikrografi hasil pengukuran inklusi fluida, yang umumnya didominasi oleh inklusi bifase kaya air, dan mengandung inklusi kaya uap.

emas tidak dapat ditemukan pada beberapa sampel sekis hijau yang telah dianalisis secara mineragrafi, sedangkan berdasarkan analisis kimia, kandungan emas sangat signifikan pada batuan yang mengalami pelapukan dan oksidasi.

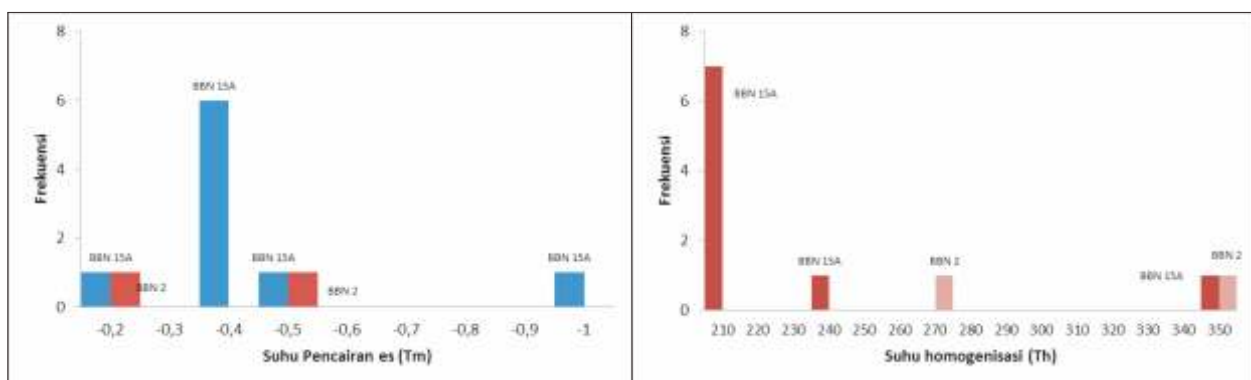
Inklusi Fluida

Sebanyak 5 buah sampel urat terpilih yaitu: BBN 12C, BBN 15, BBN 19D, BBN 28C, dan BBN 29 A telah dilakukan analisis dan pengukuran mikrotermometri inklusi fluida. Berdasarkan hasil pengamatan diketahui bahwa mineral induk kelima sampel tersebut adalah mineral kuarsa, dan inklusi fluida hanya ditemukan pada dua sampel yaitu BBN 15 dan BBN 28 (Gambar 7).

Inklusi fluida terdapat dalam mineral induk kuarsa dengan ukuran yang sangat halus, tersebar dalam jumlah sangat sedikit dan distribusi tidak merata. Inklusi fluida terdiri dari inklusi fluida satu fase kaya air

(monofase), dan inklusi fluida dua fase (air dan uap), memiliki bentuk yang subhedral-anhedral, rasio air dan uap yang relatif konsisten, dan beberapa inklusi menunjukkan tekstur necking. Berdasarkan cara pembentukannya, inklusi fluida pada kedua sampel tersebut terbentuk secara primer dan sekunder. Inklusi fluida primer, terdapat menyendiri (isolated) dan kadang-kadang berkelompok, sedangkan inklusi fluida sekunder yang terbentuk pada retakan mikro tertentu.

Hasil pengukuran menunjukkan inklusi terbentuk dalam kisaran yang cukup panjang, antara (210-350) °C, dengan frekuensi atau modus pada kisaran (200-210) °C. Suhu pencairan es sampel menunjukkan suhu yang relatif tinggi (-0,1- -1,0)°C, dengan (modus -0,4°C), sehingga memiliki salinitas yang rendah sekitar (0,18-1,78)% berat NaCl (Gambar 8).



Gambar 8. Histogram suhu pencairan es (Tm) dan suhu homogenisasi (Th)

Hasil Geokimia

Sebanyak 13 sampel terpilih (BBN 19 D, BBN 3C, BBN 23G, BBN 25E, BBN 15A, BBN 18A, BBN 4D, BBN 5D, BBN 10 A, BBN 14 B, BBN 8B 2, BBN 32A, BBN 24B), telah dianalisis untuk analisis kimia batuan di Laboratorium Actlabs Kanada (Tabel 2). Hasil analisis unsur utama sampel terpilih memiliki kualitas yang baik, karena nilai totalnya yang memiliki kesalahan yang kecil. Namun seluruh sampel batuan telah mengalami proses ubahan, yang dicirikan oleh nilai Lol yang melebihi nilai Lol batuan segar pada umumnya. Hal ini dapat dimaklumi karena seluruh sampel merupakan batuan malihan, dan mengandung mineral-mineral baru yang memiliki ikatan dengan OH-. Nilai oksida SiO₂ menunjukkan pula bahwa batuan memiliki kisaran komposisi yang panjang, dari ultrabasa-asam, dari peridotit-granit. Sementara hasil Analisis unsur As, Ag, Sb, Bi, Te, W dan Bi yang dapat menunjukkan suatu lingkungan mineralisasi

orogenik, dilakukan menggunakan metode Fusion *Mass Spectrofotometry* (MS) di Actlabs Kanada, ditunjukkan oleh Tabel 3.

K-Ar Dating

Sebanyak 1 (satu) sampel yaitu batuan andesit meta (BBN 8B 2) yang masih menunjukkan tekstur aslinya, porfiritik, dan termalihkan dengan derajat lemah, telah dilakukan pentarikhan umur menggunakan metode K-Ar, di laboratorium Actlabs-Kanada. Pentarikhan ini dilakukan untuk mengetahui umur aktivitas volkanisme dan malihan di Bombana.

Pemisahan mineral plagioklas dan muskovit dilakukan terlebih dahulu sebelum melakukan pentarikhan K-Ar. Namun jumlah mineral muskovit tidak sebanyak mineral plagioklas dan sehinggal muskovit untuk pentarikhan umur malihan tidak bisa dilakukan. Pentarikhan umur K-Ar pada plagioklas, menunjukkan umur Kapur Akhir (85,2 + 2,3 Ma).

Tabel 2. Analisis unsur utama (major elements)

Kode sampel (BBN)	Oksida Utama (%)											
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ (T)	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	Lol	Total
19 D	32	22.1	4.86	0.1	21	8.6	0	0.3	0.2	0	11	100
3C	43	15.4	10.51	0.2	8	11	3.1	0.1	1.7	0.2	6.3	99
23G	89	2.15	0.99	0.2	2.3	1.8	0	< 0.01	0.1	0.4	3.4	100
25E	52	15	8.53	0.1	6.7	5.7	4.3	0.3	1.7	0.2	4.7	99
15A	61	18	6.87	0.1	1.7	0.3	4.4	1.9	1	0.2	3.2	99
18A	45	14.9	10.57	0.2	6.4	11	1.3	< 0.01	1.5	0.2	8.1	99
4D	46	15.7	10.97	0.2	7.4	11	2.3	0.5	1.6	0.1	3.4	99
5D	43	16.5	6.31	0.1	7	12	1.8	0.4	0.5	0.1	12	100
10 A	45	14.2	9.95	0.2	6.6	9.8	3.5	0.2	1.3	0.1	9.7	101
14 B	58	20.8	8.23	0.1	1.5	0.2	1.6	3.2	0.9	0.1	4.8	100
8B 2	60	16.8	5.85	0.1	3.7	0.6	6	1.1	0.7	0.2	3.6	99
32A	46	14	7.15	0.2	4.1	13	2	1.7	1	0.2	10	99
24B	47	16.8	11	0.4	5.2	10	3.2	0.9	1.8	0.4	4.1	101

Tabel 3. Hasil Analisis Unsur Jarang, menggunakan metode Fusion Mass Spectrofotometry (Actlabs, 2010)

Unsur (ppm)	Batas deteksi	BBN												
		19 D	3C	23G	25E	15A	18A	4D	5D	10 A	14 B	8B 2	32A	24B
As	5	< 5	< 5	40	< 5	6	< 5	< 5	13	< 5	9	< 5	< 5	< 5
Ag	0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	0,7	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	0,7	0,5	< 0.5	0,5
Sb	0.5	< 0.5	< 0.5	6	< 0.5	< 0.5	1,3	< 0.5	0,9	0,8	0,7	2,3	< 0.5	< 0.5
W	1	< 1	< 1	2	< 1	2	< 1	< 1	1	26	3	2	< 1	< 1
Bi	0.4	< 0.4	< 0.4	< 0.4	< 0.4	< 0.4	< 0.4	< 0.4	< 0.4	< 0.4	< 0.4	< 0.4	< 0.4	< 0.4

Tabel 4. Hasil Analisis AAS kandungan emas pada beberapa batuan terpilih

No.	Kode sampel/Batuan	Au (gr/ton)
1.	BBN 07/Genes	0,8871
2.	BBN 12/Meta batupasir	2,1987 gr/ton
3.	BBN 13G/Genes	2,3677 gr/ton
4.	BBN 23 F/Sekis mika	35,6089 gr/ton

Hasil Analisis AAS

Sebanyak 4 (empat) sampel dilakukan analisis AAS, yaitu BBN 07 (genes), BBN 12 A(meta batupasir), BBN 13G (genes), dan BBN 23 F (sekis lapuk dan teroksidasi). Keempat sampel tersebut diambil secara acak dan dipilih berdasarkan jenis batuan malihannya dan tingkat alterasinya. Sehingga nilai kadar emas yang ditunjukkan oleh hasil analisis tidak dapat mewakili secara keseluruhan potensi cebakan mineralisasinya. Hasil analisis kandungan emas (Au) pada keempat sampel batuan tersebut adalah 35,6089 gr/ton (BBN 23 F), sebanyak 2,1987 gr/ton (BBN 12 A); 0,8871 (BBN 07), dan 2,3677, gr/ton (13G) (Tabel 4).

Diskusi

Sumber dari mineral logam adalah magma, sehingga pada lokasi ditemukannya cebakan logam, selalu ditunjukkan oleh hadirnya aktivitas magmatisme (Bateman, 1951). Salah satu penciri wilayah yang dipengaruhi oleh aktivitas magmatisme, adalah morfologi bentuk kerucut. Sementara morfologi wilayah Bombana ditunjukkan oleh perbukitan yang bergelombang yang mencerminkan hasil pensesaran yang intensif, sehingga tidak dijumpai bentuk kerucut. Selain ditemukannya endapan emas

sekunder di DAS sekitar Bombana, juga terindikasi mineralisasi primer yang ditunjukkan oleh kehadiran urat atau zona alterasi pada batuan dan di sekitar urat. Penambangan dilakukan dengan cara melakukan pendulangan endapan pasir serta menggunakan tromol-tromol (gelundung) dan raksa, untuk batuan-batuan yang mengandung urat (Gambar 9).

Butiran emas pada endapan sungai sekitar Tahi Ite, pertama ditemukan, di atas batuan dasar sekis mika, bersama-sama dengan batuan terubah, urat kuarsa, breksi hidrotermal dan batuan sekis mika yang



Gambar 9. a). Lokasi penambangan emas sekunder di sungai Tahi Ite; b dan c). Penambang emas primer di Padang Bilah.

Tabel 5. Analisis unsur utama (*major elements* setelah dikembalikan ke komposisi awalnya)

Kode sampel	Oksida Utama (%)										
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Total
19 D	35,68	0,24	24,80	5,46	0,16	23,70	9,65	0,02	0,28	0,01	100,00
3C	46,60	1,80	16,57	11,32	0,21	8,58	11,36	3,30	0,05	0,22	100,00
23G	91,76	0,14	2,23	1,02	0,19	2,41	1,82	0,01	0,01	0,41	100,00
25E	54,90	1,77	15,91	9,08	0,07	7,16	6,02	4,58	0,35	0,16	100,00
15A	63,88	1,09	18,89	7,21	0,13	1,76	0,27	4,56	2,03	0,18	100,00
18A	49,26	1,70	16,43	11,65	0,23	7,03	12,14	1,39	0,01	0,17	100,00
4D	47,83	1,64	16,54	11,53	0,25	7,77	11,40	2,39	0,53	0,12	100,00
5D	49,00	0,52	18,89	7,22	0,12	8,00	13,71	2,00	0,47	0,06	100,00
10A	49,76	1,44	15,57	10,94	0,20	7,21	10,73	3,84	0,19	0,13	100,00
14 B	61,45	0,90	21,96	8,68	0,14	1,53	0,18	1,67	3,37	0,13	100,00
8B 2	63,21	0,77	17,63	6,14	0,14	3,90	0,65	6,24	1,11	0,20	100,00
32A	51,50	1,09	15,83	8,07	0,19	4,58	14,34	2,28	1,91	0,21	100,00
24B	48,46	1,84	17,30	11,36	0,40	5,34	10,67	3,28	0,89	0,45	100,00

mengandung mineral sulfida. Berdasarkan hasil pengamatan megaskopis, butiran emas di sungai Tahi Ite, diduga berpotensi cukup menjanjikan, karena dari hanya satu kali mendulang, dapat diperoleh beberapa miligram emas berupa butiran-butiran yang relatif menyudut.

Fakta tersebut menunjukkan bahwa emas belum mengalami transport yang terlalu jauh. Beberapa penambang di Sungai Tahi Ite, yang telah membuang telah material endapan sungai, beralih mencari dan mengolah batuan sekis yang memiliki urat-urat kuarsa. Ini berarti bahwa para penambang sedang berupaya membuktikan keberadaan mineralisasi emas primer yang terbentuk akibat proses hidrotermal di dalam batuan sekis.

Dugaan ini diperkuat oleh, ditemukannya urat-urat kuarsa, breksi hidrotermal dan batuan ubahan bersama-sama dengan batuan malihan tersebut. Gejala proses hidrotermal lainnya ditemukan pula oleh Kisman *dr.* (<http://psdg.bgl.esdm.go.id/> didownload 08/02/2012), bahwa rekahan-rekahan yang terisi oleh mineral-mineral kuarsa yang mengisi rekahan atau rongga-rongga membentuk struktur cockade, vuggy dan dogteeth. Bentuk struktur tersebut merupakan khas terjadi pada mineralisasi tipe epitermal.

Asosiasi batuan ubahan dan tekstur urat di lapangan merupakan indikasi mineralisasi yang terjadi

berhubungan dengan sistem epitermal. Secara mineragrafi, mineral bijih pirit, kalkopirit dan realgar berasosiasi dengan alterasi propolitik dan argilik, serta urat kuarsa dan urat kalsit. Kehadiran mineral realgar dapat menjadi salah satu karakter penciri lingkungan hidrotermal tipe epitermal (Hedenquist *et al.*, 1996). Berdasarkan pengukuran mikrotermometri inklusi fluida, menunjukkan bahwa fluida hidrotermal memiliki karakter salinitas yang rendah dan modus suhu homogenisasi antara (200-210) °C.

Secara petrografi batuan terdiri dari: sekis mika, sekis klorit, sekis amfibolit, gneis, sekis glaukofan, sekis garnet glaukofan, peridotit dan serpentin. Hadirnya mineral garnet dan glaukofan menunjukkan bahwa wilayah Bombana mengalami proses deformasi yang kuat dan mengalami proses malihan derajat yang tinggi. Sedangkan hadirnya batuan peridotit dan serpentin di dalam dominasi batuan malihan sekis hijau yang ada memberikan isyarat bahwa proses malihan regional yang dialami oleh wilayah ini telah mengangkat irisan-irisan (slices) batuan dasarnya yang berkomposisi ultrabasa. Hal ini mengindikasikan bahwa lingkungan tektonik wilayah ini sangatlah terkait erat dengan aktifitas lempengan kerak samudera yang berkomposisi basa-ultrabasa.

Berdasarkan proporsi komposisi awal dari sampel batuan terpilih (Tabel 5) yang kemudian diplot pada

diagram determinasi afinitas batuan Miyashiro (1974), dapat diketahui bahwa batuan Bombana terutama memiliki afinitas tholeiitik, sedangkan beberapa batuan termasuk kalk alkalin (Gambar 10).

Wilayah Bombana pada saat ini, seperti yang kita ketahui, tidak terletak di sekitar atau dalam lingkungan suatu busur gunung api atau terkait dengan sebuah sistem zona penunjaman. Namun berdasarkan hasil analisis data geokimia unsur jejak dan unsur jarang, dapat diketahui bahwa batuan asal dari batuan sekis yang menyusun Bombana adalah batuan beku. Sehingga dapat diyakini bahwa Bombana pernah menjadi bagian dari zona subduksi. Magmatisme di daerah Bombana, paling tidak diketahui berumur Kapur Akhir (85,2+2,3 Ma), yaitu berdasarkan pentarikan umur batuan meta andesit dari singkapan di sebelah utara Tahi Ite. Apabila dikaitkan dengan fenomena munculnya kolam air panas di wilayah Bombana, maka dapat diduga bahwa yang menjadi sumber panas adalah sisa-sisa aktifitas magmatik pada jaman Kapur.

Berdasarkan data geokimia dan mineralogi, mineralisasi emas terjadi pula pada batuan-batuan yang tidak berhubungan dengan sistem urat, seperti mineralisasi emas, pirit dan kalkopirit pada batuan genes dan meta batupasir, dengan kandungan sekitar 0,8871gr/ton sampai 2,3677 gr/ton. Sebagai ilustrasi model mineralisasi disajikan data perbandingan mineralisasi pada Tabel 6.

Kesimpulan

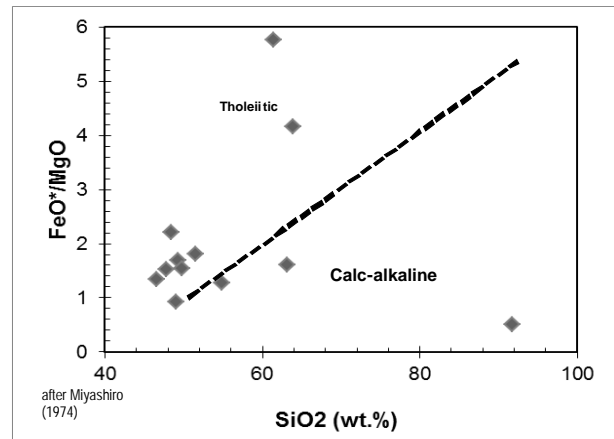
Mineralisasi di wilayah Bombana terdapat pada batuan malihan fasies sekis hijau yang teralterasi akibat proses hidrotermal, setelah proses malihan berakhir. Proses hidrotermal yang terjadi ditunjukkan oleh hadirnya zona alterasi di sekitar urat kuarsa dan kalsit, serta urat kuarsa dan kalsit yang memotong foliasi sekis mika.

Bombana pernah menjadi bagian dari zona subduksi. Aktivitas magmatik di daerah Bombana, paling tidak diketahui berdasarkan singkapan meta andesit yang ditemukan dan berumur Kapur Akhir (85,2+2,3

Acuan

Barnes H.L., 1979. *Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits*, Second Edition. A Willey Interscience Publication, John Willey and Sons

Bateman, A.M., 1951. *The Formation of Mineral Deposits, Economic Mineral Deposits*, Second Edition, John Willey and Sons, Inc, ISBN 0 471 0577 8



Gambar 10. Diagram determinasi afinitas batuan (Miyashiro, 1974) yang menunjukkan afinitas batuan Bombana yang panjang, terutama dengan afinitas tholeiitik

Ma). Selain itu berdasarkan karakter komposisi unsur utama batuan asalnya, batuan malihan fasies sekis hijau dari sampel-sampel terpilih berasal dari batuan asal batuan beku.

Karakter inklusi fluida yang menunjukkan kisaran lingkungan epitermal-mesotermal, dan overprinting mineral alterasi. Meskipun demikian, dengan ditemukannya pula mineralisasi pada batuan malihan yang tidak dicirikan oleh proses alterasi hidrotermal, dan hasil analisis kandung mineral jejak (trace elements), dianggap sebagai penciri lingkungan orogenik (As, Ag, Sb, W, Bi), yang terdeteksi pada seluruh sampel dengan konsentrasi yang bervariasi. Dengan demikian terdapat kemungkinan mineralisasi tipe orogenik pernah terbentuk di daerah Bombana.

Ucapan Terimakasih

Terimakasih kepada Kepala Pusat Penelitian Geoteknologi yang telah memberikan kesempatan kepada Tim ini melakukan penelitian di Bombana, Kepada Dr. Zulkarnain, terimakasih untuk diskusi dan masukannya selama di lapangan dan di laboratorium. Terima kasih juga disampaikan kepada Redaksi, dan seluruh pihak yang telah membantu hingga tulisan ini dapat diselesaikan.

Table 6. Perbandingan model mineralisasi pada batuan malihan (membandingkan dengan Grooves, *et al.* 1998; 2005)

	Grooves, <i>et al.</i> , 1998;2005 (model orogenik)	Idrus 2012, <i>et al</i>	Setiawan drr, 2010; 2012
Lokasi	Archean Greenstone Belts	Wumbubangka, Roko roko, PLM	Tahi lte, Padang Bilah, Bombaea (lihat Gb 4)
Model	Orogenik, IRGS	orogenik; transisi: epizonal-mesozonal	epitermal-mesoterma, setelah proses malihan
Kisaran umur	Archean tengah-Tersier	-	Kapur Akhir (85,2±2,3) Ma; andesit meta (plagioklas)
Tektonik	Batas kontinen terdeformasi (<i>allochtonus terranes</i>)	-	<i>Island Arc, Back Arc Marginal Basin</i>
Afinitas batuan	?	-	Kalk Alkalin, Tholeiitik
Parent rocks	?	-	Andesit-Dasit
Mineralogi	?	Muskovite, klorit, kuarsa, aktinolit, albit, epidot, serisit, dan mineral opak	Muskovit, kalsit, felspar, kuarsa, epidot, kalsit, opak, Oksida besi, klorit, serisit, mika, aktinolit, garnet, flogofit, grafit, tremolit-aktinolit, glaukofan
Kondisi struktur	Terpengaruh struktur kuat selama sesudah kompresional dan transtension	-	Transtension, kompresi
Host rocks	Variasi: terutama batuan gunungapi mafik, atau intrusif, greywacke-slates	Sekis mika, kuarsit, sekis glaukofan, rijang, metabatupasir, dan marmar	(±Garnet) (±glaukofan) (±epidot) amfibol mika sekis, muskovit klorit sekis, peridotit, serpentin, meta batupasir, meta batugamping, meta andesit, dan batuan ubahan
Fasies metamorfik	Umumnya sekis hijau, subsekis hijau-granulit	Sekis hijau	Sekis hijau-granulit
Asosiasi dengan intrusif	Felsic sampai dike lamprofir atau kontinental margin batolit		Intermediate, subvolkanik
Tipe mineralisasi	Variasi: urat besar, susunan urat-urat, <i>saddle reefs</i> , <i>replacement</i> batuan kaya besi	-	<i>Replacement</i> batuan kaya besi: padang bilah
Waktu terjadinya mineralisasi	Late tectonic, post-(greenschist) sampai puncak syn (amfibolit)	-	Setelah <i>greenschist</i>
Kompleksitas struktur dari tubuh bijih	Umum, regime ductile-brittle	-	<i>Ductile-brittle</i>
Bukti overprinting	Overprinting kuat, multiple veining system	-	<i>Overprinting</i> dari <i>greenschist</i> membentuk alterasi propilitik dan argilik
Asosiasi logam	Au±Ag±As±Bi±Sb±Te±W	Pirit, kalkopirit, magnetite, hematit, sinabar, stibnit, tripuyhite	Pirit, kalkopirit, gutit, lepidokrosit dan sinabar, bertekstur <i>cavity filling</i> , dan <i>replacement</i> : Asosiasi : As, Ag, Sb, W, Bi
Zona logam	Cryptic lateral dan zona vertikal	-	-
Alterasi proksimal	Variasi dengan grade metamorfik: normally mika karbonat-Sulfida Fe	silisifikasi, clay-serisit±silika, karbonat dan karbonisasi	Silisifikasi, propilitisasi dan argilitasi
P-T	0,5-4,5 Kbars, 220-600C, Normal 1.5+0,5 Kbars, 350+50	1). 184,7 sampai 245,3; 5,26 sd 9,08; 2). 132,1 sd 283,4 salinitas 3,55-5,86; 3). 0,35 sd 4,03	(210-350)C, -0,4C, (0,18-1,78)% berat NaCl
Fluida bijih	Salinitas rendah, H ₂ O-CO ₂ +CH+N ₂	-	Salinitas rendah, H ₂ O rich
Sumber panas diusulkan	Variasi: astenosfer <i>upwelling midcrustal granitoid</i>	-	<i>Magmatic process</i>
Sumber logam diusulkan	<i>Subducted crust and / or supracrustal rocks and/or deep granitoid</i>	-	<i>Magmatic process</i>
Tonase	?	0,05-84gr/ton, Rumbia 134 gr/ton 18 g/t, 10 g/t and 913.5 g/t)(stream sediment)	Psr coluvial berubah teroksidasi 35,6089 ; batupasir meta (BBN 12 A) 2, 1987 gr/ton, dan genes (BBN 07 dan 13G) =, 0,8871 - 2,3677, gr/ton
Feature lain	?	<i>vein generation</i>	Panasbumi, temperatur rendah

- Carlile, J.C. and Mitchell.A.H.G., 1994. Magmatics arcs and Associated Gold and Copper Mineralization in Indonesia. In T.M. van Leeuwen, J.W. Hedenquist, L.P. James and J.A.W.S. Dow (Editors), Indonesian Mineral Deposits-Discoveries of the Past 25 Year. *Jour. Geochem. Explo.*,50: 91-142
- Garwin, S., Hall, R., Watanabe, Y., 2005. Tectonic Setting, Geology, and Gold and Copper Mineralization in Cenozoic Magmatic Arcs of Southeast Asia and the West Pacific. *Society of Economic Geologists, Inc., Economic Geology 100th Anniversary Volume*, pp. 891–930
- Groves D.I., Condie K. C., Goldfarb R.J., Hronsky J. M.A., Vielreiche R. M., 2005. Secular Changes in Global Tectonic Processes and Their Influence on the Temporal Distribution of Gold-Bearing Mineral Deposits, 100th Anniversary Special Paper, 2005 Society of Economic Geologists, In *Economic Geology*, v. 100, pp. 203–224
- Groves D.I., R.J. Goldfarb, M. Gebre Mariam, S.G. Hagemann, and F. Robert, 1998. Orogenic gold deposit: A proposed classification in the context of their crustal distribution and relationship to other gold deposit types. *Ore Geology Reviews*. Elsevier
- Hall R., The Eurasian SE Asian Margin As A Modern Example Of An Accretionary Orogen, 2009, Earth Accretionary Systems in Space and Time. *The Geological Society of London, Special Publication*.
- Hamilton W. (1979). Tectonics of the Indonesian region. *US. Geol. Surv.*, Prof. Pep. 1078.
- Hedenquist, J.W., Izawa E., Arribas A., White N.C., 1996. Epithermal Gold Deposits: Styles, Characteristics and Exploration. *Resource Geology Special Publication Number 1*, Published by The Society of Resource Geology
- Idrus A., Fadlin, Prihatmoko S., Warmada I.W., Nur I., Meyer F.M., 2012. The Metamorphic Rock-Hosted Gold Mineralization At Bombana, Southeast Sulawesi: A New Exploration Target In Indonesia, Vol No.1, Maret 2012, ISSN 182905819
- Idrus A., Warmada I. W., Nur I, Sufriadin, Imai A., Widasaputra S., Marlia S.I., Fadlin, Kamrullah., 2010. Metamorphic Rock-Hosted Orogenic Gold Deposit Type As A Source Of Langkowala Placer Gold, Bombana, Southeast Sulawesi, Indonesia. *Proceedings PIT IAGI Lombok , The 39th IAGI Annual Convention And Exhibition*
- Kisman, Ernowo dan Suwargi E.,, Prospeksi Endapan Emas di Kabupaten Bombana Provinsi Sulawesi Tenggara, dalam <http://psdg.bgl.esdm.go.id/> didownload 08/02/2012.
- Miyashiro, A. (1974). Volcanic Rock Series In Island Arcs And Active Continental Margins. *American Journal of Science*, 274: 321–355.
- Setiawan I., Zulkarnain I, Indarto S., Sudarsono dan Ismayanto A.F., 2010, Mineralisasi pada batuan pra Tersier: Kasus Bombana. Laporan teknis penelitian, tidak dipublikasikan.
- Simandjuntak T.O., Surono, dan Sukido., 1994. *Geologi Lembar Kolaka, Sulawesi, skala 1: 250.000*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Bandung.
- Surono dan Tang H.A., 2009. Batuan Pembawa Emas Primer Dari Endapan Emas Sekunder Di Kabupaten Bombana, Sulawesi Tenggara, Berdasarkan Interpretasi Inderaan Jauh. *Proceedings PIT IAGI Semarang, The 38th IAGI Annual Convention And Exhibition*
- Surono, 1998. Geology and Origin of The Southeast Sulawesi Continental Terrane, Indonesia. *Media Teknik No. 3 Tahun XX*
- Surono, 2010. Geologi Lengan Tenggara Sulawesi, *Publikasi Khusus, Badan Geologi, Kementrian Energi dan Sumberdaya Mineral*.
- William H., Turner F.J., Guilbert C.M., 1954. *Petrography, An Introduction to the Study of Rocks in Thin Section*, University of California, Berkeley, W.H. Freeman and Company.

APPENDIKS

Tabel 1. Petrografi batuan wilayah Bombana (klasifikasi William *et al*, 1954)

No	Kode Sampel (BBN)	Deskripsi (Struktur, Tekstur, Komposisi Mineral)	Nama Batuan
1	02	Klastik, mikrit, sparit, dan jejak fosil telah rekristalisasi menjadi kalsit, fragmen kalsit	Meta biomikrit sparit
2	23C	Klastik, bentuk membulat-menyudut tanggung, ukuran fragmen (0,1-4) mm, terjadi penjajaran, komposisi : mikrit, mineral lempung berwarna coklat (10%), fosil foram besar (15%) terekristalisasi, felspar (2%) ukuran 0,4 mm.	Meta <i>claybiomikrite</i>
3	03C	Filitik, tekstur lepidoblastik - nematoblastik, mika halus (muskovit) (20%), kalsit (30%), felspar (8%), kuarsa (7%), epidot (30%) ubahan dari amfibol, kalsit (10%), kristal halus dan terlipat, opak (2%) ukuran 1 mm berasosiasi dengan kuarsa	Filit
4	10A	Struktur filitik, tekstur lepidoblastik - nematoblastik, terjadi penjajaran mineral, ukuran kristal (0.02 - 0.5) mm, komposisi : serisit (48%), kuarsa (15%), felspar (2%), epidot (15%), kalsit sebagai <i>veinlet</i> (25%) bersama kuarsa, aktinolit (3%)	Filit
5	10B	Filitik, lepidoblastik - nematoblastik, ukuran kristal (0.02 - 0.8) mm, mengalami penjajaran, komposisi: serisit (33%), kuarsa (15%), felspar (3%), epidot (20%), kuarsa <i>veinlet</i> bersama kalsit (20%), klorit hijau (10%), flogofit (2%)	Filit
6	25E	Filitik, serisit dominan (46%), kuarsa (10%), felspar (15%), ukuran (0,02 -0,2) mm, piroksen (10%) berukuran (0,1 -0,2) mm, mika/muskovit (10%), epidot halus (2%), tremolit -aktinolit (15%), oksida besi (2%)	Filit
7	04D	Porfiroblastik, ukuran (0.2 - 1) mm, amfibol, aktinolit, mika (flogofit) biasrangkap kuat, kuarsa, felspar sedikit, epidot (30%). Oksida besi (opak) berfungsi sebagai fenokris dan masadasar	Amfibolit-aktinolit-mika
8	15A	Struktur: Genestosa; Komposisi: Kuarsa, mika, tremolit -aktinolit, glaukofan, klorit, garnet, grafit	Genes tremolit, aktinolit - glaukofan
9	9B	Genestosa, Kuarsa (55%), Muskovit (20%), Serisit (10%), Fragmen kuarsa + kalsit (10%), Mineral opak (3%)	Genes
10	05	Struktur genestosa, nematoblastik - lepidoblastik, komposisi kuarsa, klorit (20%), serisit, kalsit, felspar. Felspar pecah-pecah terisi oleh mika, aktinolit (5%), terdapat garnet (3%) ukuran (0.2 - 1) mm, kuarsa, kalsit (25%), muskovit (10%), epidot (3%).	Genes berasal dari batuan vulkanik
11	07	Genestosa, nematoblastik - lepidoblastik, kuarsa (42%) dan felspar (3%), mika (muskovit) (20%) tidak berwarna - kehijauan, kalsit (35%).	Genes