

# ALTERASI DAN MINERALISASI DI KAWASAN KARS GOMBONG SELATAN, KABUPATEN KEBUMEN

Chusni Ansori<sup>1</sup> dan Eko Puswanto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Peneliti Balai Informasi dan Konservasi Kebumian Karangasambung - LIPI, Kebumen  
E-mail: chus\_63@yahoo.com

## Abstrak

Kawasan kars Gombong Selatan merupakan wilayah dengan kondisi geologi menarik. Berdasarkan pengamatan lapangan terdapat sembilan jenis bahan tambang berupa mangan, emas, serpih bitumen, bentonit, kaolin, trass, fosfat, batugamping dan andesit yang tersebar dalam Formasi Gabon dan Kalipucang. Penelitian ini menitik beratkan pada mineralisasi emas untuk mengetahui model mineralisasinya dengan kegiatan lapangan dan laboratorium berupa analisis mineragrafi, XRD (X-Ray Diffraction) dan Inklusi Fluida. Berdasarkan pengamatan lapangan, alterasi di Kecamatan Ayah dan Buayan ditunjukkan oleh urat kuarsa-kalsit, silisifikasi, propilitisasi dan mineral sulfida berukuran halus, seperti pirit, kalkopirit, dan sphalerit. Alterasi dan mineralisasi di S. Lodeng, Jladri lebih intensif jika dibandingkan di Desa Argopeni. Analisis XRD dan mineragrafi di Jladri menemukan asosiasi mineral kuarsa, jarosite, halloysite, nakrit, klinoklore, gipsum, albit, pirit dan kalkopirit. Sedangkan di Argopeni dijumpai asosiasi mineral kuarsa, albit, halloysite, gipsum, monmorillonit, kaolinit, nakrit dan saponit. Analisis inklusi fluida pada dua lokasi mendapatkan fluida monofase kaya air yang mengindikasikan terbentuk pada suhu sangat rendah. Secara umum mineralisasi terjadi pada posisi dangkal dengan suhu sekitar 100°C, pH rendah mendekati asam karena pengaruh air meteorik. Sistem alterasi dan mineralisasi yang berkembang di daerah ini adalah epithermal sulfidasi rendah, berada pada posisi dangkal dekat dengan permukaan bumi yaitu termasuk superzona kalsedonik terletak di sekitar batas transisi muka air tanah, namun di atas zona boiling.

**Kata kunci:** Gombong Selatan, Emas, Alterasi, Mineralisasi

## PENDAHULUAN

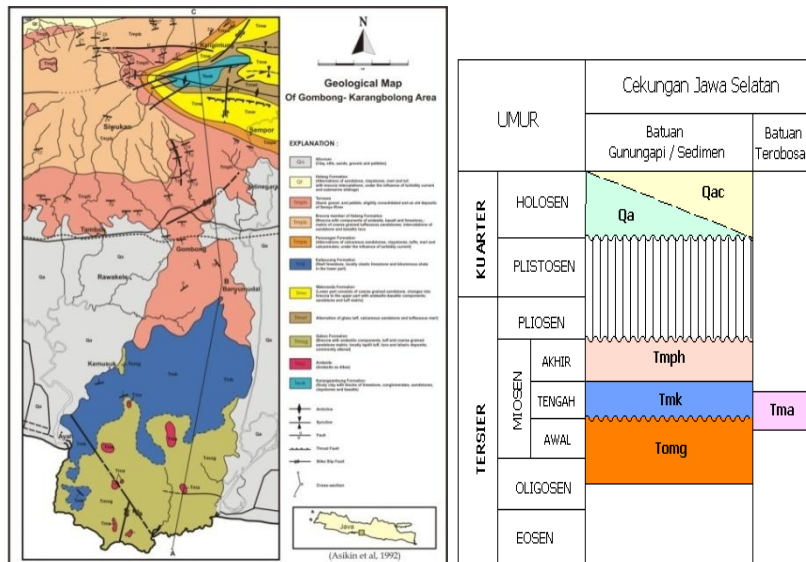
Kawasan kars Gombong Selatan mempunyai nilai ilmiah dan ekonomi tinggi. Kawasan ini telah ditetapkan sebagai Kawasan Lindung Geologi dengan luasan mencapai 555,98 Ha. Secara ilmiah kawasan ini menarik karena terbentuknya *cockpit karst* serta proses karstifikasi yang masih berlangsung hingga saat ini. Menurut Van Bememlen (1949), daerah penelitian termasuk di dalam fisiografi Pegunungan Serayu Selatan. Secara geologis batuan penyusun pada kawasan ini berumur Oligosen hingga Holosen. Stratigrafi daerah ini menurut Asikin dkk (1992) tersusun oleh Formasi Gabon (Tomg), Formasi Kalipucang (Tmk), Formasi Halang (Tmh) dan endapan Alluvial (Qa) lihat Gambar 1.

1. Formasi Gabon (Tomg), tersusun oleh breksi vulkanik dengan sisipan lava andesit, tuf, tuf – lapilli dan breksi laharik. Sebagian matrik mengalami pelapukan membentuk tras, tuf juga berubah membentuk bentonit.
2. Batuan terobosan andesit (Tma) berumur Miosen Awal – Miosen Tengah telah menerobos Formasi Gabon yang mengakibatkan terjadinya alterasi dan mineralisasi di beberapa tempat.
3. Formasi Kalipucang (Tmk), tidak selaras di atas Formasi Gabon, tersusun oleh batugamping terumbu, batugamping klastik, serta batulempung bitumen di bagian bawah. Formasi ini membentuk morfologi karst.
4. Formasi Halang (Tmph), endapan seri turbidit berupa batu pasir gampingan, batupasir kerikilan, batupasir tufaan, napal, napal tufaan, batulempung, batulempung napalan dan sisipan kalkarenit.
5. Sedimen Kuartir Aluvium (Qa) merupakan endapan termuda menindih tak selaras semua formasi yang ada. Dijumpai sebagai endapan pantai pasir lepas.

Karst Gombong Selatan secara ekonomi menarik karena besarnya potensi wisata, bahan tambang dan sumberdaya air. Menurut Ansori C (2011) pada sekitar kawasan terdapat 9 macam jenis bahan tambang

(Tabel 1) berupa: batugamping berkualitas baik, cadangan melimpah; fosfat guano, berkualitas sedang, cadangan belum teridentifikasi; mangan, kualitas kurang baik, cadangan banyak; andesit, kualitas baik dan cadangan melimpah; bentonit, sedikit dan kualitas kurang; kaolin, kualitas kurang, cadangan banyak; trass berkualitas baik, kurang banyak; emas, belum teridentifikasi; serpih bitumen, kualitas sedang, cadangan sedikit. Sebagian aktivitas penambangan telah dilakukan pada kawasan karst maupun disekitarnya.

Penelitian ini menitikberatkan pada masalah alterasi dan mineralisasi pembentukan emas yang dijumpai disekitar kawasan ini. Potensi emas secara umum berkembang pada Formasi Gabon diindikasikan oleh intensitas alterasi dan mineralisasi yang intensif yang dijumpai di Kecamatan Ayah dan Buayan. Alterasi dan mineralisasi di daerah ini, diperkirakan terkait dengan keberadaan batuan terobosan andesit Gunung Poleng, Gunung Gadung, dan Gunung Arjuna pada Miosen Tengah – Miosen Awal.



**Gambar 1.** Peta geologi kawasan Gombong Selatan dan urutan stratigrafinya (Asikin S, dkk, 1992)

**Tabel 1.** Profil pertambangan pada KKGs, Ansori C (2011)

No	Jenis bahan tambang	Keterdapatan	Potensi	Jumlah penambang	Aktivitas penambangan
1	Batu gamping	Zone I (74,6 %) Zone II (15,9 %) Zone III (9,5 %)	389.250.000 metrik ton Kualitas baik	177 pengusaha 276 tenaga	Aktif di Zone II dan I, illegal
2	Phospat	Zone I	Tidak teridentifikasi Kualitas sedang	9 pengusaha 29 tenaga	Pada gua aktif dan sebagian gua fosil, illegal
3	Mangan	Terpencar di dalam dan sekitar zone karst	Ratusan ribu ton Kualitas kurang - sedang	Tidak tentu, 15 org saat aktif	7 KP Eksplorasi
4	Andesit	Disekitar zone karst	106.130.975 m <sup>3</sup> Kualitas baik	32 pengusaha 120 tenaga	2 legal
5	Bentonit	Disekitar zone karst	100.000 m <sup>3</sup> Kualitas sedang	-	-
6	Kaolin	Disekitar zone karst	Belum teridentifikasi Kualitas kurang	-	Pernah ditambang
7	Trass	Disekitar zone karst	Belum teridentifikasi Kualitas baik	-	-
8	Emas	Disekitar zone karst	Belum teridentifikasi Kualitas baik	6 orang	Penambangan aktif di Jladri
9	Serpih bitumen	Disekitar zone karst	7.264.176,20 ton batu Sedang	-	1 KP eksplorasi

## TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis alterasi dan mineralisasi emas yang terjadi sehingga dapat diketahui posisi pembentukan serta model mineralisasinya yang mengacu pada sistem mineralisasi Buchanan (1991). Model dan posisi mineralisasi bermanfaat untuk menentukan langkah dalam eksplorasi lanjutan.

## METODOLOGI

Penelitian ini meliputi penelitian lapangan dan laboratorium. Penelitian lapangan dilakukan untuk mengetahui kondisi geologi, zona alterasi, jenis mineral dan pengambilan sampel batuan. Penelitian laboratorium meliputi analisa petrografi, mineragrafi, XRD dan inklusi fluida. Analisa XRD dilakukan untuk mengetahui jenis alterasi berdasarkan keterdapatannya asosiasi mineral lempung yang dihasilkan oleh reaksi larutan hidrotermal dengan batuan sampling yang berhubungan dengan kedalaman. Mineral yang terbentuk pada suhu rendah mengindikasikan terbentuk pada kedalaman dangkal, sedangkan mineral yang terbentuk pada suhu tinggi mengindikasikan terbentuk pada kedalaman besar. Kedalaman dan suhu pembentukan urat kuarsa terkait dengan sistem dan zona mineralisasinya yang bermanfaat dalam pengembangan eksplorasi dan eksploitasi. Analisa mineragrafi dilakukan untuk mengetahui asosiasi mineral bijih yang terbentuk bersamaan dengan tahapan mineralisasi. Asosiasi mineral bijih tertentu dapat berasosiasi dengan pengendapan emas.

## HASIL

### Data Lapangan

Alterasi di Desa Argopeni, Kecamatan Ayah berupa zona veinlet kalsit dan silika yang berkembang pada breksi andesit, lebar zona veinlet 15 meter di sepanjang sungai, berkarakteristik putih susu, tebal 2 mm – 2 cm, saling memotong (*stockworking*), dengan arah dominan N292°E/59, N110°E/37, panjang veinlet kalsit secara vertikal 1,5 – 2 m, menebal dan menipis pada beberapa bagian, veinlet kalsit bertekstur breksia. Mineralisasi kurang intensif, pada beberapa tempat dijumpai pirit, dan mineral lempung. Alterasi dan mineralisasi di Sungai Londeng, Jladri cukup intensif, berupa urat kuarsa, silisifikasi beintensitas kuat – sedang, dan propilit berintensitas sedang – lemah, dengan batas transisi alterasi tidak tegas. Urat kuarsa di daerah ini dapat dibedakan menjadi 2, yaitu urat kuarsa utama berarah N239°E/54 yang dijumpai di bagian bawah tebing sungai dan menerus ke atas. Urat kuarsa kedua merupakan cabang (*splay*) dari urat kuarsa utama yang berarah N249°E/47. Zona urat kuarsa utama memiliki ketebalan 1,5 – 2 meter berkembang pada batuan andesit yang teralterasi sebagian. Karakteristik urat berupa silika-kuarsa, berwarna putih transparan, menyerpih dan mudah hancur, berongga (*vuggy*), kuarsa kalsedonik setempat bertekstur breksia dan berasosiasi dengan pirit-kalkopirit-markasit. Kedudukan bidang urat kuarsa hampir tegak dengan intensitas alterasi menguat ke arah *hanging wall* (HW). Batas tepi urat kuarsa berasosiasi dengan alterasi silisifikasi, ke arah luar berkembang propilit dan veinlet kuarsa berupa *lattice bladed quartz*, memberikan kenampakan bidang-bidang belah kuarsa kristalin tipis yang saling memotong (*stockworking*), Gambar 2.

### Mineragrafi

Urat kuarsa di S.Lodeng-Jladri, dibawah mikroskop refleksi tersusun oleh kuarsa dan mineral bijih. Mineral bijih tersebar tidak merata, sebagian mengelompok, sebagian mengisi retakan halus. Mineral bijih (10 - 15%) berupa kristal butiran halus-sangat kasar, granuler dan memanjang dari jenis sulfida pirit ( $\text{FeS}_2$ ) dan kalkopirit ( $\text{CuFeS}_2$ ). Pirit (8 - 10%), berwarna putih kekuningan, berkrystal granuler subhedral-euhedral, berukuran sedang-kasar, tersebar secara acak tidak merata, kadang mengelompok dan tumbuh bersama kalkopirit. Kalkopirit (2 - 5%), berwarna kuning keruh, berkrystal subhedral, berukuran sedang-kasar, tersebar secara acak tidak merata, kadang mengelompok dan tumbuh bersama pirit, Gambar 3.a.



(a)

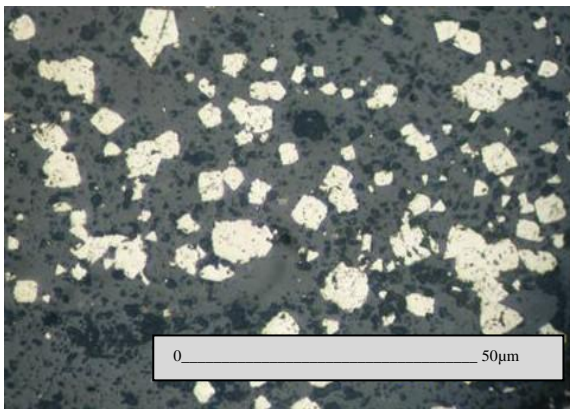


(b)

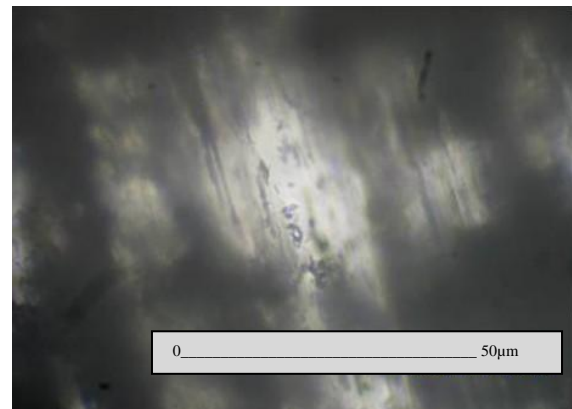


(c)

**Gambar 2.** (a). *Stock work* kalsit pada breksi andesit terubah di Argopeni, (b) dan (c) *Lattice bladed* kuarsa saling memotong pada breksi andesit dan penambangan emas rakyat di S.Lodeng-Jladri.



(a)



(b)

**Gambar 3.** (a). Mikrografi sebaran kristal pirit dan kalkopirit dalam masa dasar kuarsa di Jladri, (b). Mikrografi inklusi fluida monofase kaya air berbentuk granuler dan memanjang di Argopeni

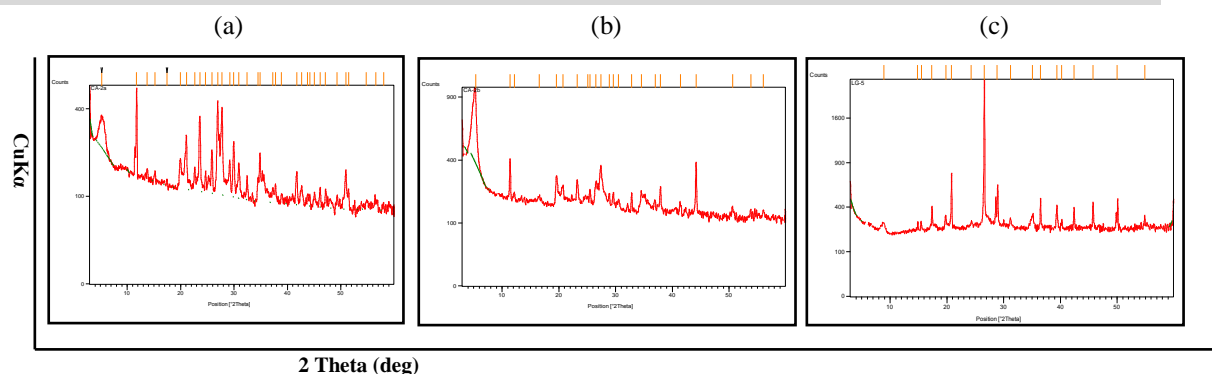
### Inklusi Fluida

Analisis inklusi fluida dilakukan pada 1 sampel *stock work* silika dari Argopeni (CA-3.b) dan 1 sampel urat kuarsa dari Jladri (LG-7). Sampel kuarsa Argopeni tersusun oleh silisifikasi batuan ubahan yang mengandung butiran, serabut mineral ubahan dan amorf, dipotong urat silika jernih, bersusunan mosaik, berkrystal sangat halus, anhedral, kadang granuler, sedikit mengandung fluida tipe monofase kaya air. Kuarsa yang bersosiasi dengan detritus mineral ubahan berwarna keruh berkrystal anhedral, bersusunan mosaik banyak mengandung retakan halus dan inklusi rusak, sehingga tidak bisa diukur. Pada silika keruh maupun jernih tidak ditemukan inklusi fasa ganda yang dapat diukur. Adanya inklusi fluida monofase kaya air, indikasi terbentuk pada temperature sangat rendah, Gambar 3.b.

Urat kuarsa Jladri menunjukkan kesamaan dengan lokasi Argopeni, inklusi fluida telah rusak sehingga tidak dapat diukur suhu pembentukannya. Sebagian menunjukkan inklusi fluida tipe monofase kaya air serta silika jernih bersusunan mosaik, sangat halus, anhedral, kadang granuler dan prismatic.

### Analisis XRD

Analisis XRD telah dilakukan pada bentonit berwarna putih dan abu-abu mengandung pirit dari Argopeni serta lempung hasil ubahan breksi vulkanik di sekitar urat kuarsa dari K. Lodeng-Jladri (Gambar 4 dan Tabel 2).



Gambar 4. (a) dan (b) Grafik XRD bentonit Argopeni, (c). Grafik XRD lempung di K.Lodeng-Jladri

Tabel 2. Mineral yang terbentuk pada zone alterasi di Argopeni dan Jladri.

Lokasi	Mineral	Kandungan (%)	Lokasi	Mineral	Kandungan (%)
Argopeni, 2-A	Kuarsa rendah	23	Jladri LG-5	Kuarsa	86
	Albit calcian low	20		Jarosit	12
	Halloysite	13		Halloysite	2
	Ortoklas	25			
	Gypsum	19			
Argopeni, 2-B	Kuarsa	8	Jladri LG-3	Nakrit	7
	Hexahydroborit	16		Ilite	27
	Mikroklin	16		Klinoklor	4
	Leucite	11		Gypsum	42
	Chrysolite-2	10		Kuarsa	11
	Saponit	39		Albit calcian low	19

## DISKUSI

**Analisa mineragrafi** bertujuan untuk mengetahui asosiasi urat kuarsa dengan mineral bijih yang memungkinkan berasosiasi dengan emas. Berdasarkan data mineragrafi menunjukkan bahwa mineral bijih sulfida berupa pirit ( $\text{FeS}_2$ ) dan kalkopirit ( $\text{CuFeS}_2$ ) yang menyebar tidak merata, sebagian mengelompok dan sebagian mengisi retakan halus. Mineral bijih (10 - 15%) berupa kristal butiran halus-sangat kasar, butiran dan memanjang dari jenis sulfida pirit ( $\text{FeS}_2$ ) dan kalkopirit ( $\text{CuFeS}_2$ ). Kelimpahan sulfida pirit 8 - 10%, berwarna putih kekuningan, berkristal butiran subhedral-euhedral, berukuran sedang - kasar, tersebar secara acak tidak merata, kadang mengelompok dan tumbuh bersama kalkopirit. Kelimpahan kalkopirit 2 - 5%, berwarna kuning keruh, berkristal subhedral, berukuran sedang - kasar, tersebar acak tidak merata, kadang mengelompok dan tumbuh bersama pirit. Asosiasi pirit dan kalkopirit terbentuk pada suhu antara 40 - 100°C (Morrison, K., 1997). Kisaran suhu rendah tersebut mengindikasikan terbentuk pada kedalaman dangkal, dimana larutan hidrotermal kemungkinan telah banyak bercampur dengan air meteorik kaya  $\text{O}_2$ , sehingga pH air menjadi rendah.

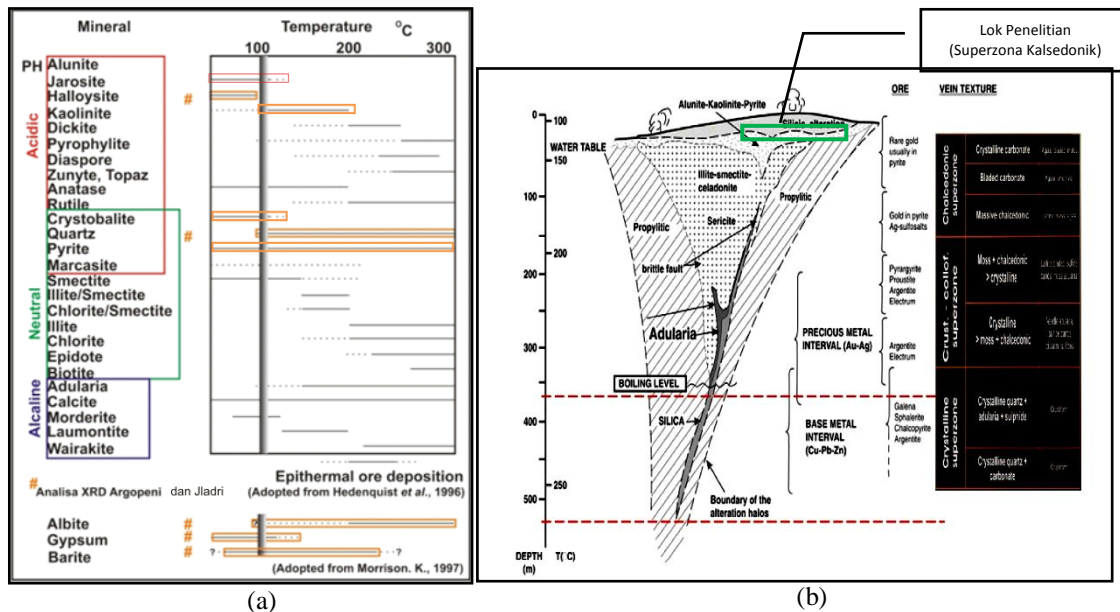
**Analisis XRD di Argopeni** menunjukkan adanya asosiasi mineral lempung saponit, ortoklas, kuarsa, albit, barit, gypsum, hallosit, mikroklin, leusit, krisotil. Mineral saponit merupakan kelompok mineral *phyllosilicated*, trioktahedral smektit. Berdasarkan pengeplotan suhu pembentukan mineral albit, gypsum, hallosit, saponit, kuarsa, dan barit dapat ditarik garis lurus yang menunjukkan bahwa suhu pembentukan mineral-mineral tersebut secara umum pada suhu sekitar 100°C (Gambar 5.a). Pada kisaran suhu tersebut mengindikasikan bahwa proses alterasi dan mineralisasi di daerah Argopeni berada di dekat permukaan. Mineral gypsum diperkirakan terbentuk pada saat suhu mengalami penurunan, pada kondisi tersebut komposisi  $\text{CaSO}_4$  mengalami penambahan  $\text{H}_2\text{O}$  yang berasal dari adanya sirkulasi air tanah dangkal (Harvey et al., 1983 di dalam Corbett et al., 1996). Penambahan air ini mempengaruhi pH larutan menjadi lebih asam sehingga terbentuk asosiasi mineral lempung bersuhu rendah.

**Analisis XRD Jladri** menunjukkan bahwa disekitar urat tersebut didominasi oleh mineral kuarsa berasosiasi dengan mineral lempung jarosit dan hallosit. Keberadaan mineral kuarsa yang melimpah di sekitar urat

menunjukkan bahwa alterasi yang berkembang pada batas tepi urat silisifikasi. Berdasarkan pengeplotan suhu pembentukan mineral kuarsa, jarosit, dan hallosit (Hedenquist, 1996) maka suhu pembentukan secara umum sekitar 100°C. Mineral jarosit dan hallosit terbentuk di atas zona muka air tanah pada kedalaman dangkal (Leach *et al.*, 1980 di dalam Corbett *et al.*, 1996) pada suhu sekitar 100°C dan pH rendah atau mendekati pH asam (Hedenquist *et al.*, 1996). Mineral memiliki stabilitas dan tingkat kesetimbangan reaksi tertentu. Perbedaan stabilitas dan tingkat kesetimbangan reaksi ini yang membedakan pembentukan jarosit dan alunit. Mineral jarosit ( $KFe_3(SO_4)_2(OH)_6$ ), dapat terbentuk pada kisaran suhu 100 – 250°C, sementara itu alunit terbentuk pada kisaran suhu 250 – 450°C (Stoffregen, R.E., 2006). Keberadaan unsur kimia Fe di dalam jarosit berhubungan dengan stabilitas pembentukan hematit ( $Fe_2O_3$ ). Kenampakan megaskopis di lapangan pada beberapa tempat masih dijumpai mineral hematit, hal tersebut menunjukkan tidak semua mineral hematit pada kisaran suhu 100 – 250°C berubah menjadi jarosit. Pembentukan jarosit selain dikontrol oleh alterasi hidrotermal dapat juga karena proses pelapukan mineral sulfida seperti pirit ( $FeS_2$ ) pada posisi dangkal (Leach *et al.*, 1980; Harvey and Brown, 1991; dalam Corbett *et al.*, 1996).

**Analisa inklusi fluida** menunjukkan kristal kuarsa sangat halus bersusunan mosaik, anedral, kadang granuler dan prismatic, umumnya telah mengalami kerusakan sehingga tidak dapat ditentukan suhu pembentukannya. Diperkirakan perkembangan pembentukan inklusi fluida bersamaan dengan adanya kontrol struktur geologi, sehingga inklusi sekunder yang mengisi di sekitar zona retakan menjadi rusak. Dijumpainya inklusi fluida monofase kaya air mengindikasikan terbentuk pada suhu sangat rendah. Terbentuknya *lattice bladed quartz* di Jladri, diduga karena penambahan air tanah dangkal ke dalam larutan hidrotermal sehingga menyebabkan penurunan suhu dan tekanan. Karakteristik tekstur ini mengindikasikan terbentuk pada zona *boiling*, dimana pada kondisi ini memungkinkan emas diendapkan. Corbett *et al.*, (1996) menyatakan bahwa tidak setiap kondisi *boiling* emas diendapkan, sebagaimana tipe mineralisasi Bonanza. Mekanisme pengendapan emas selain berkaitan dengan kondisi *boiling*, dapat juga terbentuk pada pendinginan yang cepat serta reaksi antara larutan hidrotermal dengan batuan sampling yang dikontrol percampuran dengan air ber-pH rendah, air bawah tanah kaya  $O_2$  dan air karbonat.

**Alterasi dan mineralisasi** yang berkembang di daerah Gombong berimplikasi pada prospek penambangan emas, yang dilakukan masyarakat lokal. Alterasi dan mineralisasi yang berkembang diperkirakan terkait dengan aktivitas gunung api purba G. Arjuna, Poleng dan Gadung yang mengintrusi breksi andesit Formasi Gabon. Asosiasi mineral hidrotermal yang terbentuk di daerah Jladri terjadi pada suhu sekitar 100°C. Data inklusi fluida urat karsa Jladri merupakan fase tunggal kaya air yang terbentuk pada suhu sangat rendah. Data mineragrafi menunjukkan bahwa asosiasi mineral bijih yang terbentuk berupa pertumbuhan bersama mineral sulfida pirit dan kalkopirit sebagai indikasi adanya larutan hidrotermal. Berdasarkan data tersebut, maka sistem alterasi dan mineralisasi yang berkembang di daerah penelitian adalah sistem epithermal sulfidasi rendah. Sementara itu, keberadaan jarosit mengindikasikan pembentukan emas terkait dengan adanya percampuran air bawah tanah kaya  $O_2$  (Corbett *et al.*, 1996). Secara umum, hal tersebut mengindikasikan bahwa mekanisme pengendapan emas di daerah Jladri dikontrol oleh proses pendinginan secara cepat dan percampuran air bawah tanah kaya  $O_2$ .



**Gambar 5.** (a). Suhu pembentukan mineral lempung di Argopeni dan S.Lodeng-Jladri Hedenquist et.al., (1996) dan Morrison.K., (1997). (b). Sistem mineralisasi emas di daerah penelitian (Buchanan, 1981)

Mengacu pada model sistem mineralisasi epitermal menurut Buchanan (1981) dan Morrison *et.al.*, (1990) maka mineralisasi terjadi pada kedalaman relatif dangkal dan termasuk dalam zona paling atas yaitu superzona kalsedonik disekitar batas transisi muka air tanah (Gambar 5.b). Penelitian Sumantri, T.A.F., (1998) menunjukkan bahwa urat silika-kuarsa di daerah Jladri terbentuk pada zona bawah (superzona kristalin), pada suhu 210.2°C – 290.2°C dengan salinitas 1.5 – 7 wt % NaCl, dan kedalaman 849 m. Posisi ini lebih memungkinkan terjadi pada sistem mineralisasi epithermal sulfidasi tinggi atau sistem mineralisasi porpiri dengan asosiasi mineral biotit dan kadar mineral logam dasar yang besar. Namun hal tersebut kurang sesuai dengan kondisi lapangan dan asosiasi mineral yang mengindikasikan terbentuk di dekat permukaan pada pH asam dan suhu rendah.

### KESIMPULAN

1. Alterasi yang berkembang di daerah penelitian adalah silisifikasi dan propilitisasi dengan asosiasi mineral jarosite - halloysite - gipsum serta kuarsa - kristobalit - albit - pirit dan kalkopirit.
2. Sistem alterasi dan mineralisasi yang berkembang berupa epithermal sulfida rendah, berada pada posisi dangkal, suhu sekitar 100°C, pH rendah mendekati asam, termasuk superzona kalsedonik.
3. Eksplorasi lanjutan disarankan pada posisi lebih dalam/elevasi lebih rendah sekitar 100 m hingga mencapai *crustiform – colloform* superzone dimana mineralisasi emas dimungkinkan lebih banyak terbentuk.

### DAFTAR PUSTAKA

Ansori, C., Puswanto, E., 2011. *Mining Profile at South Gombang Karst Area, Kebumen*. Proceeding Asian Trans-Diciplinary Karst Conference. Karst Research Group – UGM, Yogyakarta.

Asikin, S., Harsolumakso, A.H., Busono, H., Gafoer, S., 1992. *Peta Geologi Lembar Banyumas*. P3G Bandung.

Bemmelen, R.W., 1949. *Geology of Indonesia*. vol. IA, Martinus Nijhoff, the Hague, pp. 637-647.

Buchanan, L.J., 1981. *Precious metal deposits associated with volcanic environments in the Southwest Arizona*. Geological Society Digest, 14, p.237-262.

- 
- Corbett, G. J, Leach, T. M, 1996. *Southwest Pacific Rim Gold Copper Systems, Structure, Alteration and Mineralization*, Manual for an Exploration Workshop, Jakarta.
- Hedenquist J. W., White N. C., 199. *Ephitermal Gold Deposit : Style, Characteristics and Implication*. Society of Economic Geologists, Newsletter no 23, p.1, 9 – 13.
- Morrison G., Guoyi D., Jaireth S., 1990. *Textural Zoning In Epithermal Quartz Vein*. Klondike Exploration Services, Quinsland.
- Morrison K; 1997. *Important Hydrothermal Minerals and Their Significance, Geothermal and mineral Service Division, 7 th ed*, New Zealand.
- Sumantri, T.A.F., Hartono, T., Sastra, N., 1998. *Studi Pendahuluan Mineralisasi Hidrotermal Di Daerah Gombong Selatan, Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah*. Laporan Teknis Penelitian, Puslit Geoteknologi – LIPI, Bandung.
- Stoffregen, R.E., 2006. *Allunite-Jarosite Crystallography, Thermodynamic and Geochronology*. The Mineralogical Society of America.