

# KARAKTERISTIK URAT KUARSA EPITERMAL PADA BATUAN INDUK TERALTERASI FORMASI KOMPLEKS MELANGE LUK ULO DI KECAMATAN SADANG, KABUPATEN KEBUMEN

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

<sup>1</sup>Peneliti Balai Informasi dan Konservasi Kebumian Karangsembung - LIPI, Kebumen  
E-mail: epuswanto@gmail.com

## Abstrak

*Indikasi aktivitas hidrotermal di daerah Kecamatan Sadang, Kabupaten Kebumen berupa mineralisasi yang dicirikan oleh adanya alterasi hidrotermal, mineralisasi sulfida, dan urat kuarsa yang menerobos basal, gabro dan batuan metamorf anggota Formasi Kompleks Melange Luk Ulo yang berumur Kapur – Paleosen. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari kondisi fisik-kimia batuan Formasi Kompleks Melange Luk Ulo yang teralterasi berdasarkan data inklusi fluida dan data XRD. Urat kuarsa yang berkembang berupa vein masif dan stockwork dan menunjukkan tekstur tumbuh, pengisian rongga-rongga, comb, dan struktur kuarsa sebagian kalsedonik. Urat kuarsa masif berukuran halus dan sebagian terbreksiasi, sedikit mengandung pirit dan sfalerit. Tekstur urat kuarsa tersebut dapat dikelompokkan pada zona kalsedonik. Data inklusi fluida mengindikasikan bahwa fluida hidrotermal terbentuk pada suhu 170 °C - 185 °C, dengan kedalaman minimum 150 m di bawah permukaan air tanah, dan salinitasnya setara dengan 2.5 – 2.2 berat NaCl. Hasil pengeplotan asosiasi mineral yang dihasilkan dari analisa XRD pada diagram stabilitas mineral menunjukkan bahwa fluida hidrotermal terbentuk pada interval suhu dari 280 °C hingga 340 °C. Berdasarkan data tersebut, diinterpretasikan bahwa urat kuarsa-sulfida di daerah penelitian mengalami 2 tahap perubahan sistem, dari sistem mesotermal menjadi sistem epitermal.*

**Kata kunci:** hidrotermal, alterasi, mineralisasi, Kompleks Melange Luk Ulo

## PENDAHULUAN

Formasi Kompleks Melange Luk Ulo merupakan kelompok batuan banchuh yang berumur paling tua di daerah penelitian (Asikin, 1974; Wakita *et al.*, 1994), berumur Kapur Akhir hingga Paleosen, produk dari proses subduksi antara lempeng Indo-Australia yang menunjam di bawah lempeng benua Asia Tenggara (Asikin, 1974). Aktivitas tektonik Pra Tersier tersebut mengakibatkan beberapa satuan batuan Kompleks Melange Luk Ulo terdeformasi dan berubah yang dicirikan oleh adanya alterasi hidrotermal, mineralisasi sulfida, dan urat kuarsa yang menerobos basal, gabro dan batuan metamorf.

Potensi logam mulia pada satuan batuan Kompleks Melange Luk Ulo telah dilakukan sebelumnya oleh Toto A.F. Sumantri dkk, 2007 dengan mengamati perubahan intensitas ubahan dan kandungan mineral bijih pada batuan mafis ofiolit Karangsembung Utara, terutama basal dengan struktur lava bantal. Peningkatan intensitas ubahan pada batuan ini dicirikan dengan semakin tingginya kuantitas kalsit dan mineral bijih dalam asosiasi mineral ubahan.

Pada 10 tahun sebelumnya, Mei 1997 PT. Antam, Tbk bekerjasama dengan perusahaan asing Amerika Celtic Mineral Ltd telah melakukan eksplorasi potensi mineralisasi di hulu Sungai Brengkok selatan Igir Blusdron. Hasil eksplorasi tersebut menyimpulkan potensi mineralisasi di daerah ini bertipe sistem mineralisasi epitermal sulfida tinggi, dengan anomali Au-Ag rendah. Penelitian potensi mineralisasi kali ini berada di timur laut igir Blusdron, hulu Sungai Simpes. Indikasi potensi mineralisasi di daerah ini telah diketahui sebelumnya oleh masyarakat sekitar dengan melakukan penambangan emas sekunder menggunakan alat tradisional. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik dan intensitas alterasi mineralisasi terkait dengan pola penyebaran urat kuarsa dengan melakukan pemetaan didukung dengan analisa petrografi, geokimia, data inklusi fluida dan data XRD. Hasil analisa tersebut untuk interpretasi zona kedalaman pembentukan urat kuarsa serta mengetahui apakah sistem mineralisasi yang berkembang di lokasi penelitian memiliki karakteristik yang sama dengan potensi mineralisasi di selatan igir Blusdron.

## TUJUAN PENELITIAN

Alterasi hidrotermal yang berkembang pada satuan batuan induk teralterasi Formasi Kompleks Melange Luk Ulo di Kecamatan Sadang, Kabupaten Kebumen berupa urat-urat kuarsa berasosiasi dengan mineralisasi sulfida. Urat kuarsa tersebut memiliki tekstur berupa karakteristik morfologi, struktur kristal, komposisi kimia dan fisika yang mencerminkan kondisi hidrotermal yang berbeda (Dong *et al.*, 1995). Tujuan penelitian ini untuk mengetahui karakteristik tekstur kuarsa dan interpretasi zona kedalaman pembentukan urat kuarsa berdasarkan data inklusi fluida dan asosiasi mineral hidrotermal yang diterapkan pada model Buchanan (1981) dalam Morrison *et al.*, 1990.

## METODOLOGI

Metode yang digunakan pada penelitian ini dengan melakukan pemetaan penyebaran zona alterasi hidrotermal, meliputi identifikasi tipe batuan, struktur geologi, dan orientasi penyebaran urat kuarsa yang terbentuk pada satuan batuan Formasi Kompleks Melange Luk Ulo. Analisa laboratorium yang dilakukan pada sampel urat kuarsa meliputi analisa inklusi fluida dengan Linkam THMS 600, untuk mengetahui kondisi fluida hidrotermal, dan analisa XRD (*X-ray Diffraction*) untuk mengetahui asosiasi mineral yang terbentuk pada zona alterasi.

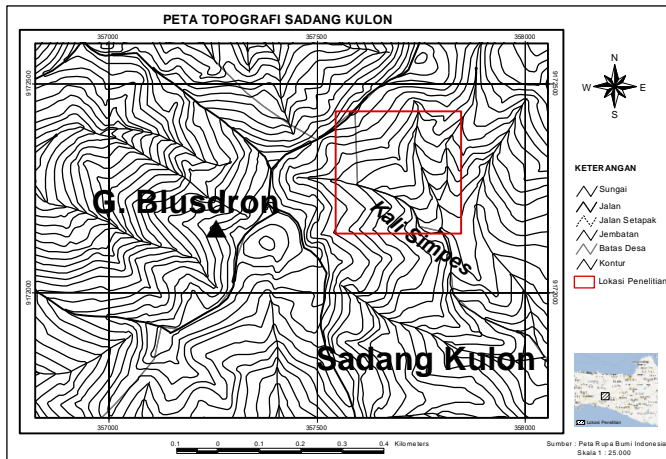
## HASIL

### Geologi Daerah Sadang dan Sekitarnya

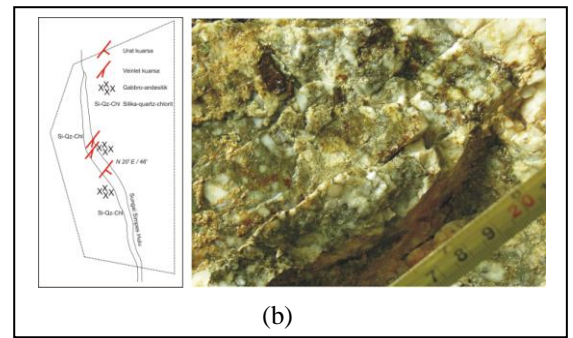
Stratigrafi daerah penelitian tersusun oleh kelompok batuan bancuh anggota satuan batuan Formasi Kompleks Melange Luk Ulo (Asikin, 1974; Wakita *et al.*, 1994), berupa sekis, filit, basal berstruktur lava bantal, gabro, marmer, batugamping merah, rijang, dan lempung hitam yang bersifat serpihan. Kelompok satuan batuan Kompleks Melange Luk Ulo tersebut terdeformasi oleh aktivitas tektonik yang kuat dan sebagian mengalami ubahan, terutama pada basal, gabro dan beberapa kelompok batuan metamorf sebagaimana dijumpai di sekitar Sungai Simpes Dukuh Srengseng, Desa Seboro, Kecamatan Sadang, Kabupaten Kebumen. Struktur geologi daerah penelitian secara umum dipengaruhi oleh aktivitas subduksi antara lempeng Indo-Australia yang menunjam di bawah lempeng benua Asia Tenggara (Asikin, 1974), menghasilkan bukaan-bukaan pada beberapa satuan batuan Kompleks Melange Luk Ulo yang kemudian terisi oleh urat-urat kuarsa berorientasi timurlaut-baratdaya dan baratlaut-tenggara.

### Alterasi Hidrotermal

Indikasi mineralisasi di daerah penelitian dicirikan oleh adanya alterasi hidrotermal, mineralisasi sulfida, dan urat kuarsa yang menerobos basal, gabro dan batuan metamorf anggota Formasi Kompleks Melange Luk Ulo. Analisis data alterasi hidrotermal pada batuan basal dan gabro dilakukan dengan analisa petrografi, analisa XRD (*X-ray Diffraction*), dan pengamatan langsung di lapangan. Alterasi propilit berkembang disekitar Sungai Simpes bagian hilir yang terletak di sebelah timur laut igir Blusdron, dicirikan oleh veinlet-veinlet kuarsa yang saling memotong (*stockworking*) berasosiasi dengan mineral klorit yang berkembang pada batuan induk gabro dan basal. Intensitas alterasi propilit menguat ke arah hulu berkembang menjadi zona alterasi silisifikasi dicirikan oleh urat-urat kuarsa yang mengisi rekahan dan rongga berasosiasi dengan mineral sulfida pirit, sfalerit dan mineral manganis yang menyebar tidak merata. Tebal urat kuarsa masif di bagian hulu mencapai hingga 1 m, berarah N 20° E/46° memotong aliran Sungai Simpes. Batas transisi urat kuarsa dengan batuan samping tidak tegas membentuk zona alterasi vein sepanjang lebih kurang 2 m dan berasosiasi dengan veinlet-veinlet kuarsa 1 mm – 2 cm bearah N 125° E/73°, densitas 2, spasi 30 cm. Karakteristik urat kuarsa kristalin berukuran halus, kalsedonik sebagian, dominan masif, berwarna putih kehitaman, menunjukkan tekstur tumbuh, pengisian rongga-rongga, *comb*, dan sebagian terbreksiasi.



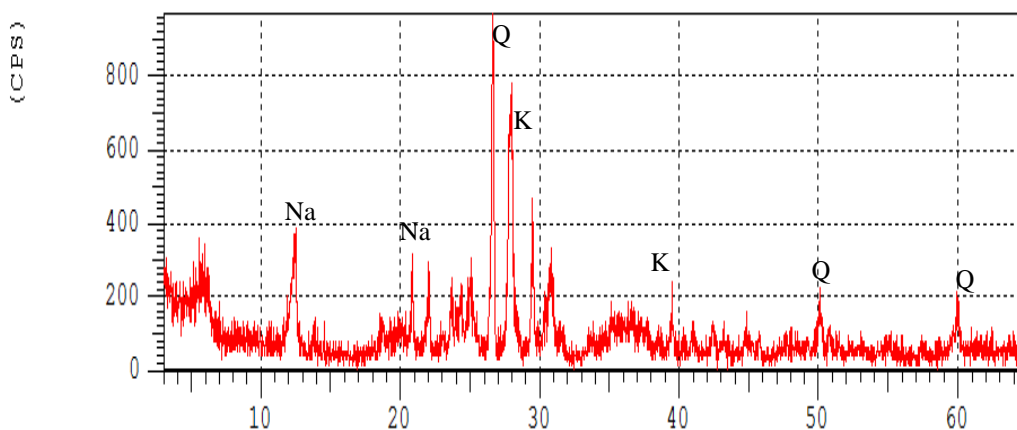
(a)



(b)

**Gambar 1.** Lokasi penelitian (a). Sketsa pola distribusi urat kuarsa (tanpa skala) dan kenampakan urat kuarsa terbreksiasi sebagian di hulu Sungai Simpes (b)

Asosiasi mineral hidrotermal yang berkembang di bagian hilir Sungai Simpes berdasarkan hasil analisa XRD berupa kuarsa, kalsit, nakrit, albit, *magnesian aluminium iron silicate hidroksid*, dan dolomit. Pada beberapa bagian terdapat mineral pirit dan klorit setempat yang intensitasnya menguat ke arah hulu. Pola difraksi hasil analisa XRD pada gabro teralterasi sebagaimana ditunjukkan Gambar 2. Indikasi gabro teralterasi juga teramati dari hasil analisa petrografi, dicirikan dengan plagioklas yang berubah kuat menjadi serisit berasosiasi dengan kalsit, kuarsa dan silika. Hasil analisa XRD pada filit berubah menunjukkan asosiasi mineral kuarsa, illit, dolomit, sanidin, rektorit, kalsit, klorit dan serisit.



**Gambar 2.** Pola difraksi hasil analisa XRD pada gabro teralterasi di Sungai Simpes bagian hilir. (Na : Nakrit, Q : Kuarsa, K : Kalsit)

### Inklusi Fluida

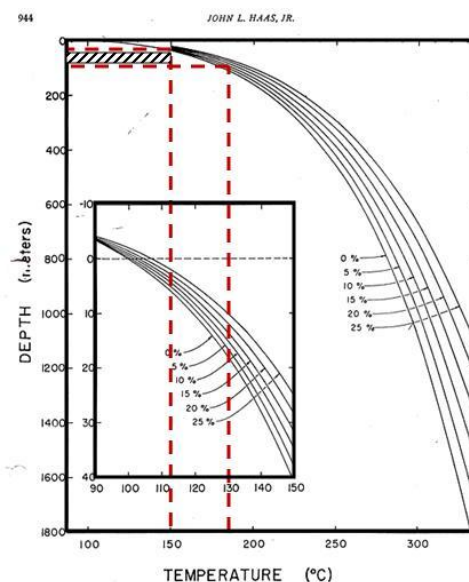
Pengukuran inklusi fluida pada sampel urat kuarsa kristalin di Sungai Simpes bagian hulu dilakukan dengan menggunakan mikrotermometer Linkam THMS 600 di Pusat Penelitian Geoteknologi – LIPI Bandung. Secara umum sayatan poles urat kuarsa berwarna keruh, terkontaminasi oleh butiran dan serabut halus detritus mineral ubahan serta oksida berwarna kecoklatan. Inklusi fluida yang terkandung di dalam kristal mineral kuarsa berasosiasi dengan detritus mineral ubahan, oksida dan mineral bijih. Inklusi fluida umumnya dijumpai pada kristal yang relatif jernih, sangat jarang pada kristal keruh. Tipe paragenetik inklusi fluida yang dijumpai terdiri dari inklusi primer dan inklusi sekunder (sebagaimana tampak pada Gambar 3). Inklusi primer dijumpai di dalam zona pertumbuhan kristal induk umumnya fasa tunggal kaya air dan sebagian dua fasa (air dan gas) menyebar tidak merata, mengelompok tidak beraturan dan sebagian kecil terisolir. Inklusi

sekunder pada beberapa bagian berupa anhedral dua fasa namun sudah rusak, terdistribusi di dalam zona retakan mikro yang kemungkinan tertutup kembali.



**Gambar 3.** Fotomikrografi inklusi fluida urat kuarsa kristalin Sungai Simpes, terdiri dari inklusi primer fasa tunggal kaya air (lingkaran kuning) dan sebagian dua fasa (lingkaran merah), dua fasa bentuk anhedral *necking* (lingkaran hijau), dan inklusi sekunder terdistribusi di dalam zona retakan mikro berupa anhedral dua fasa yang sudah rusak (lingkaran biru)

Hasil pengukuran mikrotermometri inklusi fluida menunjukkan bahwa urat kuarsa kristalin Sungai Simpes terbentuk pada suhu homogenitas antara 150°C - 185°C, dengan salinitas yang rendah antara 2.0 – 2.5 % berat NaCl. Berdasarkan hasil analisis tersebut maka pembentukan urat kuarsa di daerah penelitian merupakan endapan sistem epitermal yang terbentuk pada kedalaman minimum 150 m di bawah permukaan air tanah pada suhu yang sangat rendah.



**Gambar 4.** Pengeplotan suhu homogenitas urat kuarsa Sungai Simpes pada kurva Haas 1971, diperkirakan terbentuk pada kedalaman minimum 150 m di bawah permukaan air tanah.

## DISKUSI

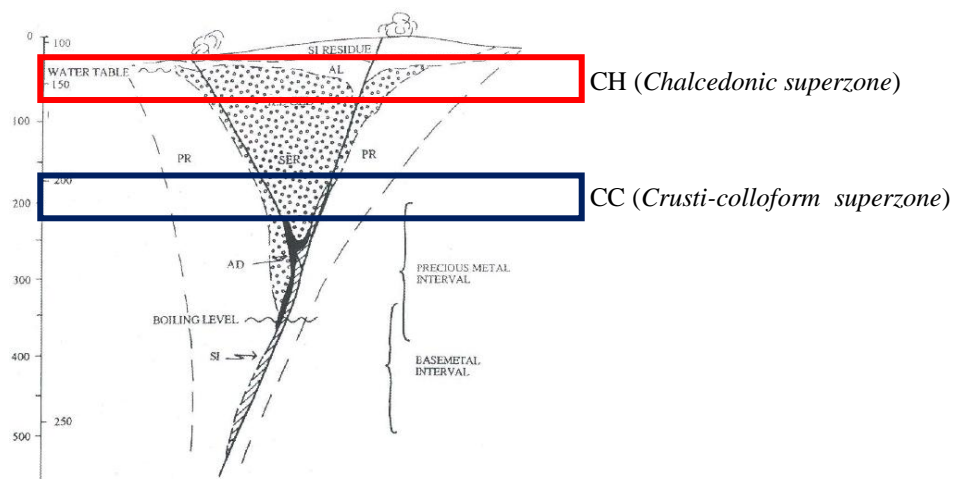
Alterasi hidrotermal pada batuan basal dan gabro anggota Formasi Kompleks Melange Luk Ulo di Sungai Simpes Srengseng, Desa Seboro, Kecamatan Sadang cukup intensif dan bervariasi, mulai dari alterasi propilit di bagian hilir hingga berkembang menjadi zona alterasi silisifikasi ke arah hulu berasosiasi dengan mineralisasi sulfida pirit-sfalerit, dan urat-urat kuarsa yang mengisi rekahan. Berdasarkan hasil analisa inklusi fluida pada urat kuarsa Sungai Simpes dapat diketahui tipe paragenetik inklusi fluida, jenis fase, suhu dan salinitas pembentukan urat kuarsa (Roedder, 1984 dalam Idrus, 2009). Pengeplotan suhu homogenitas

hasil pengukuran mikrotermometri inklusi fluida urat kuarsa Sungai Simpes pada kurva Haas 1971, diperkirakan bahwa urat kuarsa ini terbentuk pada kedalaman minimum 150 m di bawah permukaan air tanah pada suhu yang rendah, sehingga dapat dikelompokkan dalam tipe endapan epitermal sulfidasi rendah. Namun berdasarkan asosiasi mineral hidrotermal hasil analisa XRD dan petrografi menunjukkan bahwa asosiasi mineral ini terbentuk pada suhu 200°C hingga 340°C (Tabel 1). Asosiasi mineral pada filit berubah juga menunjukkan terbentuk pada suhu tinggi. Oleh sebab itu diperkirakan pembentukan endapan kuarsa di daerah penelitian pada tahap awal diperkirakan merupakan tipe mesotermal yang kemungkinan terbentuk pada Kapur Akhir atau Oligo Miosen dimana urat kuarsa mengisi foliasi batuan metamorf.

**Tabel 1.** Stabilitas suhu pembentukan asosiasi mineral hidrotermal Sungai Simpes berdasarkan Morrison, 1977

Mineral	0	100	200	300 <sup>o</sup> C
Batuan Induk Gabro				
Kuarsa	—	—	—	—
Kalsit			—	—
Nakrit				—
Albit		—	—	—
Klinoklore				—
dolomit	—	—	—	—
Serisit				—

Berdasarkan data inklusi fluida dan asosiasi mineral hidrotermal tersebut menunjukkan bahwa urat kuarsa sulfida yang berkembang di Sungai Simpes terbentuk pada 2 tahap. Tahap pertama terbentuk urat kuarsa sistem mesotermal pada suhu 200°C hingga 340°C. Pada kondisi ini mineral plagioklas pada gabro berubah menjadi serisit dalam jumlah yang signifikan. Pada tahap kedua, larutan hidrotermal relatif lebih encer yang kemungkinan disebabkan oleh penambahan air meteorik. Penambahan air meteorik berpengaruh pada penurunan suhu hingga mencapai 150°C - 185°C yang memudahkan terbentuknya mineral kalsit dan dolomit. Sehingga berdasarkan zoning model Buchanan (1981) dalam Dong *et al.*, 1995 (Gambar 5) pembentukan endapan urat kuarsa pada tahap kedua termasuk ke dalam superzona kalsedonik (*chalsedonic superzone*), dengan kedalaman pembentukan lebih kurang 150 - 180 m di bawah permukaan tanah. Pola distribusi urat kuarsa pada tahap kedua yang mengikuti pola struktur jawa berarah Barat Daya – Timur Laut dan Barat laut – Tenggara, diperkirakan terbentuk pada Mio Pliosen atau Plio – Plistosen.



**Gambar 5.** Model konseptual pengendapan urat kuarsa Sungai Simpes (Buchanan, 1981) dalam Dong *et al.*, 1995. Terbentuk pada pada 2 tahap, tahap terakhir termasuk ke dalam superzona kalsedonik

## KESIMPULAN

1. Mineralisasi di daerah penelitian secara umum berkembang pada basal, gabro dan filit anggota Formasi Kompleks Melange Luk Ulo. Alterasi hidrotermal berupa alterasi propilit berkembang menjadi zona alterasi silisifikasi berasosiasi dengan mineralisasi sulfida pirit-sfalerit, dan urat-urat kuarsa yang mengisi rekahan.
2. Urat kuarsa-sulfida (*quartz-sulfide vein*) yang berkembang di Sungai Simpes terbentuk pada 2 tahap. Tahap pertama terjadi mineralisasi sistem mesotermal pada suhu 200<sup>o</sup>C – 340<sup>o</sup>C. Tahap kedua merupakan sistem mineralisasi epitermal pada suhu 150<sup>o</sup>C – 185<sup>o</sup>C yang terbentuk pada kedalaman dangkal lebih kurang 150 – 180 m di bawah permukaan tanah, pada superzona kalsedonik.
3. Mineralisasi mesotermal kemungkinan terjadi pada Kapur Akhir atau Oligo Miosen dimana urat kuarsa yang terbentuk mengikuti foliasi batuan metamorf. Sedangkan mineralisasi epitermal kemungkinan terjadi pada Mio Pliosen atau Plio – Plistosen yang menghasilkan urat kuarsa mengikuti pola struktur jawa berarah Barat Daya – Timur Laut dan Barat laut – Tenggara

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala LIPI, Kepala Deputy Ilmu Kebumihan dan Kepala Balai Informasi dan Konservasi Kebumihan Karangsembung – LIPI atas dukungan dan pendanaan kegiatan penelitian DIPA tahun 2010 ini, sehingga penelitian untuk penguatan kelembagaan ini dapat dilakukan. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian Geoteknologi – LIPI atas bantuan dalam analisa inklusi fluida.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asikin S., 1974. *Evolusi Geologi Jawa Tengah dan Sekitarnya Ditinjau dari Segi teori Tektonik Dunia yang Baru, Desertasi Doktor*. Institut Teknologi Bandung, tidak dipublikasi, 103 hal.
- Asikin S., Handoyo, A., Busono H., dan Gafoer S, 1992. *Geologic Map of Kebumen Quadrangle*, Java, scale 1 : 100.000. Geological Research and Development Center, Bandung.
- Dong, G., Morrison, G and Jaireth, S., 1995. *Quartz Texture in Epithermal Veins, Queensland – Classification, Origin, and Implication*: Economic Geology, vol 90, p 1841 – 1856.
- Haas, J. L., 1971. *The effect of Salinity on the Maximum Thermal Gradient of a Hydrothermal System at Hydrostatic Pressure*. Economic Geology, 66, p 940 – 946.
- Idrus A., Hartono, Setiawan I., Warmada I. W., Yudha R. K., 2009. *Keberadaan dan Karakteristik Endapan Urat Kuarsa Epithermal di Gunung Tukung, Kabupaten Pacitan, Jawa Timur: Implikasi pada Eksplorasi Emas di pegunungan Selatan*. International Conference Earth Science and Technology, Yogyakarta.
- Morrison, 1977. *Important Hydrothermal Minerals and Their Significance*, 7 ed. Kingston Morisson Ltd, New Zealand.
- Morrison, Gregg, 1990. *Textural Zoning In Epithermal Quartz Veins*, Klondike Exploration Service.
- Toto A.F. Sumantri, Iwan Setiawan, Fikri M. Fiqih dan Mutia D. Yuniati, 2007. *Studi Potensi Kandungan Logam Mulia (Emas) Pada Batuan Beku Basalt, Di Daerah Karangsembung, Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah*. Inventarisasi Sumberdaya Alam. No. 907d/IPK.1/OT/2007.
- Wakita K., Munasri & Widoyoko B, 1994. *Cretaceous Radiolarian from the Luk Ulo Melange Complex in the Karangsembung Area, Central Java, Indonesia*. Journal of Southeast Asian Earth Science 9, p 29 – 43.