



**INKLUSI FLUIDA SEBAGAI INDIKASI TEMPERATUR
PEMBENTUKAN MINERALISASI TIPE EPITERMAL:
STUDI KASUS PADA VEIN RK DAERAH CIBALIUNG,
PANDEGLANG, BANTEN**

Fifi Maulidia Nabila Hafrida Latupono*, Agus Didit Haryanto, Adi Hardiyono
Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran
*e-mail : fifimaulidianabila@gmail.com / fifi17001@mail.unpad.ac.id

ABSTRAK

Daerah Cibaliung sebagai Banten *block* yang terdiri dari endapan Neogen dan terlipat kuat dari terobosan batuan beku. Studi ini dilakukan untuk mengetahui ukuran dan bentuk dari inklusi fluida, menghitung salinitas dan menduga temperatur pembentukan mineralisasi. Daerah penelitian terdiri dari dua Formasi yaitu Formasi Honje dan Formasi Bojongmanik yang terendapkan secara menjemari berumur Miosen Akhir hingga Miosen Tengah. Penelitian ini menggunakan teknik pengumpulan data kuantitatif dengan menggunakan metode inklusi fluida pada daerah Cibaliung. Terdapat tiga sayatan inklusi fluida yaitu FL11, FL16 dan FL18. Bentuk dari inklusi fluida yaitu *rhombic*, *elongated* dan *sub-elongated* dengan ukuran 5-35 μm , memiliki nilai T_h sekitar 181,62-311,4°C, nilai T_m 0,1-2,4°C dan salinitas 0,49 wt.% NaCl eq., hingga 4.01 wt.% NaCl.

Kata kunci: Inklusi fluida, Formasi Honje, Formasi Bojongmanik, Cibaliung, Miosen

ABSTRACT

The Cibaliung area is a Banten block consisting of Neogene deposits and strong folds from intrusion of igneous rock. This study was conducted to determine the size and shape of fluid inclusions, calculate salinity and estimate the temperature of mineralization formation. The research area consists of two formations, namely the Honje Formation and the Bojongmanik Formation, which are deposited in the Late Miocene to Middle Miocene. This study uses quantitative data collection techniques using the fluid inclusion method in the Cibaliung area. There are three fluid inclusion incisions, namely FL11, FL16 and FL18. The shape of the fluid inclusions is rhombic, elongated and sub-elongated with a size of 5-35 μm , has a T_h value of around 181.62-311.4°C, a T_m value of 0.1-2.4°C. 2.4 ° C and salinity 0.49 wt.% NaCl eq., to 4.01 wt.% NaCl.

Keywords: Fluid inclusion, Honje Formation, Bojongmanik Formation, Cibaliung, Miocene

PENDAHULUAN

Inklusi fluida merupakan suatu material yang berbentuk fasa cair, gas dan padat atau kristal yang berukuran mikro dan terperangkap pada saat pertumbuhan kristal

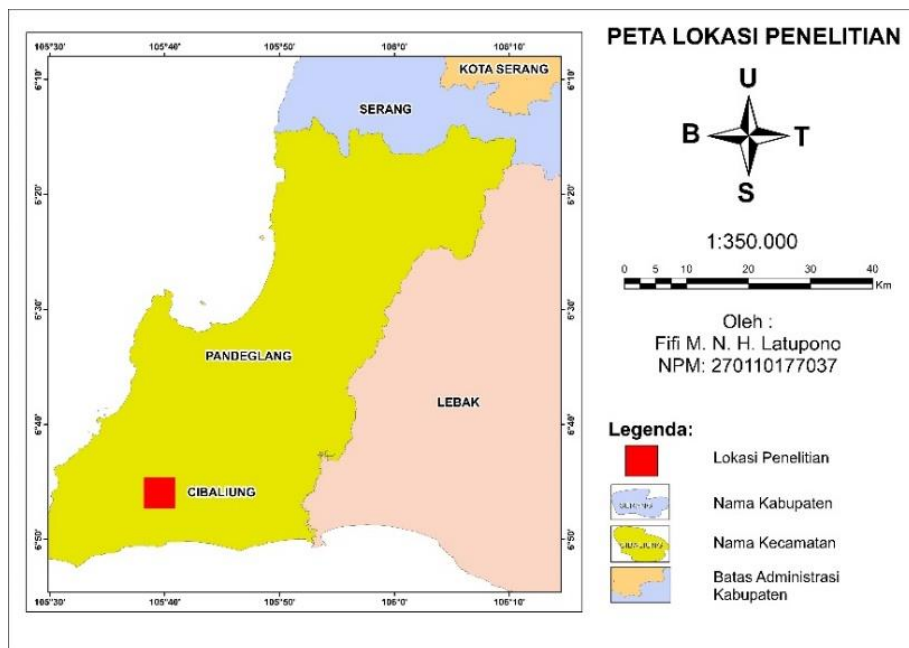
suatu mineral (Roedder E, Fluid Inclusion, Review in Mineralogy. Mineralogical Society of America, 1984). Inklusi fluida memiliki banyak kegunaan antara lain untuk mengetahui lingkungan fisika dan kimia pembentukan endapan bijih, suhu,

tekanan, dan komposisi larutan hidrotermal, menentukan batas *boiling*, dan evolusi sugu (Roedder, 2002). Bentuk inklusi fluida yang sering dijumpai yaitu subhedral negatif kristal, sebagian anhedral *necking down* dan euhedral. Ukuran pada inklusi fluida umumnya sangat halus $<1\mu\text{m}$ (Shepherd, 1985). Analisis inklusi fluida dapat menghasilkan beberapa data penting yang dapat digunakan untuk menginterpretasi sejarah pembentukan batuan antara lain temperatur, tekanan, densitas dan komposisi.

Mineralisasi adalah proses pembentukan endapan mineral logam atau non logam yang terkonsentrasi dari satu atau lebih mineral yang dapat dimanfaatkan (Bateman, 1981). Mineralisasi epitermal memiliki sejumlah fitur umum seperti adanya kasedonik kuarsa, kalsit, dan breksi hidrotermal. Selain itu juga, asosiasi elemen juga merupakan salah satu ciri endapan epitermal, yaitu dengan elemen bijih seperti Au, Ag, As, Sb, Hg, Tl, Te, Pb, Zn, dan Cu. Deposit epitermal merupakan deposit yang terbentuk pada bagian lebih dangkal pada kerak bumi (Lawless dkk., 1997; dalam Pirajno, 2009). Deposit epitermal dapat diklasifikasikan menjadi epitermal sulfidasi

rendah (*low sulphidation*) dan epitermal sulfidasi tinggi (*high sulphidation*) berdasarkan derajat reduksi-oksidasi dari sulfur pada fluida hidrotermal pembentukannya (Hadenquist, 1987). Kedua sistem tersebut memiliki perbedaan yaitu adanya fluida asam yang bertemperatur tinggi dengan fluida pH netral (Bethke, 1984; dalam white dan Hadenquist, 1995). Cibaliung termasuk dalam tipe endapan epitermal dengan alterasi yang bervariasi secara vertikal (Kurniawan dan Hartono, 2010). Mineralisasi urat emas-perak di Cibaliung merupakan karakteristik epitermal sulfidasi rendah dengan adanya tipe adularia-serisit (Haybe et al., 1985; Bonham, 1986 dalam Angeles, dkk., 2002). Berdasarkan keterdapatannya mineralisasi pada daerah penelitian, penulis memiliki tujuan untuk mengetahui ukuran dan bentuk dari inklusi fluida, menghitung salinitas dan menduga temperatur pembentukan mineralisasi.

Cibaliung berada di Kabupaten Pandeglang, Provinsi Banten. secara geografis berada pada koordinat $105^{\circ}38'10.59''$ - $105^{\circ}40'53.59''$ BT dan $6^{\circ}44'37.31''$ - $6^{\circ}47'19.19''$ LS (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Lokasi Daerah Penelitian

METODOLOGI

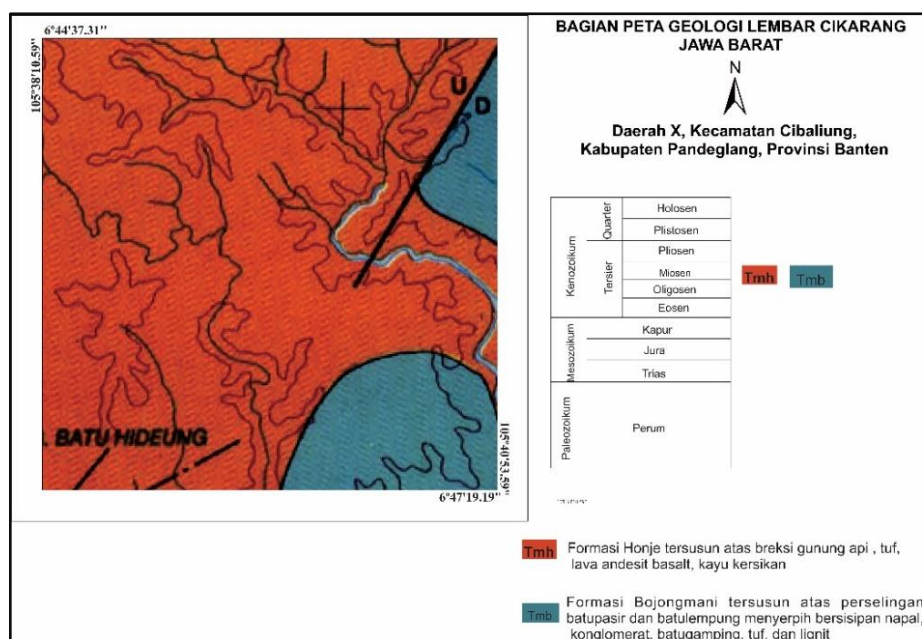
Penelitian ini menggunakan teknik pengumpulan data kuantitatif dengan menggunakan metode inklusi fluida pada daerah Cibaliung. Analisis yang digunakan yaitu analisis petrografi dan analisis inklusi fluida. Analisis laboratorium dilakukan pada dua sampel batuan breksi vulkanik. Pengamatan petrografi digunakan untuk menunjukkan karakteristik optik mineral yang terkandung di dalamnya sehingga akan membantu untuk menentukan jenis mineral secara spesifik. Asosiasi mineral yang dapat diidentifikasi kemudian dikelompokkan menjadi zona alterasi.

Analisis inklusi fluida bertujuan untuk mengetahui temperatur dan salinitas pada saat pembentukan urat mineralisasi. Temperatur yang diukur menunjukkan karakteristik dari komposisi fluida dan berat jenis dari tipe fluida yang berbeda, dimana suhu awal inklusi meleleh (T_m), suhu perubahan fase padat menjadi cair (T_m), suhu homogenisasi yaitu saat berubahnya gas menjadi cair maupun sebaliknya (T_h). Data tersebut akan dianalisis hal-hal yang

berhubungan dengan mineralisasi yang berkembang pada daerah penelitian. Inklusi fluida dilakukan pada 3 sampel urat kuarsa yang di preparasi menjadi sayatan poles ganda (*double polished thin section*) dan sayatan tipis.

GEOLOGI

Daerah Cibaliung sebagai Banten *block* yang terdiri dari endapan Neogen dan terlipat kuat dari terobosan batuan beku dengan morfologi rendahan dan tinggian sekitar 150-250 mdpl (Van Bemmelen, 1949). Cibaliung berada pada tengah busur magmatik Sunda-Banda (Carlie dan Mitchel, 1994; di dalam Angeles, dkk., 2002) yang termasuk kedalam zona transisi dari pergerakan sesar menganan berorientasi barat laut di sepanjang busur Sumatera pada sesar-sesar kompresional yang berorientasi barat-timur Pulau Jawa. Daerah penelitian terdiri dari dua Formasi yaitu Formasi Honje dan Formasi Bojongmanik yang terendapkan secara menjemari berumur Miosen Akhir hingga Miosen Tengah (Gambar 2).



Gambar 2. Peta Geologi Lembar Cikarang (D. Sudana dan S. Santoso 1992)

Formasi Honje terdiri atas lava basaltik dan andesitik, breksi gunungapi, aglomerat, tuf lapili, tuf batuapung dan breksi tuf. Breksi gunungapi, berwarna kelabu, coklat, hitam dan kemerahan. Komponen berukuran kerikil hingga bongkahan, bentuk menyudut-membundar tanggung; terdiri dari andesit, *basalt porfiri*, kuarsa, silika, obsidian, batuapung dan kayu terkesikan. Formasi Bojongmanik terdiri dari perselingan batu pasir dan batulempung menyerpih bersisipan napal, konglomerat, batugamping, tuf, dan lignit. Batupasir berwarna kelabu, kuning kecokelatan dan kehijauan. Formasi ini diperkirakan memiliki tebal sekitar 400 meter.

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

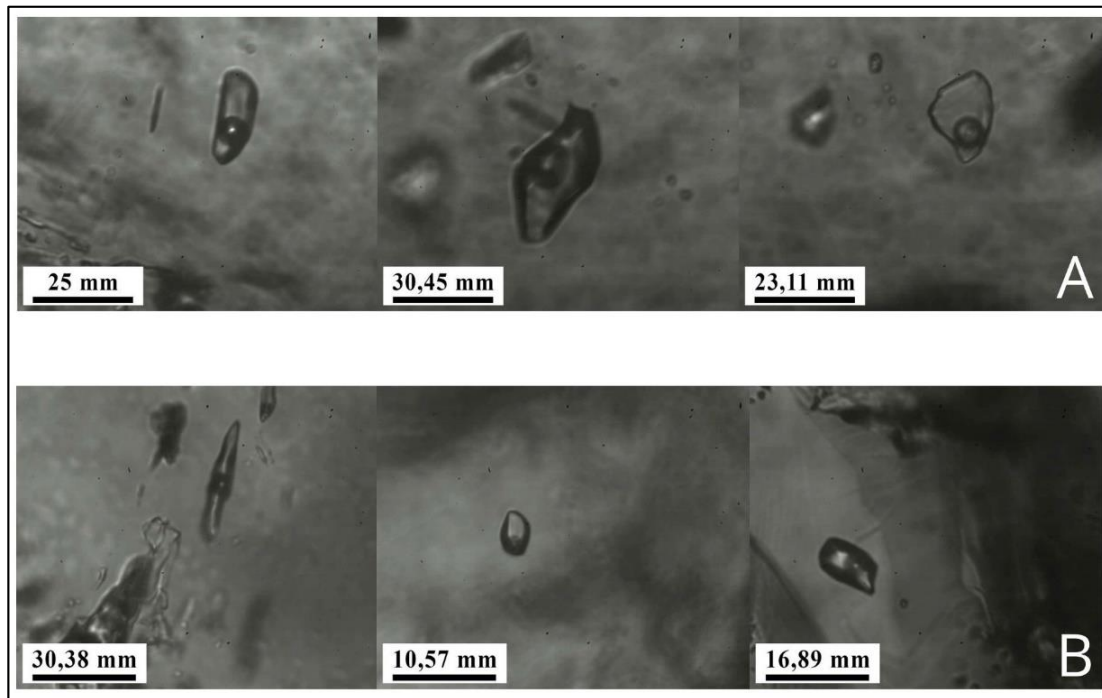
Hasil pengamatan petrografi yang dianalisis terdiri dari breksi vulkanik dan breksi hidrotermal. Pada sayatan breksi vulkanik terdiri dari fragmen batuan beku andesit, dan terdapat urat kuarsa yang bertekstur *crustiform* berasosiasi *cockade* dan *comb structure* yang saling berpotongan. Sedangkan sayatan breksi hidrotermal terdiri dari fragmen batuan beku andesit yang berstruktur porfiritik yang sebagian besar telah berubah.

Total tiga sayatan analisis inklusi fluida antara lain FL11, FL16 dan FL18. Bentuk dari inklusi fluida yaitu *rhombic*, *elongated* dan *sub-elongated* dengan ukuran 5-35 μm , memiliki nilai Th sekitar 181,62-311,4°C dan nilai Tm 0,1-2,4°C. salinitas 0,49 wt.% NaCl eq., hingga 4.01 wt.% NaCl.

PEMBAHASAN

Sampel urat kuarsa terdiri dari tiga sampel yaitu FL 11 pada kedalaman 222,95 m intibor, FL 16 pada kedalaman 162,65 m intibor, dan FL 18 pada kedalaman 294,5 m intibor. Bagian sampel yang telah dipilih berupa urat kuarsa yang pada tubuh kuarsanya memiliki mineralisasi mineral sulfida dan merupakan tipe alterasi silisik. Inklusi fluida yang telah di analisis merupakan inklusi primer dua fasa (*Vapor + Liquid*). Pada sayatan inklusi fluida FL11 memiliki ukuran yang berkisar 10 μm – 35 μm dengan bentuk yang bervariasi yaitu *rhombic*, *elongated*, dan *sub-elongated* (Gambar 3a). Suhu kamar pada inklusi fluida menampakkan kondisi dua – fasa *liquid-vapor* dengan kisaran 10-30%. Inklusi – inklusi pada sayatan ini terdapat 21 inklusi yang sudah diinterpretasikan sebagai inklusi primer. Sayatan FL11 memiliki nilai Th 199,9-311,4°C dengan nilai rata-rata (*mean*) 241,9°C dan nilai temperatur leleh 0,1 - 0,5°C dengan nilai rata-ratanya -0,28°C.

Pada sayatan inklusi fluida FL16 memiliki bentuk yang bervariasi yaitu *rhombic*, *elongated* dan *sub-elongated* (Gambar 2b) dengan ukuran 10 μm – 30 μm . Suhu kamar pada inklusi fluida menampakkan dua – fasa yaitu *liquid-vapor*. Inklusi-inklusi pada sayatan ini terdapat 25 inklusi yang sudah diinterpretasikan sebagai inklusi primer. Sayatan FL16 memiliki nilai Th 181,62-282,65°C dengan rata-rata (*mean*) 218,84 °C dan nilai Tm 1,2-2.4 °C dengan nilai rata-ratanya 1,68 °C.



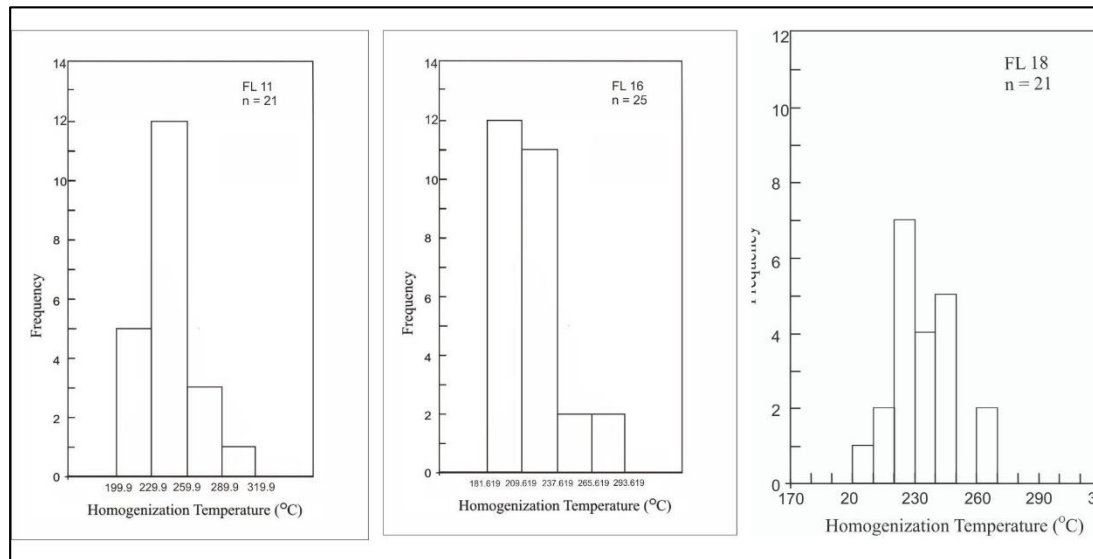
Gambar 3. Foto bentuk inklusi fluida. Foto (a) inklusi primer pada FL11 yang berbentuk *rhombic*, *sub-elongated* dan *elongated*, foto (b) inklusi primer FL16 yang berbentuk *rhombic*, *sub-elongated* dan *elongated*

Sayatan inklusi fluida FL18 berbentuk *rhombic* dan *elongated* dengan ukuran 7 μm -35 μm . Suhu kamar pada inklusi fluida menampilkan dua – fasa yaitu *liquid-vapor* dengan kisaran 5-25% terdapat 35 inklusi primer. Sayatan ini terdapat mineral kuarsa yang memiliki warna *colourless* dan terdapat urat-urat kuarsa yang saling berpotongan. Sayatan FL18 memiliki nilai Th 200-260°C dengan nilai rata-ratanya 228,57°C dan nilai Tm 0,2 - 0,5°C dengan nilai rata-rata -0,29°C.

Berdasarkan data nilai Th yang telah dibuat diagram batang agar dapat mengetahui distribusi nilai tengah. Nilai salinitas dari data nilai Tm, dihitung menggunakan rumus (Bodnar, 1993):

$$\bullet \text{ NaCl wt.\% (equiv.)} = 1,76958 (-T_m) - 4,2384 \times 10^{-2} (-T_m)^2 + 5,2778 \times 10^{-4} (-T_m)^3 \text{ Atau } W_s = (-1,78 \times T_m) - (0,00442 \times T_m^2) - (0,000557 \times T_m^3)$$

Salinitas pada sayatan FL 11 memiliki rata-rata yaitu 0,49 wt.% NaCl eq., kisaran salinitas mulai dari 0,35 wt.% NaCl eq., hingga 0,87 wt.% NaCl eq. Salinitas pada sayatan FL 16 memiliki rata-rata yaitu 2,84 wt.% NaCl eq., dan memiliki kisaran dari 2.03 wt.% NaCl eq., hingga 4.01 wt.% NaCl eq. Salinitas pada sayatan FL 18 memiliki rata-rata yaitu 0,49 wt.% NaCl eq., dan kisaran salinitas mulai dari 0,35 wt.% NaCl eq., hingga 0,87 wt.% NaCl eq.

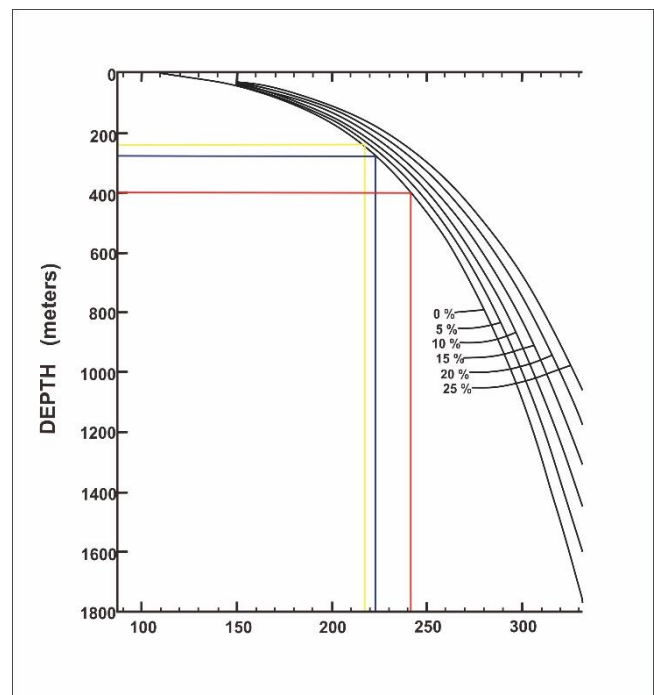


Gambar 4. Histogram temperatur Homogenisasi

Inklusi primer diukur dengan menggunakan temperatur homogenisasi dan temperatur pelabuan es. Pada sampel FL 18 terdapat urat kuarsa yang memiliki tekstur *crustiform* berasosiasi *cockade* dan *comb structure* yang saling berpotongan dan diinterpretasikan memiliki suhu pembentukan yang berkisar 200-260°C dengan temperatur rata-rata 228,57 °C dan salinitasnya 0,49 wt.% NaCl eq. Berdasarkan hasil perhitungan dapat diinterpretasikan bahwa fluida yang bertanggung jawab terhadap pembentukan mineralisasi urat kuarsa pada sampel FL 18 bersalinitas relatif rendah dan berhubungan dengan air meteorik dan dapat digolongkan kedalam sistem hidrotermal. Suhu dan kedalaman pembentukan kemudian diplot pada diagram Haas (1971) (Gambar 5.).

Proses mineralisasi pada daerah Cibaliung terbentuk pada kedalaman 230 meter dengan suhu 200 – 260°C dengan salinitasnya yang relatif rendah. Dari studi inklusi fluida dan berdasarkan data daerah Cibaliung diklasifikasikan sebagai tipe mineralisasi epitermal sulfidasi rendah. Tipe mineralisasi epitermal memiliki temperatur (T_h) yang rendah dan terbentuk

pada kondisi dangkal. Sumber air pada proses mineralisasi epitermal sulfidasi rendah dipengaruhi oleh air tanah. Dengan ditemukan zonasi mineralisasi epitermal sulfidasi rendah ini maka konsentrasi pencarian logam difokuskan kepada logam mulia (emas).



Gambar 5. Diagram hubungan temperatur dan kedalaman proses mineralisasi di daerah Cibaliung (Haas, 1971)

KESIMPULAN

Temperatur mineralisasi yang diukur pada urat kuarsa berada pada kisaran 200-260°C di kedalaman yang berkisar 230 m dengan salinitasnya 0,49 wt.% NaCl. Berdasarkan hasil perhitungan dapat diinterpretasikan bahwa fluida yang bertanggung jawab terhadap pembentukan mineralisasi urat kuarsa pada sampel FL 18 memiliki salinitas yang relatif rendah dan berhubungan dengan air meteorik. Fluida ini bisa digolongkan ke dalam sistem epitermal yang terbentuk pada kedalaman $\pm$ 230 m.

Tipe mineralisasi epitermal memiliki temperatur (Th) rendah dan

terbentuk pada kondisi dangkal. Proses mineralisasi yang terjadi dipengaruhi oleh air tanah dangkal. Di sarankan konsentrasi pencarian logam difokuskan kepada logam mulia (emas dan perak).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis pertama mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan dan juga dosen Teknik Geologi Universitas Padjajaran atas bimbingan dan bantuan selama proses pengerjaan artikel ini, serta terima kasih kepada Pemerintah Provinsi Daerah Maluku yang sudah mendukung penulis selama menempuh pendidikan di Fakultas, Teknik Geologi, Universitas Padjajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Angeles, Ciceron A., Sukmandaru Prihatmoko, & James S. Walker. 2002. *Geology and Alteration-Mineralization Characteristics of the Cibaliung Epithermal Gold Deposit, Banten, Indonesia*. Resource Geology, Vol. 52, No. 4.
- Angeles, Ciceron A., Sukmandaru Prihatmoko, & James S. Walker. 2001. A LowSulphidation Epithermal Quartz-Adularia Gold-Silver Vein System at the Cibaliung Gold Project, Banten, Indonesia. Yogyakarta: Proceedings of The 30th IAGI Annual Conference and Exhibition.
- Angeles, Ciceron A., Sukmandaru Prihatmoko, & James S. Walker. 2001. A LowSulphidation Epithermal Quartz-Adularia Gold-Silver Vein System at the Cibaliung Gold Project, Banten, Indonesia. Yogyakarta: Proceedings of The 30th IAGI Annual Conference and Exhibition.
- Bateman, A.M., 1981, Mineral Deposit 3rd edition, Jhon Wiley and Sons: New York
- Lawless, J.V., White, P.J., Bogie, I., Paterson, L.A., Cartwright, A.J. 1997. Hydrothermal Mineral Deposits in The Arc Setting : Exploration Based on Mineralization Models.
- Bodnar, R. J. (1993): *Revised equation and table for determining the freezing point depression of H₂O-NaCl solutions*, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 57, 683 – 684.
- Corbet G.J., and Leach T.M. (1996), SW Pacific Gold-Copper System, Structure, Alteration and Mineralization, *A workshop presented at the Pacrim Conference Aucland, New Zealand*, 23-24 November 1995, 182.
- Hass, J.L., 1971. The effect of salinity on the maximum thermal gradient of a hydrothermal system at hydrostatic pressure. *Economic Geology*, 66: 940-946.
- Hedenquist & White. 1995. Epithermal Gold Deposits: Styles, Characteristic, and Exploration. *Society of Economic Geologist Newsletter*. No.23: 9-13.
- Roedder, E., 1984. *Fluid Inclusions: Reviews in Mineralogy*. *Mineralogical Society of America*.

- Shepherd, T. J., 1985. A practical guide for fluid inclusion studies. Blackie and Son Limited. Bishopbriggs. Glasgow G64 2NZ. Furnival House, 14-18 High Holbon, London WCIV 6BX, 239pp.
- Van Bemmelen, R.W. 1949. The Geology of Indonesia, Martinus Nijhoff, The Hague.