ITATS

SEMITAN

Jurnal Sumberdaya Bumi Berkelanjutan

https://ejurnal.itats.ac.id/semitan

Identifikasi Alterasi Epitermal Low Sulphidation pada Batuan Vulkanik Formasi Jampang Daerah Cikondang, Kabupaten Tasikmalaya, Provinsi Jawa Barat

Rizka Chintya Ramadona *[1], Endang Wiwik Dyah Hastuti [1]

[1] Universitas Sriwijaya, Palembang, Indonesia

*e-mail: rizkachintyar@gmail.com

Info Artikel

Diserahkan:
10 Juli 2022
Direvisi:
15 Juli 2022
Diterima:
22 Juli 2022
Diterbitkan:
31 Juli 2022

Abstrak

Secara fisiografi, daerah penelitian termasuk ke dalam zona Pegunungan Jawa Selatan yang mana beberapa formasi penyusunnnya telah mengalami alterasi hidrotermal yang diakibatkan karena adanya intrusi magma yang lebih muda. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengetahui prospek endapan epitermal *low sulphidation* pada batuan vulkanik Formasi Jampang yang terdapat di daerah Cikondang, Kabupaten Tasikmalaya, Provinsi Jawa Barat. Metode penelitian yang digunakan yaitu analisis petrografi dengan cara mengamati keterdapatan mineral sekunder yang ada pada suatu sayatan tipis batuan. Alterasi yang terjadi di daerah penelitian terbagi menjadi tiga zona yaitu zona argilik, zona subpropilitik, dan zona propilitik. Berdasarkan hasil analisis, didapatkan rentang suhu keterbentukan yang berkisar antara 125^{o} C – 200^{o} C dengan pH asam hingga netral. Tekstur khusus urat yang ditemukan di daerah penelitian berupa tekstur *saccharoidal* dan tekstur *cockade* mencirikan endapan epitermal *low sulphidation*.

Kata kunci: Alterasi, epitermal, Jampang, *low sulphidation*, petrografi

Abstract

Physiographically, the study area is included in the South Java Mountains zone where several of its constituent formations have undergone hydrothermal alteration caused by the intrusion of younger magma. This research was conducted with the aim of knowing the prospect of low sulphidation epithermal deposits in volcanic rocks of the Jampang Formation located in the Cikondang area, Tasikmalaya Regency, West Java Province. The research method used is petrographic analysis by observing the presence of secondary minerals in a thin section of rock. Alteration that occurred in the study area was divided into three zones, namely the argillic zone, sub-propylitic zone, and propylitic zone. Based on the results of the analysis, the formation temperature ranges from 125^{o} C - 200^{o} C with an acidic to neutral pH. The special texture of veins found in the study area in the form of saccharoidal texture and cockade texture characterizes low sulphidation epithermal deposits.

Keywords: Alteration, epithermal, Jampang, low sulphidation, petrography

1. Pendahuluan

Jawa Barat bagian selatan termasuk ke dalam zona Pegunungan Jawa Selatan yang mana beberapa formasi penyusunnnya telah mengalami perubahan (alterasi hidrotermal) yang diakibatkan karena adanya intrusi magma yang lebih muda [1]. Pada jalur Pegunungan Jawa Selatan ini ditemukan beberapa lokasi penambangan yang mengindikasikan bahwa telah terjadi proses eksplorasi di daerah tersebut. Aktivitas penambangan yang ada menjadi indikasi keterdapatan potensi endapan alterasi hidrotermal dan mineralisasi di daerah penelitian. Segmen kontinental pada bagian barat di Pulau Jawa mencirikan adanya cebakan epitermal dengan jenis *low sulphidation*. Mineralisasi emas epitermal yang

terjadi di bagian selatan Jawa Barat kebanyakan dikontrol oleh sesar dengan jenis sesar mendatar yang memotong batuan plutonik dan vulkanik pada umur Miosen hingga Pliosen [2].

Lokasi penelitian secara administratif terletak di Cikondang, Kabupaten Tasikmalaya, Provinsi Jawa Barat. Berdasarkan geologi regional, wilayah telitian ini termasuk ke dalam peta geologi lembar Tasikmalaya skala 1 : 250.000 yang meliputi empat formasi yaitu formasi Bentang (Tmpb), formasi Jampang (Tomj), Dasit (Tmda), serta Diorit (Tmdi) [3]. Berdasarkan jarak dan estimasi waktu yang ditunjukkan dari Google maps didapatkan bahwa jarak dan waktu yang ditempuh dari pusat Kota Bandung menuju lokasi penelitian melalui transportasi darat ditempuh dalam waktu ± 4 jam 5 menit dengan jarak ± 134 km (Gambar 1).

Gambar 1. Peta ketercapaian lokasi penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengetahui prospek endapan epitermal *low sulphidation* pada batuan vulkanik Formasi Jampang yang terdapat di daerah penelitian serta memahami aspek geologi yang mengontrol alterasi hidrotermal dan mineralisasi di daerah penelitian. Dalam hal ini, data yang digunakan untuk menunjang penelitian yaitu berdasarkan hasil analisis petrografi menggunakan sayatan batuan vulkanik Formasi Jampang dengan cara mengamati keterdapatan mineral-mineral sekundernya. Hasil dari penelitian ini akan ditampilkan dalam bentuk model endapan epitermal *low sulphidation* yang terjadi di daerah penelitian. Endapan epitermal *low sulphidation* ini berasosiasi dengan keterdapatan emas (Au) dan perak (Ag). Hal ini dapat diidenfikasi melalui karakteristik mineral sekunder dan tekstur khusus yang dapat menjelaskan paragenesa suatu endapan batuan.

2. Metodologi

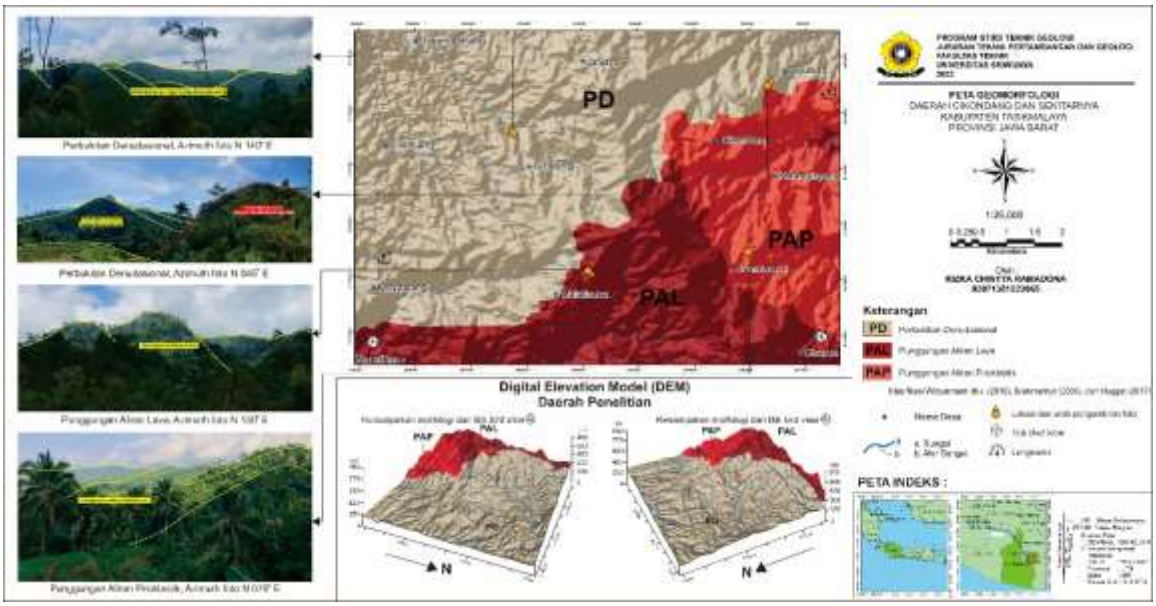
Dalam mencapai tujuan penelitiannya, penulis melakukan pemetaan geologi dengan cara memetakan 6 x 9 km luasan daerah petakan dan mengambil beberapa sampel batuan untuk dianalisis di laboratorium lebih lanjut. Metode analisis laboratorium yang dipilih yaitu analisis petrografi dengan cara mengamati keterdapatan mineral sekunder yang ada pada suatu sayatan tipis batuan. Metode analisis petrografi ini dilakukan dengan bantuan mikroskop polarisasi Olympus CN 1300. Hasil dari analisis ini nantinya akan didapatkan kandungan mineral dan tekstur mineral pada suatu sayatan tipis batuan. Dari hal tersebut, dapat diinterpretasikan paragenesa maupun potensi keterdapatan endapan hidrotermal pada suatu batuan yang didasarkan atas sifat optiknya.

3. Hasil dan pembahasan

3.1. Geologi Daerah Penelitian

- Geomorfologi

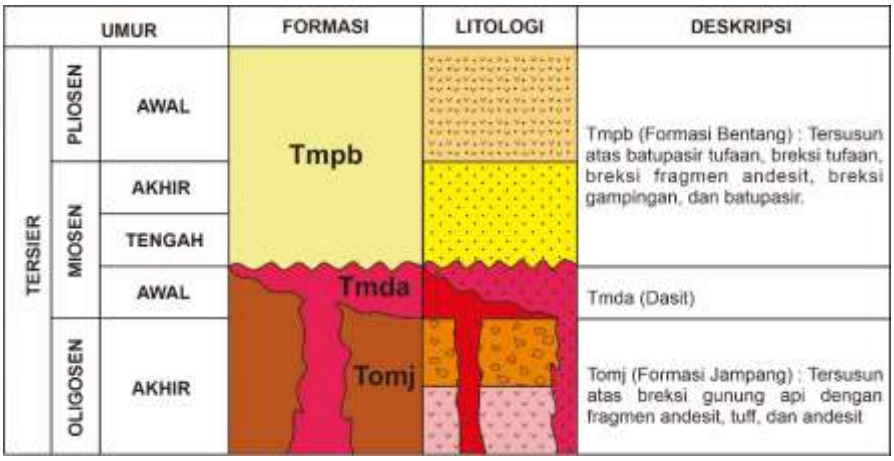
Pembagian morfologi daerah penelitian dikorelasikan berdasarkan kondisi relief, kemiringan lereng, elevasi, serta litologi yang mengontrol di daerah penelitian. Adapun morfologi di daerah penelitian terbagi menjadi tiga yaitu perbukitan denudasional, punggungan aliran piroklastik, dan punggungan aliran lava [4] [5] [6]. Sebaran morfologi daerah penelitian ini ditunjukkan dalam peta geomorfologi yang terdapat pada gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Peta Geomorfologi Daerah Cikondang dan Sekitarnya

- Stratigrafi

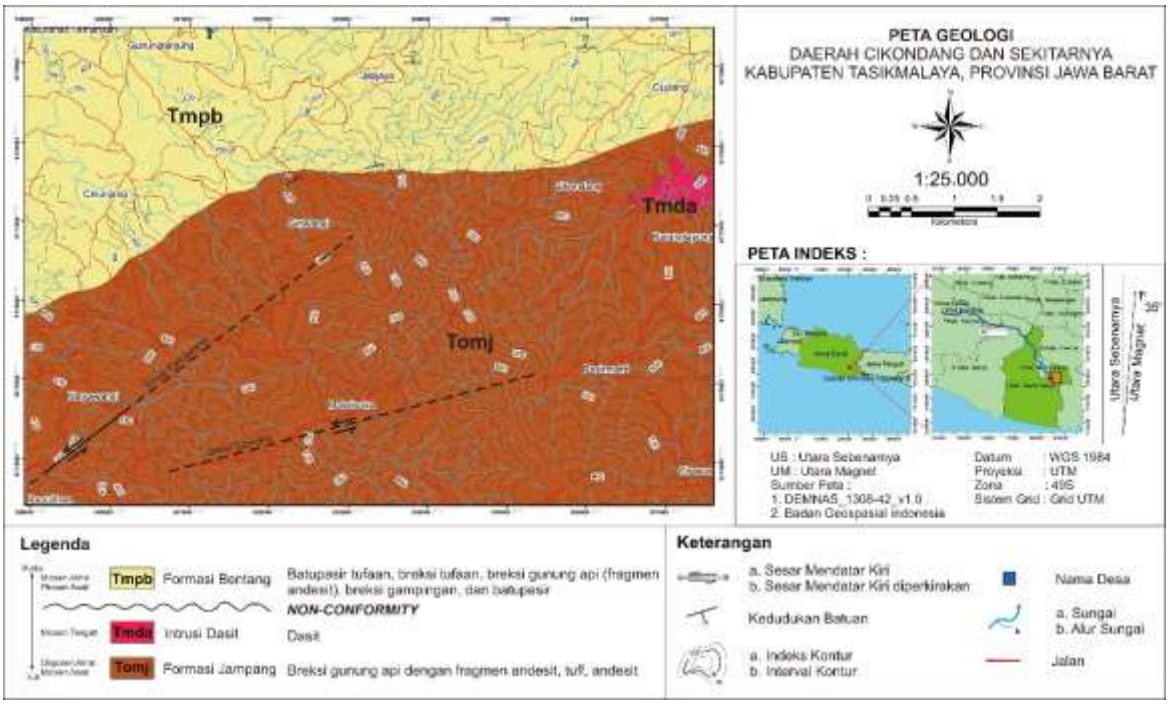
Stratigrafi yang menjadi penyusun di daerah penelitian terbagi menjadi tiga formasi yang diurutkan dari tua ke muda yaitu Formasi Jampang (Tomj) berumur Oligosen Akhir – Miosen Awal yang berperan sebagai *basement* daerah penelitian, selanjutnya Dasit (Tmda), setelah itu terendapkan secara tidak selaras Formasi Bentang [3]. Urutan stratigrafi daerah penelitian ini disajikan dalam bentuk kolom stratigrafi daerah penelitian (Gambar 3). Formasi Jampang (Tomj) tersusun atas satuan batuan vulkanik berupa tuff, andesit, dan breksi vulkanik. Dasit (Tmdi) diindikasikan sebagai intrusi yang berperan membawa sisa-sisa larutan magma bagi fluida hidrotermal bergerak mencari celah jalan keluar. Formasi Bentang memiliki satuan batuan berupa batupasir tufaan dan batupasir. Batuan vulkanik yang terdapat di Formasi Jampang diindikasikan telah mengalami alterasi hidrotermal sekaligus menjadi batuan induk terhadap proses alterasi di daerah penelitian. Sebaran formasi yang terdapat di daerah penelitian ini ditunjukkan dalam peta geologi (Gambar 4).



Gambar 3. Kolom stratigrafi daerah penelitian

- Struktur Geologi

Struktur geologi yang terjadi di daerah penelitian berkaitan dengan proses alterasi dan mineralisasi yang terjadi di daerah penelitian. Terdapat dua struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian yaitu Sesar Cipinaha dan Sesar Karyawangi. Kedua sesar ini berjenis sesar mendatar kiri yang diinterpretasikan terbentuknya akibat adanya peristiwa kompresi yang terjadi di Pulau Jawa. Pola struktur yang terdapat di daerah ini berarh timur laut – barat daya (NE-SW) yang dikategorikan termasuk dalam Pola Meratus [4].



Gambar 4. Peta geologi daerah penelitian

3.2. Alterasi Hidrotermal di Daerah Penelitian

Alterasi hidrotermal merupakan sebuah proses perubahan mineral dalam batuan yang dikarenakan adanya interaksi antara batuan yang dilalui (*wall rock*) dengan fluida hidrotermal *[5]*. Interaksi yang terjadi akan menyebabkan mineral yang telah terbentuk sebelumnya (mineral primer) menjadi mineral sekunder. Proses perubahannya cukup rumit yang melibatkan perubahan mineralogi, suhu, tekanan, kimia, tekstur, dan hasil interaksi fluida dengan batuan yang dilaluinya. Selain itu, proses perubahan ini juga dipengaruhi oleh sifat fluida (Eh, pH), sifat batuan sekitarnya, konsentrasi dan durasi aktivitas hidrotermal, komposisi batuan samping, kondisi tekanan dan suhu di mana reaksi terjadi, kontrol struktur geologi, dan permeabilitas batuan.

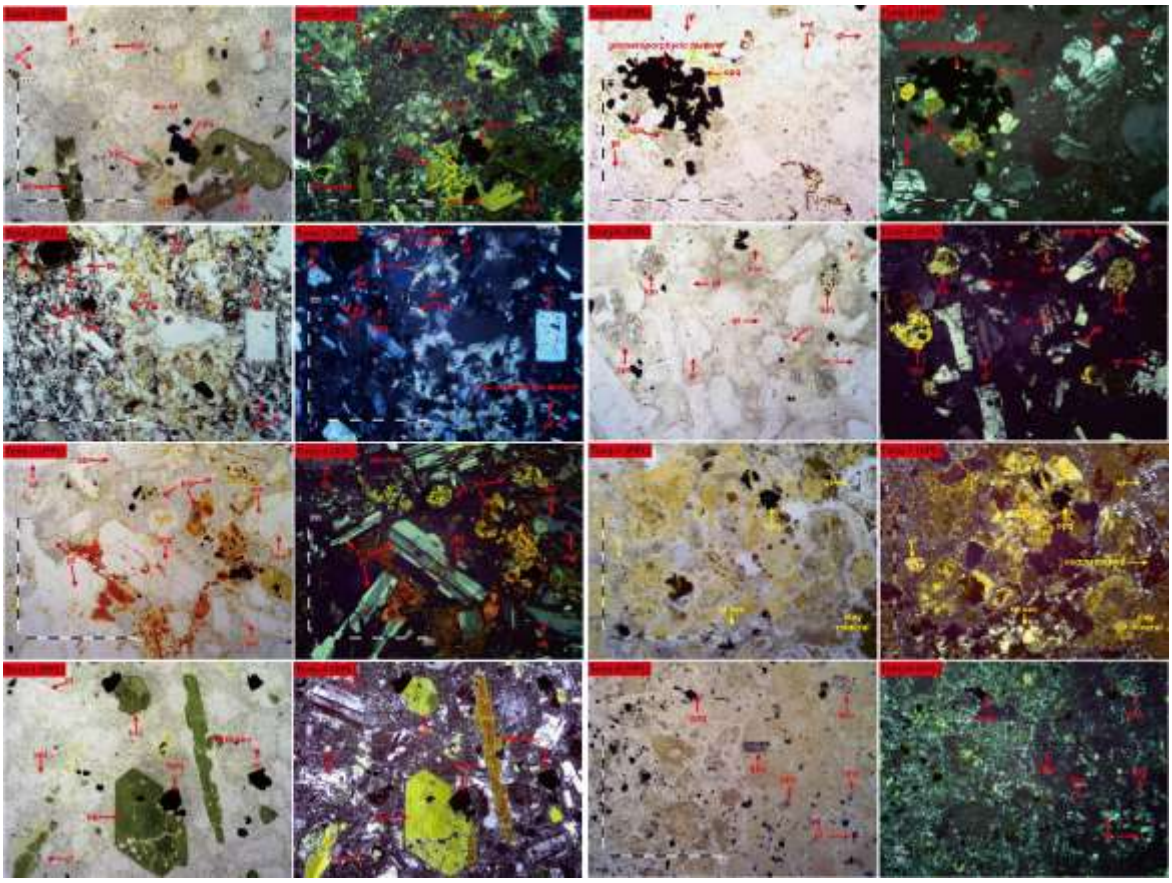
Berdasarkan hasil analisis petrografi pada sayatan tipis batuan vulkanik Formasi Jampang tersebut ditemukan beberapa mineral sekunder yang mengindikasikan bahwa daerah penelitian ini telah mengalami alteras hidrotermal yang mana hal ini sesuai dengan definisi alterasi hidrotermal sendiri. Setelah dianalisis, mineral alterasi yang terdapat di daerah Cikondang dan sekitarnya ini secara umum menunjukkan mineral dengan kandungan asam hingga intermediet. Hasil analisis petrografi batuan vulkanik Formasi Jampang pada studi khusus alterasi hidrotermal ini menggunakan klasifikasi (Browne, 1989) yang membahas mengenai intensitas alterasi dan (Corbett, 2008) yang membahas mengenai zona alterasi ditampilkan dalam tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis petrografi batuan vulkanik Formasi Jampang (Browne, 1989 dan Corbett, 2008)

Kode Sampel	Mineral Primer	Mineral Sekunder	Intensitas Alterasi (%)	Zona Alterasi
Tomj-1	Plagioklas, hornblende, kuarsa, k-feldspar	Albit, muskovit, kaolinit, laumontit, pirit	*Moderate* (36,5%)	Sub Propilitik
Tomj-2	Plagioklas, kuarsa, k-feldspar	Biotit sekunder, albit, kalsit, garnet, pirit	*Moderate* (34,25%)	Sub Propilitik
Tomj-3	Plagioklas, kuarsa, k-feldspar	Kuarsa sekunder, albit, muskovit, kaolinit, pirit	*Moderate* (30,25%)	Argilik
Tomj-4	Plagioklas, k-feldspar, kuarsa, hornblende	Biotit sekunder, kuarsa sekunder, albit, laumontit, pirit	*Moderate* (34,75%)	Sub propilitik
Tomj-5	Plagioklas, kuarsa, k-feldspar	Kuarsa sekunder, albit, klinopiroksen, epidot, laumontit, pirit	*Moderate* (41%)	Propilitik
Tomj-6	Kuarsa, plagioklas, k-feldspar	Albit, anorthoklas, klinopiroksen, diopsid, kaolinit, laumontit, garnet, pirit	*Moderate* (40%)	Argilik
Tomj-7	Kuarsa, k-feldspar	Kuarsa sekunder, diopsid, pirit	*Weak* (15,5%)	Argilik
Tomj-8	Kuarsa, k-feldspar	Biotit sekunder, pirit	*Weak* (22,75%)	Sub Propilitik

Sebagian besar mineral yang mengalami penggantian dari mineral primer ke mineral sekunder ini terjadi pada fenokrisnya yang berupa plagioklas, hornblende, piroksen, dan kuarsa. Mineral plagioklas digantikan oleh mineral albit, laumontit, muskovit, kalsit, hingga mineral lempung. Hornblende mengalami penggantian mineral menjadi kaolinit. Selanjutnya mineral piroksen yang digantikan oleh mineral-mineral dalam bentuk klinopiroksen berupa diopsid hingga ditemukannya epidot. Kemudian mineral kuarsa yang tergantikan menjadi mineral sekunder. Selain itu, kehadiran mineral sulfida berupa pirit menjadi indikasi bahwa daerah penelitian telah mengalami mineralisasi. Kenampakan sayatan tipis batuan ditunjukkan pada gambar di bawah ini (Gambar 5).

Intensitas alterasi diidentifikasikan sebagai seberapa banyak persentase mineral yang telah mengalami ubahan akibat adanya reaksi larutan hidrotermal agar dapat menghasilkan mineral sekunder [6]. Intensitas alterasi yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada klasifikasi tingkatan intensitas alterasi (Browne, 1989) yang membagi menjadi 4 tingkatan menjadi lemah (< 25%), sedang (26 – 50%), kuat (51 - 75%), dan sangat kuat (>75%). Berdasarkan hasil analisis kenampakan mikroskopis mineralnya, sampel batuan vulkanik di daerah Cikondang dan sekitarnya memiliki intensitas sedang (26 – 50%) hingga lemah (< 25%).



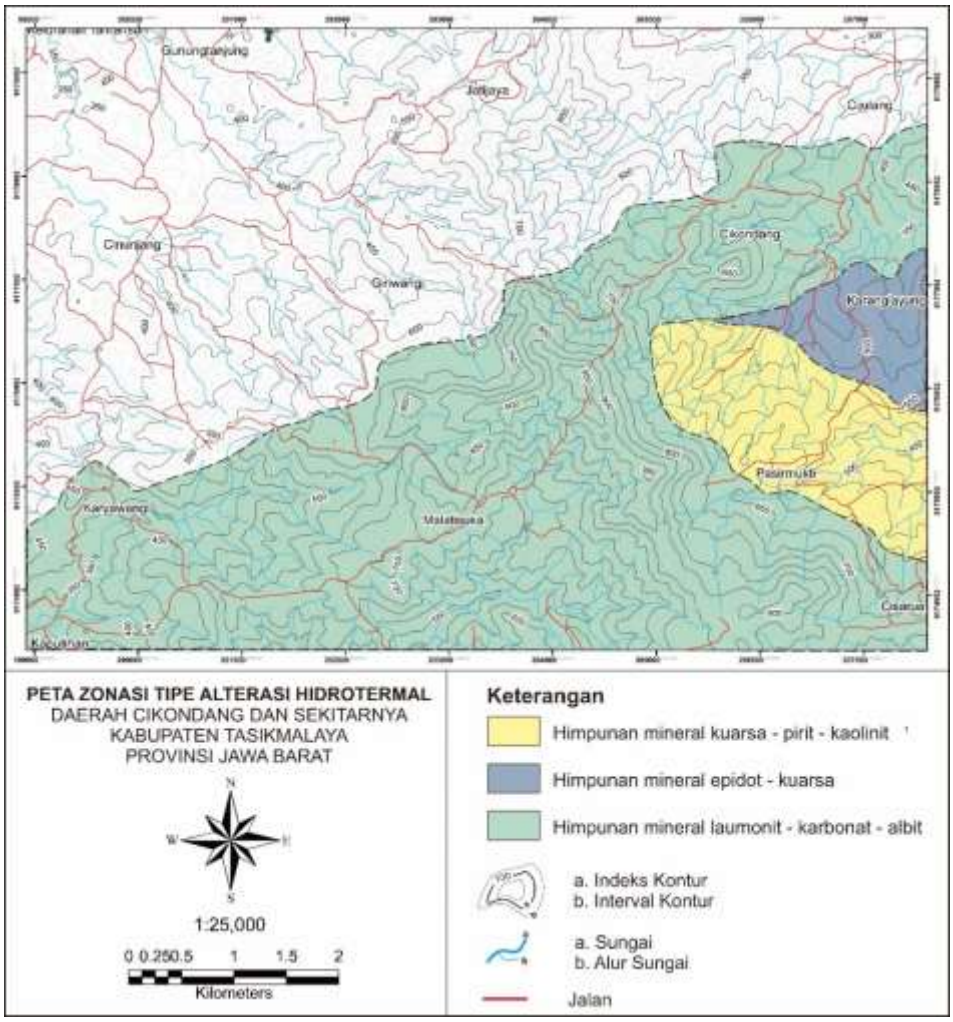
Gambar 5. Fotomigraf batuan vulkanik Formasi Jampang di daerah penelitian

Berdasarkan hasil pengamatan mikroskopis sayatan tipis batuan yang ditinjau dari kehadiran himpunan mineral ubahan dengan mengacu pada klasifikasi Corbett dan Leach (2008), maka didapatkan tiga zona alterasi hidrotermal yang terjadi di daerah penelitian yang meliputi zona argilik (kaolinit – kuarsa – pirit), zona subpropilitik (laumontit – karbonat – albit – pirit), dan zona propilitik (epidot – kuarsa – pirit) [7]. Persebaran zona alterasi yang terjadi di daerah penelitian ini ditampilkan dalam bentuk peta zonasi tipe alterasi (Gambar 6).

Himpunan mineral pertama yaitu kaolinit – kuarsa – pirit yang dikategorikan termasuk dalam zona argilik (Corbett and Leach, 2008). Zona ini dihimpun oleh mineral ubahan yang terbentuk pada temperatur yang relatif rendah yaitu <220 – 250^{o} C [8]. Apabila dihubungkan dengan suhu keterbentukan mineral menurut, hal ini sesuai dengan suhu keterbentukannya yang tergolong cukup rendah [8]. Selain itu, pH yang terbentuk cenderung asam hingga netral (4 – 5). Zona ini dikategorikan termasuk ke dalam endapan epitermal.

Zona alterasi yang ditemukan di daerah penelitian selanjutnya yaitu subpropilitik dengan himpunan mineral berupa laumontit – karbonat – albit – pirit [7]. Zona dengan tipe subpropilitik ini biasa ditemukan pada batuan yang mengandung mineral dengan larutan hidrotermal yang memiliki komposisi Ca, H_2O, CO_2, dan sedikit H^+ [9]. Setelah dilakukan analisis petrografi, zona ini memiliki persebaran yang cukup luas. Umumnya, proses alterasi yang terjadi pada zona ini terjadi secara regional dan berada di sekitar sistem endapan epitermal [10].

Selanjutnya dijumpai kehadiran himpunan mineral berupa epidot – kuarsa – pirit yang dikategorikan termasuk ke dalam zona propilitik [7]. Zona ini merupakan zona ubahan pada endapan epitermal dengan jenis *low sulphidation* [9]. Suhu pembentukan mineral ubahan pada zona ini relatif rendah dan tidak jauh berbeda dengan zona argilik sebelumnya yaitu <220 – 250^{o}C [11]. Selain itu, zona ini dipengaruhi oleh pH yang mendekati netral dan kaya klorida. Adapun perbedaan zona propilitik dan zona subpropilitik terletak pada kehadiran mineral kunci penciri pada zona propilitik yang berupa mineral epidot [7].

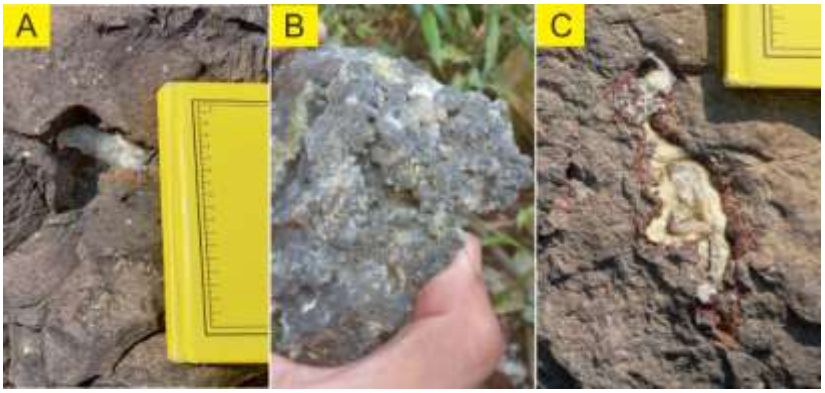


Gambar 6. Peta zonasi tipe alterasi hidrotermal di daerah penelitian

4. Diskusi

4.1. Tipe Endapan

Sebagian besar, batuan vulkanik pada Formasi Jampang yang ditemukan di daerah penelitian telah mengalami proses alterasi hidrotermal. Hal ini terlihat pada batuan yang dilihat secara megaskopis memperlihtkan gejala ubahan seperti perubahan pada warna batuan, pelapukan, kekerasan, dan adanya kenampakan tekstur-tekstur khusus urat (Gambar 7). Selain telah terjadi proses alterasi, daerah penelitian juga diindikasikan telah mengalami proses mineralisasi yang dicirikan oleh kehadiran mineral pirit. Segmen kontinen bagian barat pada Pulau Jawa dicirikan oleh banyaknya cebakan epitermal dengan sistem urat tipe *low sulphidation*.



Gambar 7. Variasi tekstur *vein* yang ditemukan di daerah penelitian
(a) *Vein* kalsit, (b) Tekstur *Saccharoidal*, dan (c) Tekstur *Cockade*

Alterasi yang ditemukan di daerah penelitian ini mencirikan endapan epitermal *low sulphidation*. Hal tersebut diindikasikan berdasarkan suhu keterbentukan mineral yang berkisar antara 125º C – 200º C dengan pH asam hingga netral (Tabel 2). Pada endapan ini banyak ditemukan struktur *vein*, *stockwork*, dan *disemminated*. Endapan epitermal terbentuk di dekat permukaan atau pada lingkungan yang dangkal berkisar antara 1,5 km di bawah permukaan. Selain itu, endapan ini memiliki variasi yang cukup banyak yang mana sebagian besar disebabkan oleh perbedaan permeabilitas yang kuat. Adanya faktor kontrol struktur geologi, faktor kontrol litologi, dan kontrol hidrotermal juga turut menjadi penyebab terbentuknya endapan ini.

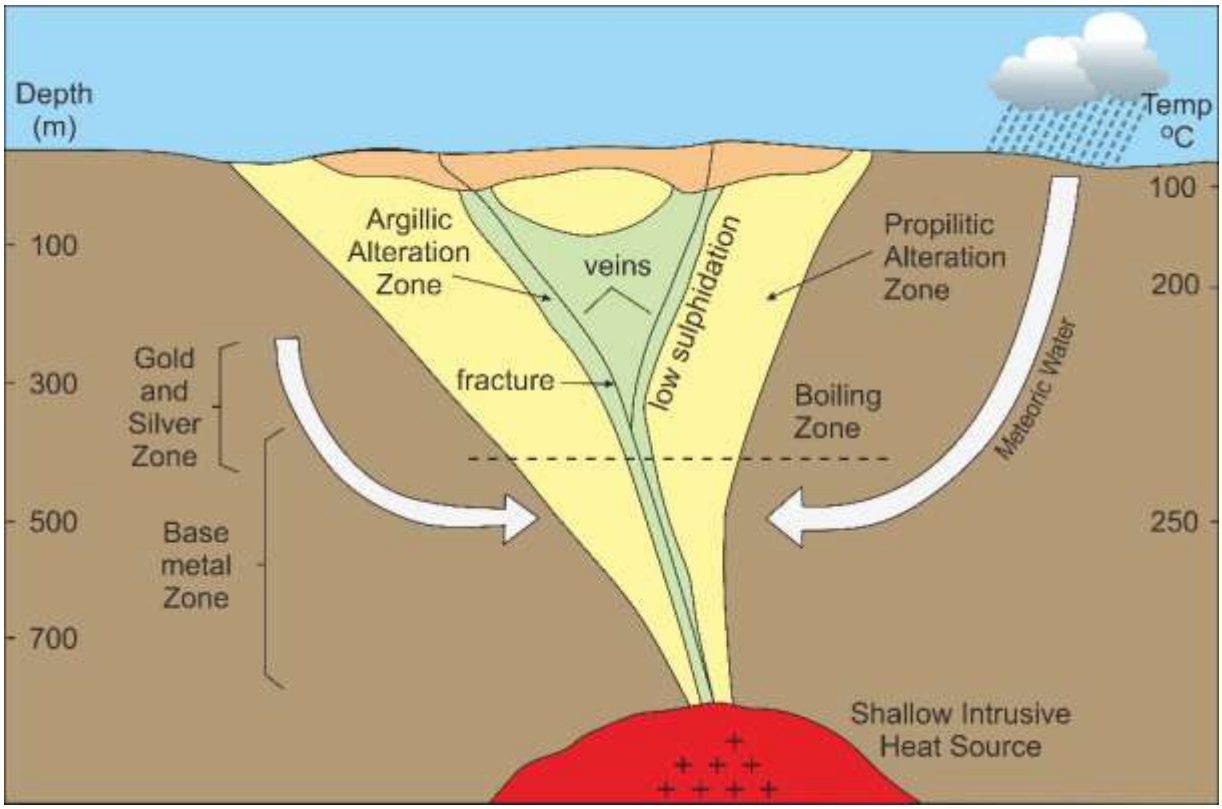
Tabel 2. Suhu pembentukan mineral alterasi
(Reyes, 1990 dalam Hedenquist, 1995)

Mineral	**Suhu (º C)**			
	0º	**100º**	**200º**	**300º**
Kalsedon / Kuarsa				
Kaolinit				
Pirit				
Albit				
Kalsit				
Laumontit				
Epidot				

Biasanya endapan epitermal ini akan berasosiasi dengan emas (Au) dan perak (Ag) dengan mineral penyertanya berupa kuarsa, kalsit, dan beberapa mineral dalam kelompok zeolit. Umumnya pada endapan tipe ini ditemukan *vein* yang berada di sepanjang zona rekahan maupun patahan. Sejalan dengan hal tersebut, kenampakan *vein* juga ditemukan di lapangan yang berada di sekitar zona-zona rekahan dengan kenampakan beberapa variasi tekstur khusus penciri endapan epitermal sulfidasi rendah. Kemudian ditemukan juga mineral-mineral penciri yang menjadi asosiasi adanya emas dan perak yang berupa mineral kalsit dalam bentuk *vein*, selanjutnya ada laumontit yang termasuk ke dalam kelompok zeolit, lalu yang terakhir ditemukannya kuarsa dalam bentuk *vuggy texture* yang terlihat dalam sayatan tipis.

Mineral bijih yang terdapat pada endapan ini dicirikan dengan adanyaloga dasar sulfida berupa pirit. Hal ini terlihat pada sampel batuan secara megaskopis maupun secara mikroskopis pada sampel dengan kode Tomj-5 (Gambar 5). Batuan induk pada endapan logam mulia sulfidasi rendah ini berupa andesit alkali, dasit, dan riolit. Sebagaimana yang ditemukan di daerah penelitian, batuan induk yang mengontrol endapan ini berupa batuan vulkanik tepatnya yaitu andesit dan tuff. Adapun genesa dari endapan epitermal *low sulphidationi* ini umumnya berasosiasi dengan proses vulkanisme dan dikontrol oleh struktur pergeseran.

Endapan alterasi epitermal *low sulphidation* ini terbentuk jauh dari tubuh intrusi dan terbentuk pada lingkungan yang dangkal [11]. Kemudian proses alterasinya melalui perjalanan larutan sisa magma yang bergerak melalui rekahan yang berpindah jauh dari sumbernya. Hal tersebut yang mengakibatkan larutannya telah bercampur dengan air meteorik yan berada di dekat permukaan. Selain itu terbentuknya jebakan pada jenis *low sulphidation* ini juga dipengaruhi oleh adanya sistem *boiling* sebagai mekanisme pengendapan mineral bijih. Selanjutnya proses pembentuk jebakan urat kuarsa dapat mengakibatkan terjadinya pelepasan tekanan yang ada pada larutan hidrotermal secara tiba-tiba dapat memungkinkan terjadinya proses *boiling* [9]. Model endapan epitermal *low sulphidation* ini dapat dilihat pada gambar 8 di bawah ini.



Gambar 8. Ilustrasi endapan epitermal sulfidasi rendah
(Buchanan, 1981 modifikasi Ramadona, 2022)

4.2. Korelasi antara Kondisi Geologi dan Alterasi Hidrotermal

Proses alterasi yang terjadi diidentifikasikan pada batuan yang memiliki karakteristik mineral yang telah terubahkan dari mineral primer menjadi mineral sekunder. Adanya kenampakan fenokris da gelas yang berperan sebagai massa dasar pada beberapa sampel batuan mencirikan bahwa batuan di daerah penelitian ini terbentuk akibat adanya perbedaan suhu, komposisi magma, dan lamanya waktu yang mempengaruhi pada saat proses pembekuannya. Aktivitas hidrotermal yang terjadi di daerah penelitian dikontrol oleh struktur geologi dan litologi yang berkembang di daerah penelitian. Hal ini karena struktur geologi berupa rekahan berperan sebagai jalur bagi larutan hidrotermal bergerak. Kontrol litologi yang juga mempengaruhi aktivitas hidrotermal ini yaitu *host rock* yang berperan yaitu andesit dan tuff yang tergolong batuan yang *impermeable*.

5. Conclusion

Alterasi yang terjadi di daerah penelitian terbagi menjadi tiga zona yaitu zona argilik yang ditandai dengan adanya himpunan mineral kaolinit – kuarsa – pirit, kemudian zona subpropiliik yang dicirikan dengan kehadiran himpunan mineral berupa laumontit – karbonat – albit – pirit, dan yang terakhir yaitu zona propilitik yang ditandai dengan kehadiran himpunan mineral berupa epidot – kuarsa – pirit [7]. Adapun mineral logam yang dijumpai di daerah penelitian berupa pirit yang mengindikasikan proses mineralisasi. Intensitas perubahan yang terjadi pada daerah penelitian memiliki tingkatan sedang hingga lemah [6].

Berdasarkan hasil analisis mikroskopis menggunakan metode analisis petrografi, didapatkan rentang suhu keterbentukan yang berkisar antara 125^{o} C – 200^{o} C dengan pH yang asam hingga netral. Alterasi hidrotermal yang terjadi di daerah Cikondang dan sekitarnya mencirikan karakteristik endapan epitermal *low sulphidation*. Hal tersebut dilihat berdasarkan suhu keterbentukan mineral, karakteristik ineral, tekstur khusus secara mikroskopis maupun megaskopis. Tekstur khusus urat yang ditemukan di daerah penelitian berupa tekstur *saccharoidal* dan tekstur *cockade* (Gambar 7). Tekstur *saccharoidal* biasa ditemukan di bagian dangkal tepatnya di atas zona *boiling* di endapan epitermal (Gambar 8). Sedangkan tekstur *cockade* ini termasuk ke dalam jenis tekstur *crustiform* yang biasanya terbentuk di bagian zona *boiling*.

Faktor geologi yang berperan dalam proses terbentuknya alterasi hidrotermal di daerah penelitian yaitu kontrol struktur geologi dan kontrol litologi. Kontrol litologi di daerah penelitian yaitu berupa batuan vulkanik Formasi Jampang berupa andesit dan tuff yang berperan sebagai *host rock*. Sedangkan kontrol struktur geologi yang berperan yaitu adanya rekahan sebagai jalur bagi larutan hidrotermal bergerak. Adapun sesar yang terdapat di daerah penelitian memiliki pola struktur berarah timur laut – barat daya (NW – SE).

Acknowledgment

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas karunia dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada orang tua penulis yang telah memberi dukungan dan pendanaan dalam penelitian ini. Selain itu, penulis berterima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini.

References

[1] V. Bemmelen, The Geology of Indonesia, vol. 1A, General Geology of Indonesia and Adjacent Archipelageos, 2nd ed,. 2013, Guidebook Volcanic Petroleum Play AAPG UGM-SC, 1970.

[2] Marcoux and Miles, Epithermal gold deposit in West Java, Indonesia, In : Van Leeuwen: Geology, age and crusta source, 1994.

[3] T. Budhistrina, Geologi Lembar Tasikmalaya, Jawa Barat, Bandung : Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Jenderal Geologi dan Sumberdaya Mineral, 1986.

[4] F. Hilmi, "Pola Struktur Regional Jawa Barat," *Bulletin of Scientific Contribution,* pp. Volume 6, Nomor 1 : 57-66, 2008.

[5] J. Lagat, "Hydrothermal Alteration Mineralogy in Geothermal Fields with Case Examples from Olkaria Domes Geothermal Field," Short Course IV on Exploration for Geothermal Resources, UNU-GTP, Kenya, 2009.

[6] P. Browne, Hydrothermal Alteration and Geothermal Systems, Auckland: Geothermal Institute (Unpublished), 1989.

[7] Corbett and Leach, "Southwest Pacific Rim Gold-Copper Systems : Structure, Alteration, and Mineralization," *Southwest Pacific : SEG Special Publication,* p. No. 6, 2008.

[8] G. A. Reyes, "J. Volcanol," *Geotherm,* pp. Res. 43 279-304, 1990.

[9] F. Pirajno, Hydrothermal Processes and Mineral System, Australia: Springer, 1992.

[10] A. Thompson, Atlas of Alteration, a Field and Petrographic Guide to Hydrothermal Alteration Minerals, Geological Association of Canada, 1996.

[11] Hedenquist and Houghton, "Epithermal Gold Mineralization and its Volcanc Environments, Mt. Mangani, Sumatra, Indonesia," p. 415 hal, 1988.

[12] Hedenquist, "Epithermal Gold Deposits : Styles, Characteristics And Exploration," *Society of Economic Geologists Newsletter 23,* pp. hal. 1-13, 1995.

[13] Whitney D. L, "Abbreviations for names of rock-forming minerals," *American Mineralogist,* pp. Volume 95. pages 185-187, 2010.

[14] N. W. Bambang, “Mineralisasi Emas Epitermal di Kecamatan Cineam. Tasikmalaya, Jawa Barat-Indonesia,” in *Pertemuan CASM Asia-Pasifik*, Bandung, Indonesia, 2006.

[15] W. Widyatmanti, “Identification of topographic elements composition based on landform boundaries from radar interferometry segmentaton (preliminary study on digital landform mappin,” in *IOP Conference Series : Earth and Environmental Science, 37*, https://doi.org/10.1088/1755-1315/37/1/012008, 2016.

[16] R. J. Hugget, Fundamental of Geomorphology (4th edition), USA and Canada: Routledge, 2017.

[17] B. B. Bandono, “Klasifikasi Bentuk Muka Bumi (Landform) untuk Pemetaan Geomorfologi pada Skala 1 : 25.000 dan Aplikasinya untuk Penataan Ruang,” *Geoaplika,* Vols. Volume 1, Nomor 2, pp. 071 - 078, 2006.