

**ALTERASI DAN MINERALISASI DI SAYAP BARAT PEGUNUNGAN  
BUKIT BARISAN: KASUS DAERAH KOTA AGUNG DAN SEKITARNYA  
KABUPATEN TANGGAMUS - PROPINSI LAMPUNG**

Iwan Setiawan\*, Iskandar Zulkarnain\*, Sri Indarto\* dan Sudarsono\*

Iwan Setiawan, Iskandar Zulkarnain, Sri Indarto dan Sudarsono (2005), Alterasi dan Mineralisasi di Sayap Barat Pegunungan Bukit Barisan: Kasus daerah Kota Agung dan sekitarnya, Kabupaten Tanggamus-Propinsi Lampung, *RISSET-Geologi dan Pertambangan Jilid 15 No.1 Tahun 2005*, hal. 13 - 26, 5 gambar, 2 foto, 3 tabel.

**Abstract:** Petrographic and mineragraphic analyses have been carried out over thirty rock samples that were collected from Kota Agung area in western flank of the Pegunungan Bukit Barisan, Sumatera. Most of studied area is covered by Hulusimpang Formation that is well known to be associated with alteration and mineralization. Petrographic analysis of rocks shows various mineralogical compositions from acidic to basic. Alteration process occurred in study area are indicated by the existence of chlorite, carbonate, epidote, silica and clay minerals. These altered minerals are associated with metallic minerals such as pyrite, chalcopyrite, sphalerite, magnetite, galena, tetrahydrite and gold. These assemblages are considered being equal to prophyllitic and argillic alteration zone with temperatures ranges from about 200°C to 250°C or equal to epithermal system of low sulphidation types. Mineralization within most of study area associated with prophyllitic alteration types which were replaced by argillic, and argillic types. These phenomena can be observed by the occurrence of overprinted crystals or veins and shearing or opening of quartz veinlets. Moreover, deposition of pyrite, magnetite, and sphalerite show replacement texture; while pyrite and galena show simple locking texture as observed from Way Kerap samples. Both assemblages have different range of crystallization temperatures. These facts indicate that more than twice hydrothermal process have been occurred in the study area.

**Sari:** Analisis petrografi dan mineragrafi telah dilakukan pada sekitar 30 contoh batuan yang dikumpulkan dari daerah Kota Agung di sayap barat Pegunungan Bukit Barisan, Sumatera. Sebagian besar daerah penelitian ditutupi oleh Formasi Hulusimpang yang dikenal berasosiasi dengan alterasi dan mineralisasi. Analisis petrografi dari batuan-batuan menunjukkan variasi komposisi mineralogi dari asam sampai basa. Proses alterasi yang terjadi di daerah penelitian dicirikan oleh kehadiran dari klorit, karbonat, epidot, silika dan mineral lempung. Mineral-mineral alterasi ini berasosiasi dengan mineral logam seperti pirit, kalkopirit, sfalerit, magnetit, tetrahidrit dan emas. Kelompok asosiasi ini dapat dibandingkan dengan zona propilitik dan argilik dengan kisaran suhu dari sekitar 200°C ke 250°C atau sebanding dengan sistem epithermal tipe sulfidasi rendah. Mineralisasi di sebagian besar daerah penelitian dicirikan oleh tipe alterasi propilitik yang digantikan oleh argilik, dan tipe argilik. Fenomena ini dapat diamati melalui pemunculan kristal-kristal atau urat-urat yang mengalami overprint dan pergeseran atau bukaan dari urat-urat tipis kuarsa. Dan juga pengendapan dari pirit, magnetit dan sfalerit menunjukkan tekstur penggantian; sedangkan pirit dan galena menunjukkan tekstur penguncian sederhana seperti yang teramati pada conto dari Way Kerap. Kedua asosiasi memiliki kisaran temperatur kristalisasi yang berbeda. Fakta-fakta ini menunjukkan bahwa lebih dari dua kali proses hidrotermal telah terjadi di daerah penelitian.

\* Pusat Penelitian Geoteknologi - LIPI

*Keywords: alteration and mineralization, Kota Agung, petrography and mineragraphy, prophyllitic-argillic, epithermal low sulphidation.*

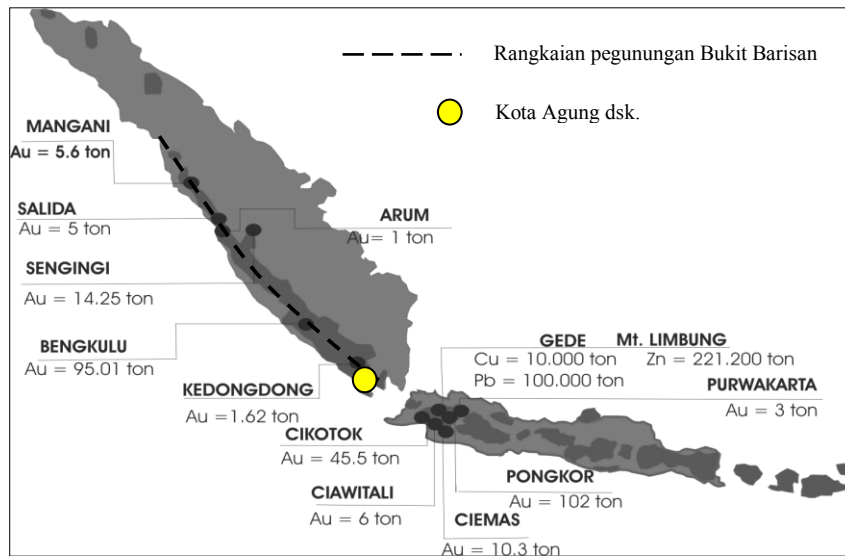
**PENDAHULUAN**

Pegunungan Bukit Barisan disusun oleh rangkaian gunungapi yang berasosiasi dengan mineralisasi. Sejak jaman Belanda beberapa lokasi di daerah ini telah terbukti membawa mineralisasi seperti ditunjukkan pada Gambar 1.

Indikasi mineralisasi di pegunungan Bukit Barisan, khususnya di bagian sayap barat berasosiasi dengan batuan-batuan vulkanik, seperti Kabupaten Rejang Lebong di Bengkulu dan Kota Agung di Lampung. Mineralisasi di kedua lokasi tersebut berasosiasi dengan batuan vulkanik Formasi Hulusimpang. Kota Agung terletak di sebelah barat kota Bandar Lampung

yang secara administratif terletak di Kabupaten Tanggamus, Propinsi Lampung (Gambar 2).

Proses mineralisasi selalu berasosiasi dengan pembentukan zona alterasi, meskipun demikian tidak semua zona alterasi yang terbentuk akan membawa mineralisasi (Gambar 3). Di lapangan pembentukan dua zona alterasi yang sama tidak selalu berasosiasi dengan pengendapan mineral logam yang sama atau bahkan tidak membawa mineralisasi. Hal ini terjadi karena beberapa faktor yang mempengaruhi seperti asal fluida hidrotermal yang berbeda, terbentuk dalam kondisi suhu dan tekanan, serta jenis batuan dan struktur lokal batuan sampling (Corbett and Leach, 1998).



**Gambar 1. Sebaran endapan mineral emas dan logam dasar (modifikasi dari Sunarya, 1991)**

Makalah ini akan membahas hasil identifikasi dan menunjukkan hubungan antara kelompok mineral alterasi dengan endapan bijih, untuk bisa mendapatkan karakter fisik yang khusus dari mineral alterasi yang bisa digunakan sebagai petunjuk proses mineralisasi.

**GEOLOGI UMUM**

Satuan geologi daerah Kota Agung dan sekitarnya (Amin dkk., 1994) dapat

dikelompokkan ke dalam tiga satuan, dari tua ke muda masing-masing berumur Mesozoik, Tersier dan Kuarter (Gambar 4).

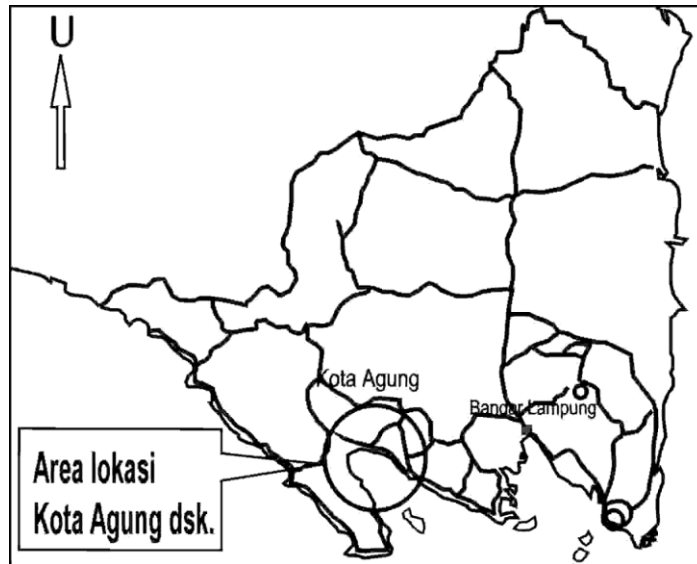
Batuan tertua berumur Pra-Kapur terdiri dari genes, sekis, kuarsit dan marmar, yang penyebarannya diketahui di sekitar Kompleks Gunung Kasih, di sebelah timur G. Rindingan, sekitar Talang Padang, Kalirejo dan Padang Ratu. Batuan terobosan berumur Kapur Atas, terdiri dari granit dan granodiorit tersingkap di Panjang dan Gunung Kasihan. Batuan berumur

Tersier dapat dikelompokkan ke dalam dua bagian, yaitu :

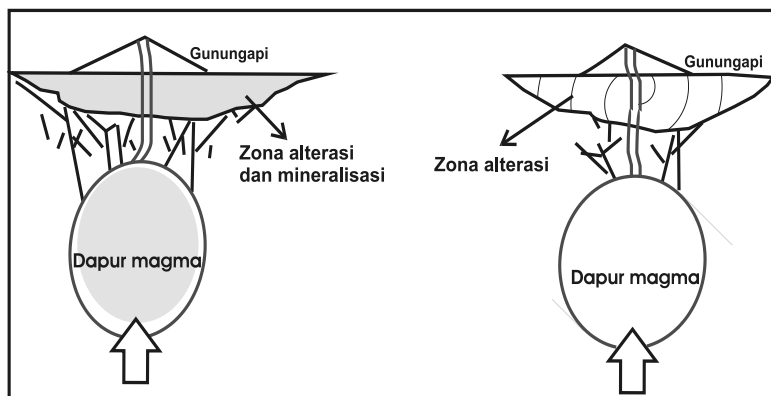
- Batuan vulkanik terdiri dari Formasi Hulusimpang yang tersebar di sebelah barat sepanjang lereng pantai barat hingga Tanjung di Teluk Semangka.
- Batuan sedimen fluvio-marine terdiri dari Formasi Muara Enim yang tersebar di sebelah timur dan menempati hampir seluruh daerah pengaliran sungai Mesuji.

Formasi Hulusimpang disusun oleh lava, breksi gunungapi dan tuf, umumnya batuan-batuan tersebut telah mengalami proses alterasi,

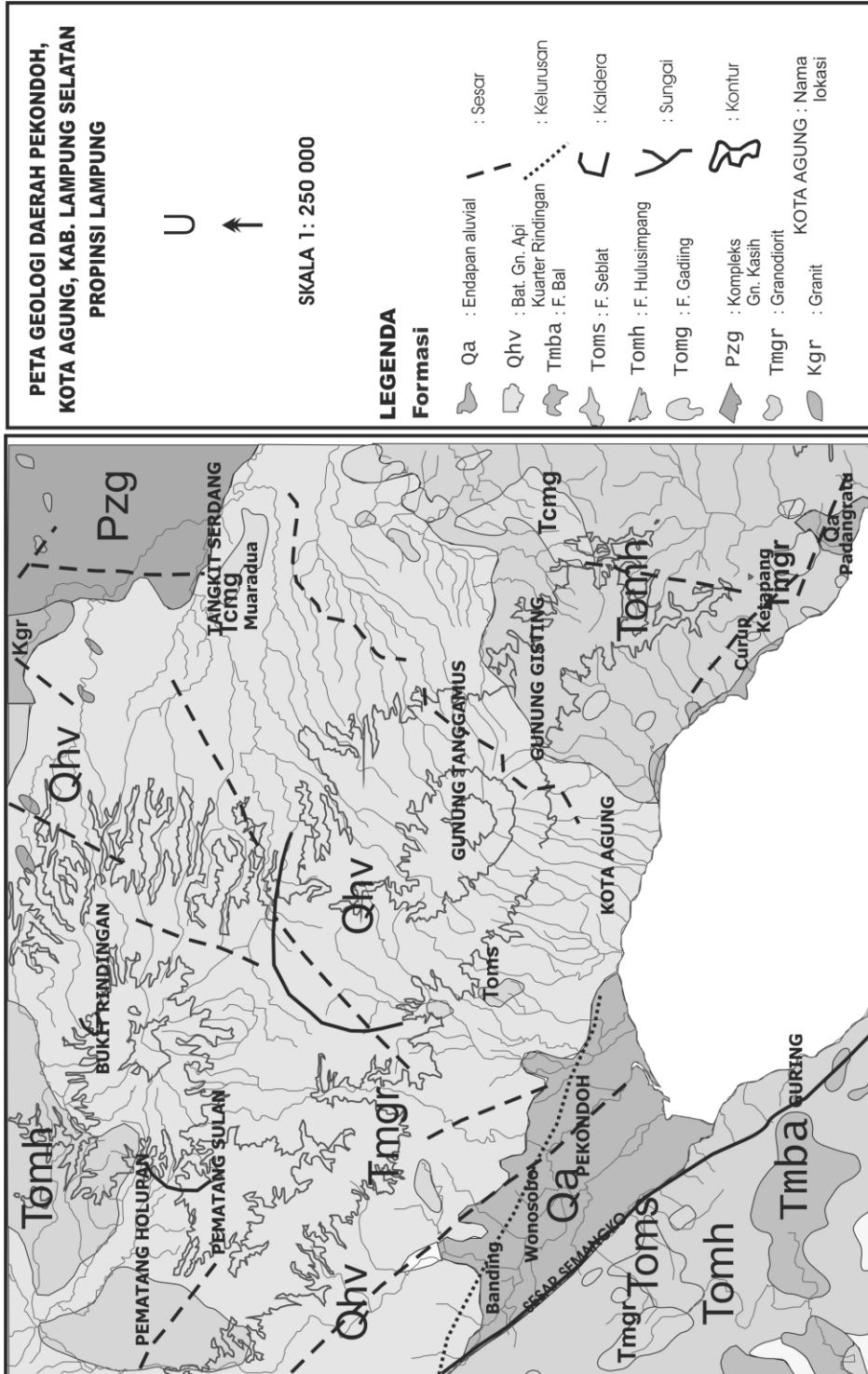
bersusunan andesit-basalt, dan berumur Miosen Awal. Batuan Kuartar terdiri dari tufa, basalt, piroklastik, dan sedimen fluvial serta endapan antara lain G. Rajabasa dan Balirang (1281 m), G. Pesawaran (1582 m) dan Ratai (1681 m), G. Tanggamus (2101 m), Bukit Rindingan (1608 m), G. Sekincau (1718 m) dan Tangkitahangan (914 m). Sedimen klastik Kuartar lainnya adalah hasil endapan sungai dengan penyebaran sepanjang badan sungai. Sedimen fluvio marine dijumpai juga di sepanjang garis pantai.



Gambar 2. Indeks lokasi daerah Kota Agung dan sekitarnya.



Gambar 3. Ilustrasi proses pembentukan zona alterasi, dan alterasi dan mineralisasi dari dapur magma yang berbeda.



Gambar 4. Peta geologi Kota Agung, daerah Pekondoh dan sekitarnya (modifikasi dari Amin dkk., 1994).

Struktur geologi yang berkembang di daerah Kota Agung dan sekitarnya umumnya berupa sesar mendatar berarah baratlaut-tenggara, salah satunya terletak di bagian baratdaya daerah penelitian memanjang melalui daerah Way Kerap dan Guring. Sesar mendatar ini merupakan kelanjutan dari sesar Sumatera (Semangko). Sesar lainnya seperti sesar yang melewati Ulu Semung-Pekondoh, Ketapang-Padangratu juga berarah baratlaut tenggara. Selain itu terdapat pula sesar berarah timurlaut-baratdaya seperti yang melalui Sangharus dan Sekampung.

## METODOLOGI

Untuk dapat mencapai tujuan dipilih beberapa metode yaitu penelitian lapangan (pemetaan geologi dan pengambilan percontohan batuan) dan laboratorium (analisis petrografi dan mineragrafi). Penelitian laboratorium dilakukan di Laboratorium Fisika Optik, Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI menggunakan mikroskop polarisasi Nikon Ophthipot2-Pol dengan kamera Nikon FX-35DX.

## HASIL ANALISIS DAN DISKUSI

Dari 6 lintasan pengamatan, yaitu: 1) Lintasan Ketapang, 2) Lintasan Gunung Gisting, 3) Lintasan Guring, 4) Lintasan Sekampung/Sangharus, 5) Lintasan Way Ulu Semung dan, 6) Lintasan Way Kerap (Gambar 5), terpilih sebanyak 30 contoh batuan untuk analisis petrografi dan 4 contoh diantaranya untuk analisis mineragrafi. Sebagian besar contoh batuan merupakan anggota Formasi Hulusimpang sementara yang lainnya anggota Intrusi Granit dan batuan Kompleks Gunung Kasih.

Hasil petrografi menunjukkan bahwa semua lokasi telah mengalami alterasi dengan intensitas yang bervariasi antara lemah sampai sedang (menurut klasifikasi Morrison, 1997) kecuali daerah Gunung Gisting menunjukkan komposisi mineral yang tidak teralterasi. Pada umumnya contoh batuan menunjukkan tingkat ubahan kelas

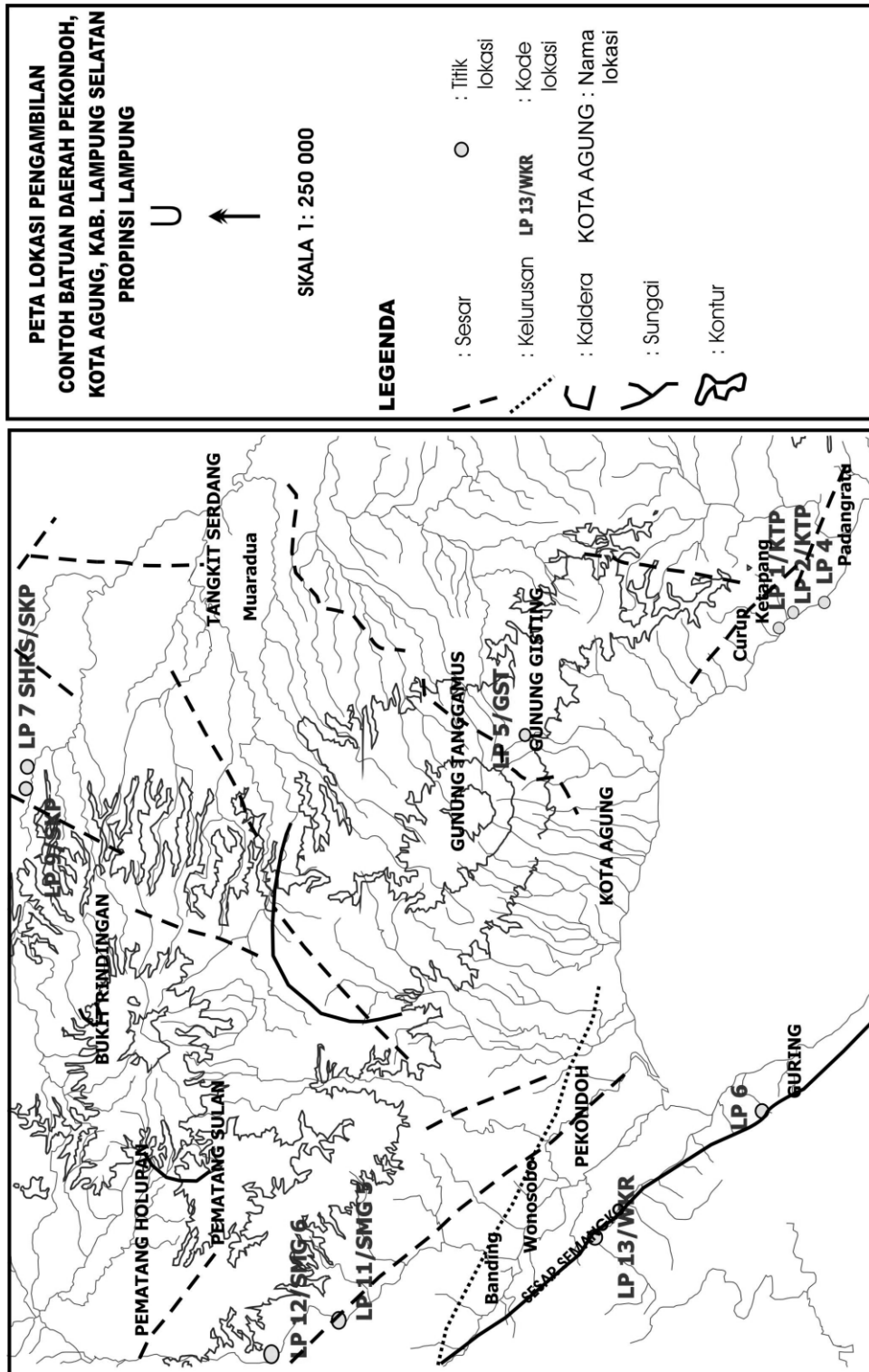
lemah, <25% dari jumlah keseluruhan mineral penyusun batuan, sedangkan tingkat menengah, 25%-75% dari jumlah keseluruhan mineral penyusun batuan, ditunjukkan oleh beberapa contoh terutama dari Way Kerap dan Ketapang.

Batuan vulkanik Formasi Hulusimpang menunjukkan variasi komposisi mineralogi dari menengah sampai basa seperti porfiri basalt, porfiri andesit, andesit piroksen/basaltis, porfiri trakit, porfiri latit, porfiri syenit dan tufa batuan (Tabel 1).

Sedangkan batuan-batuan seperti granit, diabas, porfiri dasit, dan perlit yang ditemukan dalam Formasi Hulusimpang diperkirakan berasal dari formasi batuan yang lebih tua dan telah mengalami erosi.

Zona alterasi pada umumnya dicirikan oleh pembentukan asosiasi mineral ubahan bertipe propilitik dan sebagian kecil tipe argilik. Tipe propilitik dicirikan oleh kehadiran klorit, karbonat (kalsit), epidot dan silika, sedangkan tipe argilik dicirikan oleh kehadiran silika dan mineral lempung. Selain itu kristalisasi mineral alterasi pada kedua zona ubahan tersebut dicirikan pula oleh fluida hidrotermal yang membentuk mikrostruktur berupa pergeseran dan pembukaan veinlets kuarsa (Foto 1).

Empat contoh batuan yang menunjukkan indikasi mineralisasi yang cukup dominan, dianalisis secara mineragrafi, 3 diantaranya merupakan anggota Formasi Hulusimpang diambil dari daerah Way Kerap (LP 13WKR, LP 13D, dan LP 13B/WKR), sedangkan satu diantaranya bagian dari tubuh intrusi granit di daerah Ketapang (LP03KTP). Mineral-mineral bijih yang dapat diidentifikasi seperti pirit, kalkopirit, sfalerit, galena, tetrahidrit, magnetit, dan emas (?), pada umumnya menunjukkan tekstur unmixing atau exsolution, penggantian, penguncian sederhana dan intergranular. Mineralisasi di daerah Way Kerap (anggota Formasi Hulusimpang) lebih bervariasi daripada di Ketapang (intrusi granit). Pada batuan-batuan syenit dan latit (Way Kerap) mineralisasi dicirikan oleh kehadiran pirit, sfalerit, kalkopirit, galena, magnetit, tetrahidrit dan emas (?), sedangkan di daerah Ketapang, mineralisasi hanya dicirikan oleh pirit, kalkopirit dan sfalerit (Foto 2).



Gambar 5. Peta lokasi pengambilan contoh batuan daerah Kota Agung, Pekondoh dan sekitarnya (modifikasi dari Amin dkk., 1994).

**Tabel 1. Petrografi batuan daerah Kota Agung dan sekitarnya, Kabupaten Tanggamus, Lampung (menurut Klasifikasi Travis, 1955).**

Kode Conto	Tekstur	Mineral primer										Masadasar					Mineral Sekunder										Frag. Batuan dan Matriks				Keterangan	Nama batuan			
		OL	PG	KF	QZ	PX	BI	MV	HB	BJ	MP	MPX	MQ	MK	XT	GL	KB	SR	KL	SP	ML	EP	SI	ZE	GL	BB	TF	ML	GL						
LP 1 KTP	porf,hipx		8	35		1					18					4	1			8	10	15												vn kb--sil, epi--kb, sil--mlp, ser cut sil,	Porfiri granit
LP 1A KTP	pan, holx,		4	24							3					1	3	3		18	16	13	11	4									epi direpl mlp, kf pseudo sil&ser	porfiri granit	
LP 1B /KTP	Porf, hipx		6	26		2					3	8				2	2	5		20	16	10											veinl sil, ser direpl epi, klo, zl direpl sil,	porfiri granit	
LP 02	pan, holx, equi		10	28	12	12		3	8	3						3		14			7												sil direp epi, epi--klo, klo--kb, hb sinstr	Granit	
LP 02A /KTP	Porf, hipox		20								29					7		4			35	5											vn sil--epi, epi--klo, d'vit, kb--epi, kb--klo	Porfiri andesit	
LP 03 KTP	Porf, hipx		2	20	2						5						30	15	4			2											vein sil direpl epi, pllapt, ortsi bjh frac	Porfiri trakit	
LP 04 /KTB	hls-sdg, sort buk, kebuk		14		2	1					4										14	8					32	9	16				epi Kf deks, epi direp ser, sil direp epi	Tufa fragmen	
LP 05 GT	Porf, hipx,		37			10					3	44	6																				An 50	Andesit basaltik	
LP 06 GR	Porf, hipx		4	24			8				4	26	12			3		4	10				3		2								An 58, klo koloidal, gls tdevit sil	Porfiri basalt	
LP 06 B GR	Porf, hipx		3	26			6				4	28	12			6		3	7		5												Klo di repl mlp, An 64	Porfiri basalt	
LP 06 B /GR	Porf, hipx		5	12			11				4	30	7			3	3		18				2		5								Xen gabro px--kl, kb direpl klo, olv glo x	Porfiri basalt	
LP 06 C /GR	Porf, hipx			25			4				8	48				3			8						4										Porfiri andesit
LP 06 D /GR	porf,hipx		4	26			2				15	41				4							3		5								bjh tersebar pad masadasar	Porfiri basalt	

**Tabel 1. Petrografi batuan daerah Kota Agung dan sekitarnya, Kabupaten Tanggamus, Lampung (lanjutan)  
(menurut Klasifikasi Travis, 1955).**

Kode Contoh	Tekstur	Mineral primer										Masadasar						Mineral Sekunder								Frag. Batuan dan Matriks				Keterangan	Nama batuan
		OL	PG	KF	QZ	PX	BI	MV	HB	BJ	MP	MPX	MQ	MK	XT	GL	KB	SR	KL	SP	ML	EP	SI	ZE	GL	BB	TF	ML	GL		
LP 07 SKP	Sdg-ksr, sort buk, kebuk		6		1					1															36	11	27	18	Frg basal teralterasi	Tufa fragmen	
LP 08 SKP	porf, hipx			40		1		25		4										12	3	15							mkv--mlp, kf diink Mkv&sil, metam ??	Porfiri granit	
LP 09 SKP	equigr, porf, hol			73						3						12					8	4								Syenit (Trakit)	
LP 11	Porf, hipx	6	30			3			9	18	15			5	3		8							3					Kb direpl klorit, An 64	Porfiri basalt	
LP 12	Porf, hipx,	2	21		1	12			2	12	8			31	4					5				2						Porfiri basalt	
LP 12 B	Porf, hip, vesc		34			2			2	26				20	5		8					3							Px pseudo kl,	Porfiri andesit	
LP 12 C	Porf, hipx	8	27			5			12	25	14				3	8													frac olv direpl klo, rim reac dg px	Porfiri basalt	
LP 12 D	glassy, shard	2		5		3								88															Xen basaltis=2%	Perlit	
LP 13 WKR	Porf, hipx	6	63		3				5							4					1	18							vnlet q,alt hlo: ksr Q-F-Q-mlp+bj-Fn Q	Porfiri syenit	
LP 13 A /SKP	Sdg-ksr, sort buk, kebuk		12						3												10				58	17			Frg basal teralterasi, frg syenit <<	Tufa fragmen	
LP 13 B /WKR	Porf, hipx	4							12			60								16	8								veinlets silika	Porfiri latit	
LP 13 C /WKR	diabasik, holx, equigr	37			36				4								18	5											px exoluted by plag,	Diabas	
LP 13 E /WKR	porf,hipx	11		28					5	8		9				4	4	8		18	2	3							mlp-kb, sil-kb, klo-kb mlp-plag	Porfiri dasit	
LP 13 F WKR	porf,hipx	30	14	2				5	4	10		5	4		10		7		5		4								Hbd--krb— tersilisifikasi	Porfiri andesit	
LP 13 F /WKR	porf,hipx	5	35	7					4	24					6	4	9			6									epi--klo, kb--ep.Sr— kb, klo--epi, vn kb	Porfiri granit	



Dari hasil analisis petrografi terhadap percontohan batuan dari 6 lintasan pengamatan batuan daerah Kota Agung, seluruhnya telah mengalami alterasi dan secara mineralogi dapat dikelompokkan menjadi 11 kelompok batuan (Tabel 2). Sebagian besar contoh batuan diambil dari Formasi Hulusinggang, sedangkan beberapa contoh batuan lainnya yang juga terdapat dalam Formasi Hulusinggang seperti granit dan dasit, perlit, dan diabas (No. 8-11, dalam Tabel 2) diperkirakan berasal dari Formasi batuan yang lebih tua dari Formasi Hulusinggang.

**Alterasi**

Pada setiap lintasan ditemukan setidaknya dua jenis batuan, kecuali daerah G. Gisting yang tidak menunjukkan alterasi. Sedangkan lintasan lainnya disusun oleh 2-6 jenis batuan, seperti daerah Way Kerap, Ketapang dan Ulu Semung. Fenomena tersebut mengindikasikan telah terjadi

beberapa kali intrusi batuan beku (multi intrusion), seperti ditunjukkan oleh Tabel 2.


Lokasi-lokasi yang diindikasikan oleh beberapa kali intrusi tersebut dicirikan oleh mineralisasi pirit, kalkopirit, sfalerit, magnetit, tetrahidrit dan emas (?), dan kristalisasi kelompok mineral ubahan klorit, karbonat, epidot, silika, dan mineral lempung.

Melalui pengamatan tekstur dan struktur secara petrografi, diketahui bahwa proses mineralisasi dicirikan oleh tekstur penggantian mineral ubahan dan urat kuarsa yang telah terbentuk dengan mineral ubahan baru (overprint) seperti:

- 1) Pada batuan basalt, karbonat digantikan oleh klorit, kemudian klorit oleh mineral lempung.
- 2) Pada batuan porfiri andesit, silika dan karbonat digantikan oleh epidot, kemudian epidot dan karbonat digantikan oleh klorit.

**Tabel 2. Hubungan antara jenis batuan, tipe alterasi mineralisasi, dan jumlah sampel.**

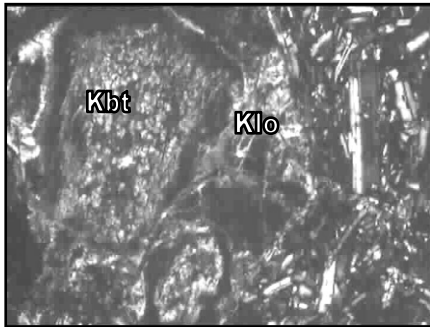
No	Nama Batuan	Ketapang	Gisting	Guring	Sangharus	Ulu Semung	Way Kerap
		Pi, sfa					Pv, sfa, kpi, gal, mag, tet, emas?
1.	Porfiri basalt			4		4	
2.	Porfiri andesit						
3.	Andesit basaltis		1				
4.	Porfiri latit						
5.	Tufa batuan						
6.	Porfiri syenit						
7.	Porfiri trakit						
8.	Granit	4					
9.	Porfiri dasit						
10.	Perlit					1	
11.	Diabas						

Keterangan: zona ubahan propilit → propilit-argilit → argilik → segar  


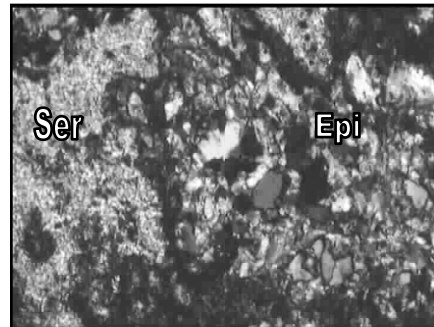
1 : kode batuan yang dianalisis mineralografi:  
 pi=pirit, sfa=sfalerit, kpi=kalkopirit, gal=galena, mag=magnetit, tet=tetrahidrit.  
 1,4 : jumlah sampel yang dianalisis

- 3) Pada batuan granit, serisit, klorit dan silika digantikan oleh epidot, epidot digantikan oleh klorit dan mineral lempung, epidot, serisit dan klorit digantikan oleh karbonat kemudian karbonat, klorit dan zeolit digantikan oleh silika, dan silika digantikan oleh mineral lempung (Foto 1).

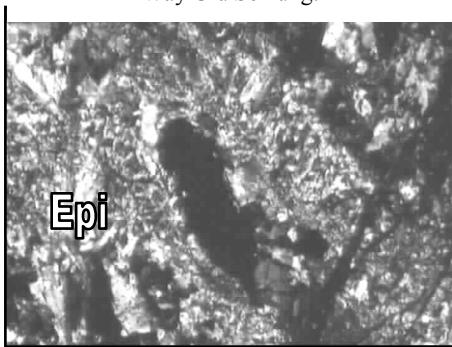
Fenomena tersebut menunjukkan bahwa daerah Kota Agung dan sekitarnya telah mengalami beberapa kali proses hidrotermal, setidaknya dua kali intrusi hidrotermal yang mengendapkan mineral ubahan yang relatif sama.



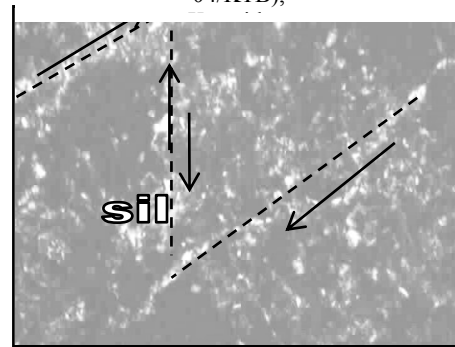
Karbonat digantikan oleh klorit (LP 11), Way Ulu Semung.



Seresit digantikan oleh epidot (LP 04/KTB),



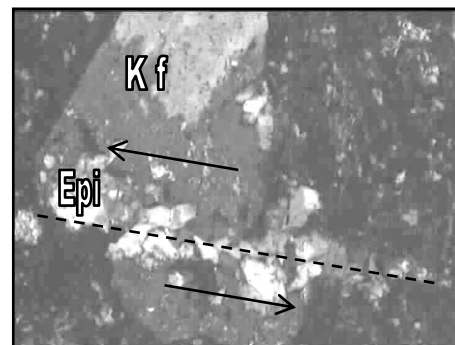
Epidot menggantikan kuarsa/silika, (LP 03/KTP), Ketapang



K-felspar digantikan epidot, memberikan kesan pergeseran (LP 04/KTB),



Epidot menggantikan (replacement) silika, (LP03/KTP), Ketapang.



Veinlets kuarsa memberikan kesan tergeser dan terekahkan (LP13B/WKR), Way Kerap.

Foto 1. Tekstur dan struktur mineral alterasi (perbesaran 40x)

Genesa pembentuk zona ubahan daerah Kota Agung pada mulanya dicirikan oleh kristalisasi klorit, karbonat, epidot, serisit, dan kuarsa, (fase I, pada Tabel 3), kemudian pada beberapa kristal dalam fase ke I tersebut mengalami kembali kristalisasi (overprint) oleh kelompok klorit, karbonat (kalsit), epidot, serisit dan mineral lempung (fase II, pada Tabel 3). Kedua fase ini diakibatkan setidaknya oleh dua kali aktifitas hidrotermal pada kondisi fluida (komposisi, suhu, tekanan, pH, salinitas) yang relatif sama.

Pada umumnya sayatan tipis batuan-batuan teralterasi tersebut menunjukkan tekstur overprint yang relatif sama sampai fase rekristalisasi yang ke II. Namun fenomena tersebut agak berbeda dengan yang ditunjukkan oleh granit. Pada batuan ini terdeteksi adanya overprint epidot dan silika oleh klorit, silika, mineral lempung dan zeolit.

Sedangkan struktur mineral ubahan dapat diamati pada porfiri trakit dan porfiri dasit. Pada porfiri trakit teramati adanya orientasi mineral bijih sejajar dengan sistem rekahan, dan urat-urat tipis kuarsa yang membentuk pola pergeseran dan rekah-tarikan atau bukaan (?). Urat-urat tipis kuarsa sebagian besar telah digantikan oleh kalsit (replacement), sedangkan pada porfiri dasit teramati sebuah pergeseran kristal k-felspar oleh silika yang telah digantikan oleh epidot (Foto 1).

Pola-pola struktur yang teramati secara mikroskopis ini mencerminkan kegiatan tektonik atau struktur geologi yang berkembang saat itu. Proses alterasi ditunjukkan oleh fase alterasi ke II, yang mencirikan struktur rekah tarikan urat-urat tipis kuarsa, menunjukkan intensitas dan variasi alterasi serta mineralisasi yang lebih dominan daripada fase I yang hanya mempunyai struktur pergeseran (Tabel 3). Dari data tersebut bisa dikatakan bahwa mineralisasi dicirikan oleh overprint kelompok mineral ubahan fase I oleh kelompok mineral ubahan fase II, dan dicirikan pula oleh mikrostruktur berupa rekahan urat-urat tipis kuarsa.

Berdasarkan beberapa parameter proses alterasi seperti:

- i) Batuan induk vulkanik yang bersifat asam sampai menengah, seperti dasit dan porfiri andesit,

- ii) Kontrol struktur berupa sesar (sesar Sumatera dan ikutannya) atau zona rekahan yang tertutup oleh zona batuan vulkanik yang dicerminkan oleh mikro-struktur dalam sayatan tipis,
- iii) Kandungan sulfida dan mineral logam dasar seperti pirit, kalkopirit dan sfalerit,
- iv) Tipe alterasi yang terbentuk umumnya berasosiasi berupa alterasi silisik, alterasi propilitik, alterasi argilik, maka daerah Kota Agung dapat diklasifikasi-kan ke dalam sistem epithermal tipe sulfidasi rendah (Hedenquist dkk., 1996).

### Mineralisasi

Pengendapan mineral-mineral bijih di daerah Kota Agung, tersebar di beberapa lokasi seperti Ketapang, Ulu Semung dan Way Kerap. Diantara ketiga lokasi tersebut Way Kerap dan Ketapang menunjukkan indikasi alterasi dan mineralisasi yang lebih dominan, sehingga dilakukan analisis mineragrafi.

Melalui analisis mineragrafi mineral-mineral logam yang bisa diidentifikasi adalah bijih sulfida (pirit, kalkopirit, sfalerit, galena, tetrahidrit), bijih oksida (magnetit) dan emas (menurut tabel identifikasi mineral bijih Uytendogaardt dan Burke, 1971) pada umumnya mineral-mineral logam tersebut menunjukkan tekstur unmixing atau exsolution, penggantian, penguncian sederhana, dan intergranular (Foto 2).

Di daerah Ketapang mineralisasi dicirikan oleh kehadiran pirit dan sfalerit (LP 03KTP). Pirit umumnya menunjukkan tektur intergranular, berbentuk kubik-trigonal, sedangkan sfalerit menunjukkan tektur exsolution pada kristal pirit. Mineralisasi di daerah Way Kerap dicirikan oleh kehadiran pirit, kalkopirit, sfalerit, tetrahidrit, magnetit, galena dan emas (?). Pada lokasi ini telah dianalisis 3 buah sampel (LP 13 WKR, LP 13B/WKR, dan LP 13D), satu diantaranya berupa bongkahan dalam aluvial sungai (LP 13D).

Mineral logam yang dapat diidentifikasi dari kedua singkapan menunjukkan jenis mineral logam yang sama yaitu pirit, kalkopirit, sfalerit, tetrahidrit, magnetit, dan emas (?), sedangkan

satu contoh dari bongkahan dicirikan oleh mineralisasi pirit, kalkopirit, sfalerit, tetrahidrit, magnetit, emas (?) dan galena. Perbedaan mineralisasi yang terjadi di Ketapang dengan Way Kerap dicirikan oleh kehadiran kalkopirit, tetrahidrit, magnetit, galena dan emas (?). Pirit, kalkopirit, sfalerit dan tetrahidrit pada umumnya menunjukkan tekstur intergranular dalam mada-sasar silikat batuan, namun di beberapa bagian titik pengamatan sfalerit tampak menggantikan pirit, pirit tumbuh bersama dengan kalkopirit dan sfalerit (intergrowth). Magnetit menunjukkan tekstur *replacement* terhadap sfalerit dan galena tampak menunjukkan tekstur penguncian

sederhana dengan pirit. Sedangkan emas, kehadirannya masih belum bisa lebih jelas di-amati, karena berukuran sangat halus, namun menunjukkan tekstur exsolution dalam pirit (LP 13 dan 13B/WKR).

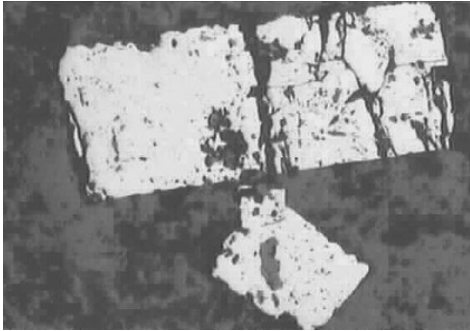
Kehadiran magnetit yang menggantikan sfalerit, pirit yang tumbuh bersama dengan kalkopirit dan sfalerit serta galena yang menunjukkan tekstur penguncian sederhana dengan pirit, mengindikasikan bahwa mineralisasi di Kota Agung dan sekitarnya di-pengaruhi oleh setidaknya dua kali proses fluida hidrotermal, dalam kondisi pH dan suhu yang berbeda.

**Tabel 3. Interpretasi paragenesa alterasi mineral dan mineral bijih berdasarkan analisis petrografi dan mineragrafi.**

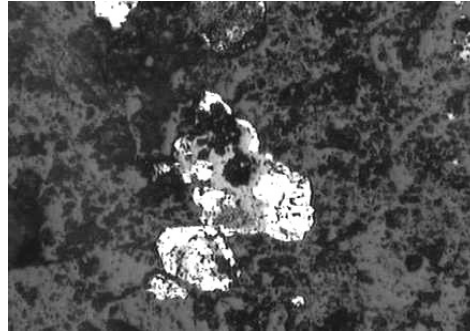
Nama	Fase Hidrotermal					
	I			II		
<b>Mineral ubahan</b>						
klorit						
karbonat						
serisit						
epidot						
zeolit						
silika						
mineral lempung						
<b>Mineral bijih</b>						
pirit						
kalkopirit						
sfalerit						
galena						
tetrahidrit						
emas						

Keterangan:

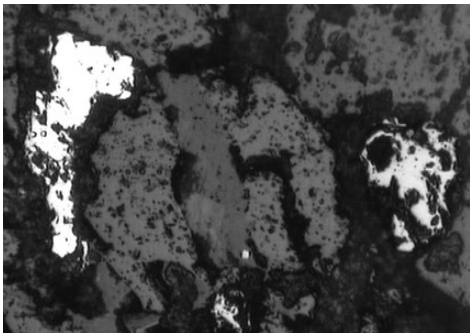
- ① : Asosiasi pergeseran
- ② : Asosiasi alterasi rekahan tarikan
- ▨ : Indikasi overprint



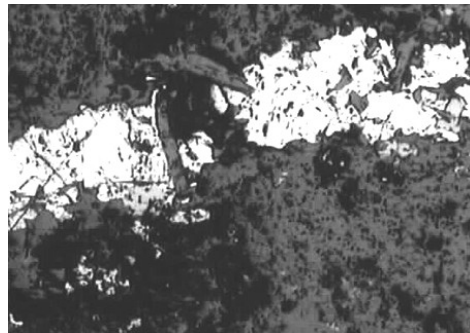
LP03KTP, pirit, banyak retakan, bertekstur *exsolution* dengan sfalerit.



LP13/WKR, pirit dan sfalerit bertekstur *exsolution*.



LP 13D, pirit, sfalerit dan galena bertekstur *intergranular*.



LP13B/WKR, pirit bertekstur *exsolution* dengan kalkopirit dan sfalerit.

**Foto 2. Mineralisasi pirit, kalkopirit, dan sfalerit (perbesaran 200x).**

## KESIMPULAN

Hasil petrografi dari 30 contoh batuan vulkanik, yang sebagian besar diambil dari lokasi batuan formasi Hulusimpang, menunjukkan komposisi mineralogi batuan bervariasi dari asam sampai basa sedangkan proses alterasi yang terjadi dicirikan oleh kristalisasi kelompok mineral ubahan klorit, karbonat (kalsit), epidot, silika dan mineral lempung dan berasosiasi dengan endapan mineral logam seperti pirit, kalkopirit, sfalerit, magnetit, galena, tetrahidrit dan emas. Kelompok mineral ubahan seperti di atas dapat dibandingkan dengan zona ubahan propilitik dan argilik yang terbentuk pada kondisi

fluida relatif netral-alkali, dengan kisaran suhu  $\leq 200^{\circ}\text{C}$ - $250^{\circ}\text{C}$ , selain itu, berdasarkan beberapa parameter proses alterasi seperti jenis batuan induk vulkanik yang bersifat asam sampai menengah, kontrol struktur berupa sesar atau zona rekahan yang tertutup oleh zona batuan vulkanik yang dicerminkan oleh mikrostruktur dalam sayatan tipis, dan kandungan sulfida dan mineral logam dasar seperti pirit, kalkopirit dan sfalerit maka daerah Kota Agung dapat diklasifikasikan ke dalam sistem epithermal tipe sulfidasi rendah (Hedenquist dkk., 1996).

Proses alterasi hidrotermal yang terjadi di daerah penelitian diindikasikan oleh beberapa kali proses hidrotermal, setidaknya dua kali,

yang menghasilkan kristalisasi mineral ubahan yang relatif sama. Fenomena ini dapat diamati melalui pengamatan tekstur dan struktur mineral ubahan seperti penggantian dan overprint pada kristal ataupun urat kuarsa, dan melalui pengendapan mineral logam yang mempunyai suhu pembentukan berbeda namun terendapkan bersama-sama dalam satu batuan seperti magnetit dan galena.

Fenomena alterasi yang mencirikan endapan mineral logam (emas) di daerah Kota Agung adalah batuan ubahan bertipe propilitik yang mengalami penggantian oleh argilik, dan tipe argilik. Selain itu dicirikan pula oleh mikro-struktur seperti pergeseran dan bukaan urat-urat tipis kuarsa.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Pusat Penelitian Geoteknologi-LIPI serta Pemimpin Proyek Sumberdaya Mineral dan Mitigasi Bencana Kebumihan Geoteknologi-LIPI atas kepercayaan dan bantuannya, sehingga penelitian di daerah Kota Agung, Lampung dapat terlaksana.

Terima kasih juga kami sampaikan kepada Ir. Toto A.F.S., M.Sc. dan Dr. Djedi, S.W. atas saran dan masukannya yang diberikan hingga tulisan ini terwujud.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Amin, T.C., Sidarto, S., Santosa, dan Gunawan, W., 1994, *Geologi Lembar Kota Agung*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P3G), Bandung.
- Corbett, G.J., and Leach, T.M., 1998, *Southwest Pacific Rim Gold-Copper Systems: Structure, Alteration, Mineralization*, Special Publication Number 6, Society of Economic Geologist.
- Hedenquist, J.W., Izawa, E., Arribas, A., and White, N.C., 1996, *Epithermal Gold Deposits: Styles, Characteristics, and Exploration*, Resource Geology Special Publication No. 1.
- Morrison, K., 1997, *Important Hydrothermal Minerals and Their Significance*, Mineral Services, Seventh Edition.
- Sunarya Y., 1991, *The Strategy of Mineral Exploration in Indonesia Toward the year 2000; An Evaluation of the Present Geological Knowledge of Indonesia*.
- Travis, R.B., 1955, *Classification of Igneous Rocks*, Quarterly of The Colorado School of Mines, vol 5 No 1.
- Uytenbogaardt, and Burke, E.A.J., 1971, *Tables for Microscopic Identification of Ore Minerals*, Second Revised Edition, Elsevier Scientific Publishing Company.