

**KARAKTERISTIK MINERALISASI CEBAKAN AU±LOGAM DASAR  
DI TAMILUW – HAYA, PULAU SERAM, MALUKU**

**MINERALIZATION CHARACTERISTIC OF AU±BASE METAL DEPOSIT  
AT TAMILUW - HAYA, SERAM ISLAND, MALUKU**

**Herfien Samalehu<sup>1</sup>, Arifudin Idrus<sup>2</sup>, dan Nugroho Imam Setiawan<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral, Pemerintah Daerah Provinsi Maluku,

<sup>2</sup>Departemen Teknik Geologi, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta  
ferhin2001@yahoo.com

**ABSTRAK**

Wilayah penyelidikan terletak di bagian selatan Pulau Seram, Provinsi Maluku, berada pada elevasi 3 s.d 675 meter di atas permukaan laut, disusun oleh batuan metapelitik, batuan metamorf berderajat rendah, batugamping koral, dan endapan aluvial. Tujuan penyelidikan ini adalah untuk mengkaji kontrol geologi, karakteristik mineralisasi serta geokimia bijih endapan Au±logam dasar di Tamilouw – Haya. Kegiatan penyelidikan dimulai dengan kajian studi pustaka, investigasi lapangan untuk pengambilan sampel, pemetaan geologi, alterasi dan mineralisasi serta analisis laboratorium yang meliputi sayatan poles dan geokimia bijih (FA/AAS). Berdasarkan hasil penyelidikan menunjukkan bahwa mineralisasi di Tamilouw – Haya berasosiasi dengan 3 tipe urat yaitu urat kuarsa sejajar ( $V_1$ ) terhadap bidang foliasi (*concordant*), urat kuarsa memotong bidang foliasi ( $V_2$ ), dan urat generasi ketiga ( $V_3$ ) merupakan urat kuarsa±karbonat berasosiasi dengan urat breksi dan *stockwork* dan terbentuk pada akhir pembentukan urat. Tekstur masif dijumpai pada hampir sebagian besar urat, terutama yang memiliki dimensi relatif besar. Mineral penyusun urat didominasi oleh kuarsa, mineral sulfida serta logam mulia sedangkan urat – urat sulfida yang dominan terdiri dari pirit dan arsenopirit. Mineralisasi sulfida logam di Tamilouw – Haya berupa pirit, emas, kalkopirit, sfalerit, galena, pirhotit, tetrahidrit, tenantit, markasit, arsenopirit, sinabar, kalininit, dan realgar. Kadar emas 0,006 s.d 7,45 ppm.

**Kata kunci:** Pulau Seram, mineralisasi emas, geokimia bijih, silisifikasi, karbonatisasi

**ABSTRACT**

*The research area is located in the southern part of Seram Island, Maluku, which is at an elevation of 3 to 675 meters above sea level; is composed of metapelites to low-grade metamorphic rocks, coralline limestone and alluvial deposits. The purpose of this investigation is to study geological control, mineralization characteristics and ore geochemistry of Au±basemetal deposit in Tamilouw – Haya. Investigation activities began with literature review, field investigations for sampling, geological mapping, alteration & mineralization and laboratory analysis which including polish sections and ore geochemistry (FA/AAS). Based on the results of investigation, it shows that mineralization in Tamilouw - Haya is associated with 3 type of veins, namely quartz veins ( $V_1$ ) that parallel to the foliation plane (*concordant*), quartz veins that cutting through foliation plane ( $V_2$ ) and third generation veins ( $V_3$ ) are quartz ±carbonate veins associated with breccia - stockwork and formed at the end of veins formation. Massive texture is found in most of the veins, especially those with relatively large dimensions. Vein filling minerals are dominated by quartz, sulfide minerals and precious metals while dominant sulfide veins consist of pyrite and arsenopyrite. Metal sulfide mineralizations at Tamilouw – Haya are pyrite, gold, chalcopyrite, sphalerite, galena, pyrrhotite, tetrahydrite, tenantite, marcasite, arsenopyrite, sinabar, kalininite and realgar. Gold grades reaching 0.006 to 7.45 ppm.*

**Keywords:** Seram island, gold mineralization, ore geochemistry, silicification, carbonatization

## PENDAHULUAN

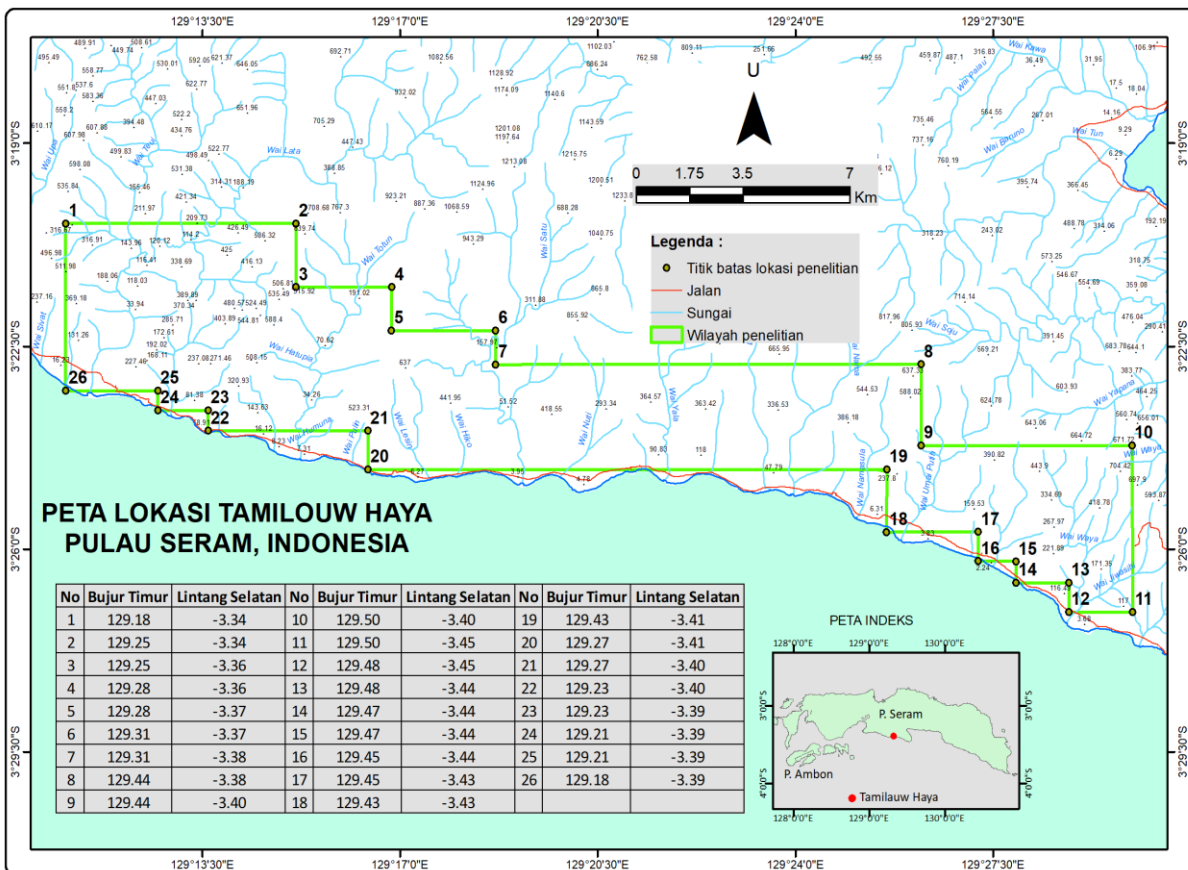
Lokasi penyelidikan secara administratif terletak di Desa Tamilouw – Haya, Kecamatan Tehoru, Kabupaten Maluku Tengah, Provinsi Maluku (Gambar 1). Wilayah penyelidikan disusun oleh batuan metapelitik dan batuan metamorf berderajat rendah (Tjokrosoepetro dkk, 1993 ; Pownall, 2013;2017). Kompleks Tehoru dan Kompleks Taunusa di Pulau Seram teridentifikasi mengandung cebakan emas dan sulfida logam.

Beberapa penyelidikan sebelumnya tentang potensi emas primer dan sekunder telah dilakukan di bagian barat dan selatan Pulau Seram. Mineralisasi sabuk metamorf di bagian selatan Seram, Kaibobo, Rumahkay, dan Kairatu terindikasi adanya kandungan emas sebagai cebakan primer dan pada *float*.

Hasil penyelidikan Franklin dkk. (2013) menunjukkan bahwa dari geokimia

endapan sungai aktif dengan batuan induk (*host rock*) sekis mika di Seram Bagian Barat menunjukkan anomali logam dasar tembaga (Cu) 49 ppm, Timbal (Pb) 35 ppm, dan seng (Zn) 107 ppm. Hasil analisis logam mulia menunjukkan kadar emas (Au) 18 ppb dan perak (Ag) 22 ppm. Di daerah Haya batuan Kompleks Tehoru mengandung 2,4 ppm Au, 0,02% Cu, 1,07 % Pb, dan 5,5% Zn.

Beberapa penyelidikan mengenai mineralisasi emas primer pada batuan metamorf di Indonesia antara lain prospek Gunung Botak di Pulau Buru, Maluku dan Bombana (Idrus dkk., 2011; 2014), Awak Mas di Sulawesi Selatan (Querubin dan Walters, 2011; Hakim dkk., 2018), Pegunungan Mendoke dan Rumbia (Hasria, 2018), serta Poboya (Wadji dkk., 2011). Tujuan penyelidikan ini adalah untuk mengetahui kontrol geologi, karakteristik mineralisasi serta geokimia bijih emas dan logam dasar di Tamilouw – Haya.



**Gambar 1.** Peta Lokasi penyelidikan di desa Tamilouw – Haya, pulau Seram, Maluku

## METODOLOGI

Kegiatan penyelidikan mencakup studi literatur, pekerjaan lapangan, analisis laboratorium, serta pengolahan dan analisis data. Studi awal mencakup studi kepustakaan, *remote sensing* dan pengumpulan data sekunder. Pekerjaan lapangan (*fieldwork*) mencakup pemetaan geologi, alterasi dan mineralisasi, serta pengambilan sampel batuan. Preparasi dan analisis sayatan poles dilakukan di Universitas Gadjah Mada sedangkan analisis geokimia bijih (FA/AAS) dilakukan di laboratorium ALS, Kanada dan intertek, Jakarta. Keseluruhan data dan informasi yang diperoleh kemudian diproses, dievaluasi, dihitung dan diinterpretasi untuk memenuhi tujuan penyelidikan.

## GEOLOGI

Patria dan Hall (2018) menyatakan bahwa Pulau Seram dan Busur Banda merupakan zona interaksi antara Lempeng Australia dan Lempeng Eurasia dan merupakan salah satu daerah yang paling menarik karena batas konvergen Busur Banda yang membentuk geometri berbentuk "U". Selain itu, deformasi dan metamorfisme di Pulau Seram serta vulkanisme di Pulau Ambon masih sulit untuk dijelaskan dengan model subduksi yang sederhana.

Pulau Seram disusun oleh batuan metamorf, sedimen dan batuan terobosan (Tjokrosoetro dan Budhitisna, 1982 ; Tjokrosoetro dkk., 1993 ; Pownall dkk., 2017). Batuan tertua di Pulau Seram merupakan batuan Kompleks Taunusa dan Kompleks Tehoru yang berumur Perm . secara umum stratigrafi pulau Seram dibagi menjadi batuan Seri Australia (*Australian Series*) dan batuan Seri Seram (*Seram Series*).

Morfologi Tamilouw – Haya terdiri dari perbukitan berlereng curam hingga landai

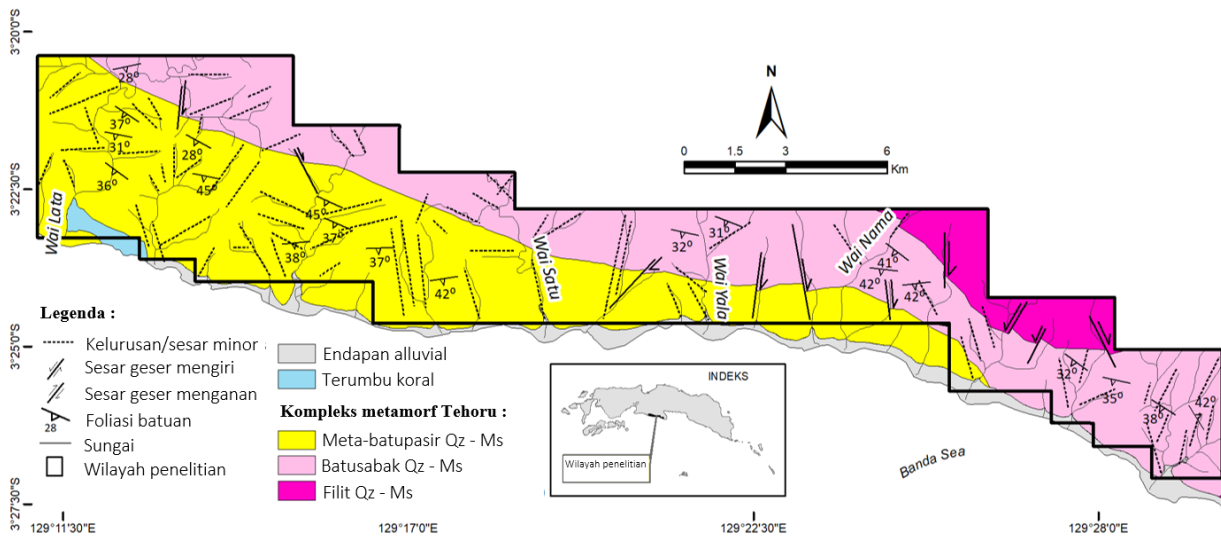
serta satuan pedataran rendah. Satuan perbukitan berlereng curam hingga landai menempati luas sekitar 248,79 km<sup>2</sup>. Penyebaran satuan ini pada wilayah perbukitan di bagian utara dan menyebar timur ke barat dengan elevasi ketinggian rata-rata antara 135 - 675 meter. Litologi penyusunnya yaitu filit, batusabak, perselingan batuan metapelitik dan terumbu koral.

Satuan pedataran rendah menempati sekitar 4,13% dari luas daerah penyelidikan dengan luas sekitar 10,71 km<sup>2</sup> dan penyebaran satuan memanjang ke bagian barat hingga ke timur daerah penyelidikan. Satuan ini meliputi daerah Tamilouw dan barat Haya dengan elevasi ketinggian 3 – 12,5 meter diatas permukaan laut (Mdpl) (Samalehu, 2021).

Stratigrafi Tamilouw - Haya tersusun oleh batuan metamorf kompleks Tehoru yang terdiri dari batuan metapelitik, batusabak kuarsa – muskovit, filit kuarsa – muskovit dengan sisipan karbon, batugamping koral dan endapan alluvial (Gambar 2).

Filit kuarsa – muskovit berwarna putih kelabu kehitaman, menunjukkan struktur *phyllitic*, berbutir halus tersusun atas plagioklas, kuarsa, serisit, muskovit, opak, tekstur kristaloblastik - lepidoblastik. Pentarikan umur relatif satuan filit kuarsa – muskovit secara regional diperkirakan berumur Miosen Tengah-Pliosen (Pownall dkk., 2017).

Batusabak kuarsa – muskovit memperlihatkan struktur metamorf *slaty cleavage* dengan *crenulation*, berwarna segar abu-abu, tekstur kristaloblastik, tersusun atas komposisi mineral utama berupa muskovit, kuarsa, grafit dan struktur berfoliasi. Penyebarannya relatif barat laut - timur menenggara dengan kemiringan (dip) foliasi 23 - 47 derajat.



Gambar 2. Peta Geologi wilayah Tamilouw – Haya (Samalehu, 2021)

Satuan metapelitik terdiri dari perselingan meta-batupasir kuarsa – muskovit dan meta-batulanau kuarsa – muskovit. Meta-batupasir kuarsa – muskovit menunjukkan warna putih abu - abu kekuningan, berlapis, ukuran butir pasir halus, tekstur kristaloblastik-lepidoblastik dan terdiri dari komposisi mineral muskovit, feldspar plagioklas, kuarsa dan mineral opak. Meta-batulanau kuarsa – muskovit berwarna segar abu – abu kehitaman, ukuran butir sangat halus (*silt*), tekstur kristaloblastik-lepidoblastik, tersusun atas komposisi mineral muskovit, kuarsa, serisit, dan mineral opak.

Satuan Batugamping koral merupakan satuan litologi yang menempati bagian barat daya wilayah penyelidikan dengan luas penyebaran yang terbatas. Berwarna putih terang, keras, berongga yang diisi oleh kalsit, algae dan koloni koral.

Endapan alluvial terbentuk di daerah pantai yang merupakan endapan fluviatil pada sungai utama Wai Lata, Wai Namasula dan Wai Yala. Sebaran satuan ini sekitar 5,8 % dari seluruh luas daerah penyelidikan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Karakteristik tipe alterasi hidrotermal**

Karakteristik mineralisasi bijih primer di Tamilouw - Haya terbentuk dan berasosiasi

dengan jenis alterasi silisifikasi, karbonatisasi dan serisit.

Alterasi silisifikasi ditandai dengan adanya urat kuarsa yang memotong dan sejajar dengan foliasi batuan (urat konkordan dan diskordan). Umumnya, kuarsa hadir dan berasosiasi dengan kalsit, sulfida (pirit) dan lempung. Alterasi terbentuk pada urat, *stockwork* dan zona breksi yang berasosiasi dengan karbonat dan bervariasi dalam intensitas yang berbeda (*pervasive*).

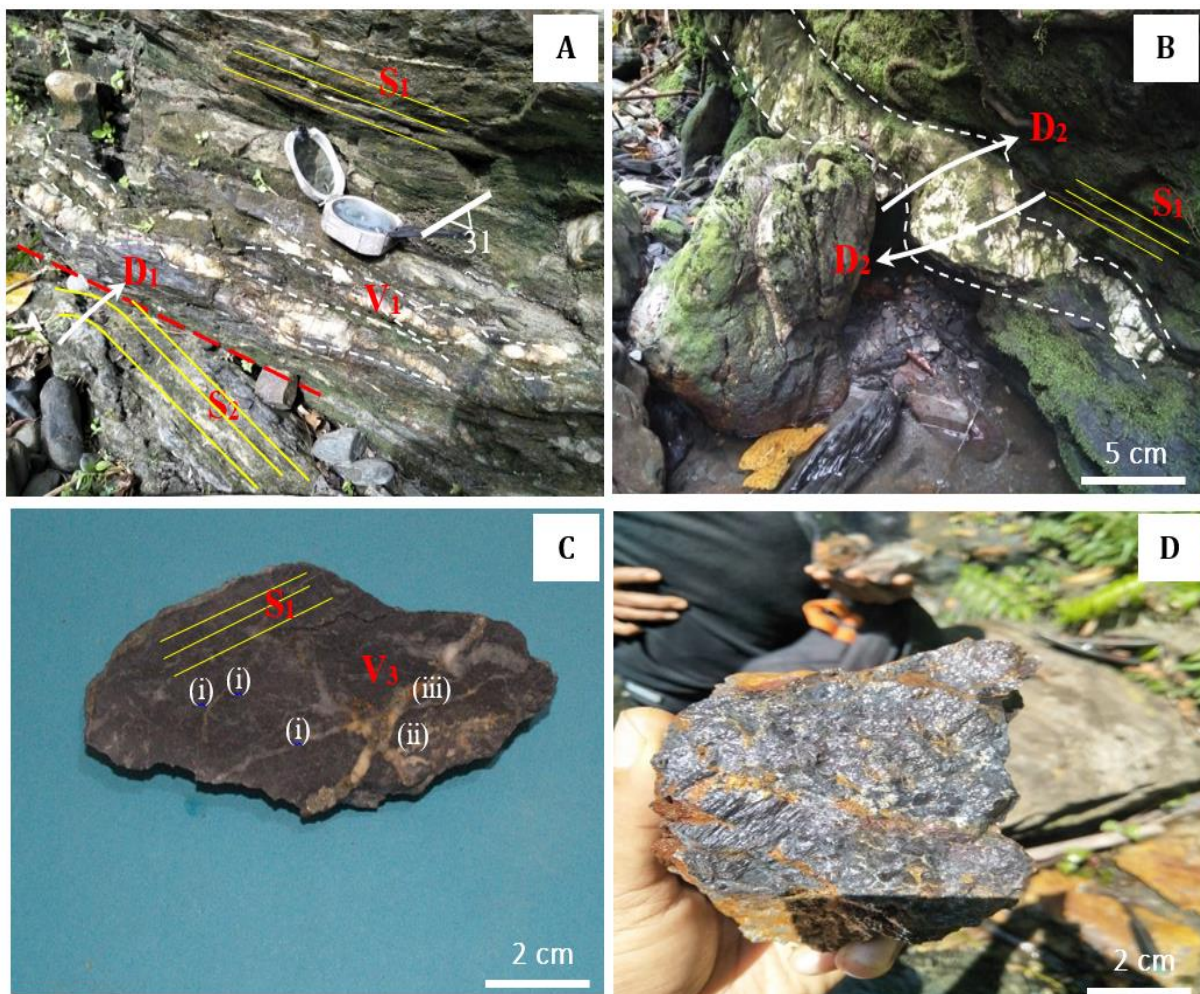
Alterasi karbonatisasi ditandai dengan adanya mineral karbonat (kalsit±ankerit) yang berasosiasi dengan kuarsa, opak, dan pirit. Umumnya terbentuk pada zona urat atau breksi yang merupakan zona geser, breksiasi, sigmoid dan tersegmentasi. Alterasi rendah-kuat, selektif hingga pervasif dan presipitasi kalsit berhubungan dengan fluktuasi konsentrasi CO<sub>2</sub> dengan pH mendekati netral.

Alterasi serisit dicirikan oleh adanya mineral kuarsa, serisit, dan opak. Umumnya terbentuk di batuan induk metapelitik. Urat V<sub>1</sub> – V<sub>2</sub> terkait dengan tipe alterasi ini. Menyebarkan secara selektif, serisit menggantikan muskovit dan plagioklas asam. Pengayaan emas terbentuk pada alterasi silisifikasi dan

karbonatisasi yang dominan terbentuk pada urat tipe ke-3 ( $V_3$ ).

Mineralisasi di wilayah Tamilouw-Haya terbentuk pada batuan metamorf berderajat rendah (batusabak kuarsa-muskovit) dan batuan metapelitik yang terdiri dari meta-batupasir kuarsa-muskovit dan meta-batulanau kuarsa-muskovit. Mineralisasi yang di jumpai di wilayah ini terutama terjadi pada alterasi halo sepanjang urat/veinlets, *minor*

*disseminated* terutama pada *rock float* (RF) serta urat breksi. Urat tipe pertama ( $V_1$ ) merupakan urat kuarsa yang sejajar dengan foliasi dan perlapisan batuan metamorf berbentuk masif, *sheeted*, tersegmentasi dan termineralisasi lemah. Urat yang berbentuk *sheeted* ditemukan berasosiasi dengan batuan metamorf berderajat rendah (batusabak kuarsa-muskovit) dan batuan metasedimen yang sejajar dengan foliasi batuan (Gambar 3A).



**Gambar 3.** Fotomikrograf tekstur urat di wilayah Tamilouw - Haya : **A.** Urat kuarsa tipe 1 ( $V_1$ ) dengan foliasi  $31^\circ$ ,  $U115^\circ T$ , *sheeted* dan melensisi, ketebalan  $< 2\text{cm}$  serta *isoclinal fold* pada *intra folial layer* ( $D_1$ ) yang membentuk inklinasi pada  $S_2$ , difoto relatif ke arah timur stasiun TMW-WN.01. **B.** Tekstur urat kuarsa “*boudinage-like texture*”, *segmented* ( $D_2$ ) dengan tebal 4 – 7 cm serta sejajar foliasi ( $S_1$ ) batusabak kuarsa-muskovit stasiun Tmw-Wn.05. **C.** Urat tipe ketiga ( $V_3$ ) stasiun Hy-Wyu 02 yang memotong  $S_1$  dengan *multiphase vein*; urat kuarsa±karbonat mikrokristalin (i) yang dipotong oleh urat kuarsa±karbonat±pirit (ii) dan urat kuarsa±karbonat±pirit (ii) yang dipotong oleh urat kuarsa±karbonat±pirit±emas (iii). **D.** Urat tipe ketiga yang merupakan urat breksiasi batusabak kuarsa-muskovit pada stasiun Tmw-YLsi.08 dan Tmw-Lt.01

Urut tipe kedua ( $V_2$ ) merupakan urat kuarsa memotong perlapisan batuan, masif, termineralisasi lemah dan cenderung bersifat “*barren*” serta urat generasi ketiga ( $V_3$ ) yang merupakan urat kuarsa±karbonat yang merupakan “*mineralized zone*”, berasosiasi dan membentuk zona *stockwork* serta urat breksi. Urat *stockwork* berukuran halus (< 1-2 mm), memotong foliasi batuan dan terbentuk pada meta-batupasir kuarsa-muskovit dan batusabak kuarsa-muskovit. Faktor pengontrol dalam pembentukan mineralisasi di daerah penyelidikan adalah struktur geologi. Mekanisme kompresi atau transpresi berarah utara timur laut - selatan barat daya menyebabkan sesar – sesar di Tamilouw – Haya yang berorientasi tenggara-barat laut dan utara timur laut-barat barat daya yang mengontrol cebakan dari mineral bijih yang memiliki perbedaan arah orientasi. Akibat sesar – sesar ini kemudian fluida hidrotermal naik ke permukaan dan berkonsentrasi pada area cebakan mineralisasi. Mineralisasi di Tamilouw – Haya dijumpai kelimpahan pirit, emas, kalkopirit, sfalerit, galena, pirhotit, tetrahidrit, tenanit, markasit, arsenopirit, sinabar, kalininit, dan realgar dengan kadar emas mencapai 0,006 s.d 7,45 ppm (Tabel 1 dan Tabel 2). Lokasi sample mineralisasi disajikan pada Gambar 4.

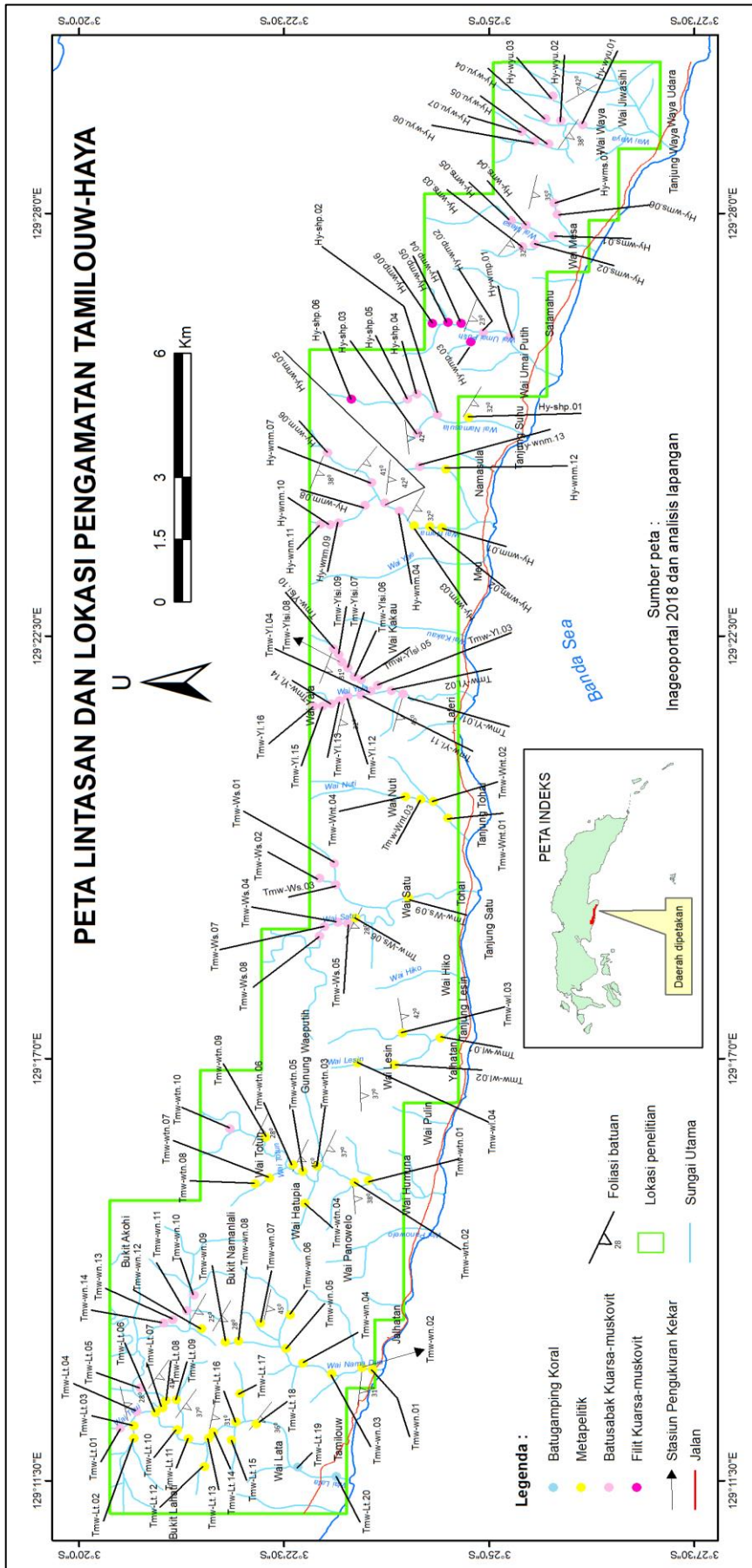
### Karakteristik urat dan tekstur bijih

Berdasarkan pengamatan lapangan, mineralisasi yang terbentuk di Tamilouw – Haya secara umum berasosiasi dengan 3 tipe yakni urat kuarsa yang sejajar ( $V_1$ ) terhadap bidang foliasi (*concordant*), urat kuarsa yang memotong bidang foliasi ( $V_2$ ) serta urat generasi ketiga ( $V_3$ ) yang merupakan urat kuarsa±karbonat yang berasosiasi dengan urat breksi dan *stockwork* yang terbentuk pada akhir pembentukan urat. Tekstur masif dijumpai pada hampir sebagian besar urat terutama yang memiliki dimensi relatif besar meskipun tekstur ini juga terbentuk pada urat berukuran kecil. Mineral pengisi urat di dominasi kuarsa, sulfida logam dasar dan logam mulia. Urat – urat sulfida logam yang dominan berupa pirit dan arsenopirit.

Urut kuarsa yang hadir pada batuan merupakan urat yang berasal dari aktivitas alterasi hidrotermal. Urut kuarsa yang dijumpai di lapangan terdiri 3 tipe urat yaitu urat tipe 1 ( $V_1$ ) yang orientasi sejajar foliasi dan hadir dominan dengan ketebalan < 2 cm hingga 7 cm (Gambar 3A.B), urat tipe 2 ( $V_2$ ) memiliki orientasi memotong foliasi pada urat tipe 1 serta urat tipe 3 ( $V_3$ ) yang merupakan urat kuarsa yang memotong foliasi dan hadir bersama dengan mineral alterasi karbonat dengan tebal 1–3 cm dan merupakan zona mineralisasi. Pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa urat kuarsa yang hadir memiliki tekstur yang khas yaitu masif, *brecciated*, *boudinage-like texture*, tersegmentasi dan melensa (Tabel 3).

Pembentukan urat - urat kuarsa /kuarsa±karbonat berasosiasi dengan proses tektonik kompresi/transpresi di daerah penyelidikan berarah utara barat laut - selatan tenggara. Bidang foliasi yang tegak lurus terhadap arah bukaan dan gaya tekanan yang bekerja akan sejajar dengan gaya regangan. Arah urat kuarsa tipe 1 sejajar dengan foliasi batuan metamorf dan umumnya relatif berarah barat laut – tenggara. Dari asosiasi urat di lokasi penyelidikan, dapat diinterpretasikan bahwa mineralisasi di daerah Tamilouw – haya terdiri dari beberapa proses generasi pembentukan urat, pengendapan mineral serta pengkayaan dari mineralisasi bijih.

Pada urat tipe 3, dijumpai tekstur urat *stockwork* yang mengindikasikan bahwa pengendapan dan pengayaan bijih terjadi secara berulang dengan adanya fluida pada *ductile - brittle deformation* terutama zona epizonal - mesozonal. Struktur geologi memungkinkan fluida hidrotermal membawa mineral pembawa bijih sebagai proses mineralisasi di Tamilouw - Haya. Pengkayaan bijih di Tamilouw – Haya membentuk logam mulia (Au dan Ag) serta adanya asosiasi logam dasar berkadar tinggi. Urat – urat yang membawa logam emas (Au) berasosiasi dengan urat tipe 3 atau urat kuarsa±karbonat yang terbentuk pada alterasi silisifikasi dan karbonatisasi (Tabel 3).



Gambar 4. Peta Lintasan dan lokasi pengamatan Tamilouw – Haya

**Tabel 1.** Analisa kimia bijih Desa Haya dengan menggunakan Fire Assay/AAS

No	Sampel ID	Hasil analisis unsur								Tipe urat/endapan
		Au Ppm	Ag ppm	Cu Ppm	Pb Ppm	Zn ppm	Hg ppm	As Ppm	Sb ppm	
1	Tmw-YL01.1	0,106	3,5	2860	75	12000	2,4	88	1	RF
2	Tmw-YL01.2	0,041	2,6	2990	35	9250	1,8	36	3	RF
3	Tmw-YL.02	0,043	<0,5	126	18	39	0,02	82	4	RF
4	Tmw-YL.03	0,011	11,2	71	1320	53	<0,01	8	<1	Urat tipe II
5	Tmw-YL.04	7,45	1,1	52	117	119	4,1	148	1	Urat tipe III
6	Tmw-YLsi05	0,029	1,1	53	553	71	0,35	130	2	Urat tipe II
7	Tmw-YLsi06	0,052	29,1	771	7100	15800	2,1	124	2	Urat tipe III
8	Tmw-YLsi08	0,016	2,8	59	456	247	0,04	<1	2	RF
9	Tmw-YLsi09	<0,005	<0,5	59	137	60	0,08	8	3	Urat tipe I
10	Tmw-YLsi.10	0,076	<0,5	11	24	67	0,02	106	1	Urat tipe III
11	Tmw-YL.11	0,033	<0,5	12	28	80	0,02	2	1	RF
12	Tmw-WS.03.1	0,019	<0,5	1380	12	153	0,04	68	<1	Urat tipe III
13	Tmw-WS.03.2	0,008	<0,5	15	16	48	0,03	11	1	Urat tipe III
14	Tmw-WS.04.1	<0,005	<0,5	<2	13	27	0,02	3	<1	Urat tipe II
15	Tmw-WS.04.2	0,005	<0,5	22	13	50	0,02	4	<1	Urat tipe II
16	Tmw-WS.06	0,006	<0,5	17	7	120	0,03	6	<1	Urat tipe III
17	Tmw-WN.02.1	0,146	<0,5	3	10	9	0,03	25200	45	Urat tipe II
18	Tmw-WN.02.2	0,125	<0,5	<2	14	9	0,03	28800	57	Urat tipe II
19	Tmw-WN.03	0,006	<0,5	11	11	24	<0,01	<1	1	Urat tipe III
20	Tmw-WN.04	0,012	<0,5	15	22	45	0,02	5	1	Urat tipe III
21	Tmw-WN.06.1	0,015	<0,5	3	18	18	0,02	8	<1	Urat tipe III
22	Tmw-WN.06.2	0,033	<0,5	2	29	27	0,03	10	<1	Urat tipe III
23	Tmw-Lt.01	<0,005	1,40	6,2	2080	20	0,017	25	3,39	Urat tipe III
24	Tmw-Lt.18A	0,008	0,02	2,7	9,5	21	0,038	16	0,25	Urat tipe I
25	Tmw-Lt.18B	<0,005	0,03	24,7	40,2	49	0,308	2	0,24	Urat tipe I

**Tabel 2.** Analisa kimia bijih Desa Tamilouw dengan menggunakan Fire Assay/AAS

No	Sampel ID	Hasil analisis unsur								Tipe urat/endapan
		Au ppm	Ag ppm	Cu ppm	Pb Ppm	Zn Ppm	Hg ppm	As ppm	Sb Ppm	
1	Hy-WNM.01	0,020	<0,5	7	16	14,8	0,01	58	<1	Urat tipe I
2	Hy-WNM.02	0,402	7,5	906	6120	14,8	0,8	285	7	Urat tipe III
3	Hy-WNM03.1	0,006	<0,5	5	19	27	0,02	10	2	RF
4	Hy-WNM03.2	0,007	<0,5	4	8	16	<0,01	23	1	RF
5	Hy-WNM04.1	0,016	1	33	54	40	0,03	50	2	Urat tipe III
6	Hy-WNM04.2	0,024	1,6	42	92	60	0,04	97	<1	Urat tipe III
7	Hy-WNM04.3	0,036	<0,5	286	16	19	0,02	28	<1	Urat tipe III
8	Hy-WNM05	0,02	<0,5	3	7	4	0,02	39	1	Urat tipe II
9	Hy-WNM06	0,008	<0,5	3	16	18	0,01	25	3	Urat tipe III
10	Hy-WNM07.1	0,093	0,21	28,2	108	16	0,025	141	5,43	Urat tipe III
11	Hy-WNM07.2	0,53	0,8	33	29	85	0,63	15	<1	Urat tipe III
12	Hy-WYU.02	0,023	<0,5	<2	11	30	0,02	17	5	Urat tipe III



**Tabel 3.** Karakteristik tipe urat kuarsa/kuarsa±karbonat di Tamilouw – Haya

Tipe urat	Paragenesa terhadap <i>host</i>	Tekstur urat	Alterasi	Asosiasi mineral logam
Urut tipe 1	<i>Concordant</i>	Masif, <i>sheeted</i> , tersegmentasi	Serisitik	Ccp, Py
Urut tipe 2	<i>Discordant</i>	Masif	Silisifikasi	<Au, Py, Ccp, Sp, Apy
Urut tipe 3	<i>Discordant</i>	Masif, <i>brecciated, stockwork, boudin-like texture</i> , tersegmentasi dan melensa.	Silisifikasi, Karbonatisasi	Au, Py, Ccp, Sp, Gn, Po, Ttr, Tnt, Mrc, APy, Cnb, Klt, Rg.

Ket : Py : Pirit, Au : emas, Ccp : Kalkopirit, Sp : Sfalerit, Gn : Galena, Po : Pirhotit, Ttr : Tetrahidrit, Tnt : Tenantit, Mrc : Markasit, Apy, Arsenopirit, Cnb : Sinabar, Klt : Kalininit, Rg : Reagar.

**Mineralisasi bijih dan Paragenesa**

Karakteristik mineralisasi bijih di Tamilouw-Haya ditemukan pada urat kuarsa yang berasosiasi dengan alterasi silisifikasi, karbonatisasi dan serisitik. Mineralisasi sulfida di Tamilouw-Haya dominan pada pengisian rekahan dalam bentuk vein, *stockwork* dan urat breksi serta dijumpai diseminasi minor. Pengkayaan bijih di Tamilouw – Haya mengandung logam mulia serta logam dasar kadar tinggi. Umumnya urat yang membawa logam mulia berasosiasi dengan urat kuarsa±karbonat pada alterasi silisifikasi dan karbonatisasi. Selain itu urat sulfida umumnya terdiri dari pirit dan arsenopirit. Urat arsenopirit (Tabel 1 no 17-18) menunjukkan nilai yang signifikan. Berdasarkan analisis sayatan poles, maka mineral yang dijumpai yaitu emas (Au), kalkopirit (CuFeS<sub>2</sub>), pirit (FeS<sub>2</sub>), sfalerit (ZnS), galena (PbS), pirhotit (FeS<sub>x</sub>), tetrahidrit (Cu<sub>12</sub>Sb<sub>4</sub>S<sub>13</sub>), tenantit (Cu<sub>12</sub>As<sub>4</sub>S<sub>13</sub>), markasit (FeS<sub>2</sub>), arsenopirit (FeAsS), hematit (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) dan covelit (CuS).

**Emas (Au) :** Berwarna kuning terang, 0,25 mm, anhedral - subhedral, reflektansi tinggi (>50%), bireflektansi tidak teramati, isotropi reflektansi internal tidak teramati, *free gold grain*, tekstur tersebar atau *disseminated* dan terbentuk bersamaan dengan pirit, kalkopirit dan sfalerit (Gambar 5A).

**Pirit (FeS<sub>2</sub>) :** Warna kuning, euhedral – subhedral, 2-5 mm, cerat hitam, reflektansi

sedang-tinggi (>50%), bireflektansi tidak teramati, isotropi, reflektansi internal tidak teramati., hadir melimpah dalam tekstur “*disseminated*” dan mengisi urat batuan metapelitik dan batusabak kuarsa-muskovit. Pirit berasosiasi dengan kalkopirit, sfalerit, dan pirhotit serta memiliki hubungan *intergrowth* dengan galena, menunjukkan adanya *fracture* yang terisi oleh sfalerit (Gambar 5D).

**Kalkopirit (CuFeS<sub>2</sub>) :** warna kuning cerah, subhedral-anhedral, cerat berwarna hitam-coklat, 0,25-0,5 mm. berbentuk subhedral - anhedral, reflektansi sedang (25 – 50%), bireflektansi tidak teramati. mineral memiliki sifat isotropi/anisotropi lemah (kecoklatan), reflektansi internal tidak teramati. Kalkopirit menunjukkan bercak-bercak (*blebs*) atau inklusi emulsi di dalam sfalerit yang menunjukkan kalkopirit terbentuk pada fase pengendapan awal (Gambar 5F).

**Pirhotit (FeS<sub>x</sub>) :** kuning coklat, 0,35 – 0,5 mm, anhedral, reflektansi sedang (25 – 50%), bireflektansi tidak teramati, anisotropi kuat (berwarna coklat kebiruan), reflektansi internal tidak teramati. Kehadiran pirhotit berasosiasi dengan pirit dalam tekstur sebaran serta keterdapatan diurut yang relatif sedikit atau jarang (*rare*).

**Sfalerit (ZnS) :** Abu-abu tua, 0,20 – 25 mm, subhedral - anhedral, reflektansi rendah (<25%), bireflektansi tidak teramati, isotropi, reflektansi internal berwarna merah. Berasosiasi dengan galena dan

membentuk tekstur eksolusi-inklusi dengan kalkopirit atau *chalcopyrite disease* (Barton dan Bethke, 1987) (Gambar 5F)

**Galena** ( $PbS_2$ ) : berwarna putih abu-abu terang, 0,5 – 2 mm, subhedral - anhedral, *triangular pits*, reflektansi sedang (25 – 50%), bireflektansi tidak teramati, isotropi, reflektansi internal tidak teramati. Galena memiliki hubungan *intergrowth* dengan sfalerit (Gambar 5C dan 5F) serta pirit dan hadir dalam struktur sebaran dalam *gangue* kuarsa.

**Markasit** ( $FeS_2$ ) : Warna putih kekuningan, 0,16 – 0,32 mm, subhedral-anhedral, reflektansi sedang – tinggi (>50%), bireflektansi tidak teramati, anisotropi berwarna biru, reflektansi internal tidak teramati. Tekstur sebaran dalam kuarsa, *single grain*, tergantikan oleh hematit.

**Arsenopirit** ( $FeAsS$ ) : berwarna putih, 0,5 – 15 mm, euhedral, reflektansi sedang – tinggi (> 50%), bireflektansi tidak teramati, anisotropi kuat (berwarna biru keunguan), reflektansi internal tidak teramati. Hadir dalam bentuk urat pada meta-batupasir kuarsa-muskovit dan mengisi *shear joint*.

**Tenantit** ( $Cu_{12}As_4S_{13}$ ) : berwarna kelabu – kelabu kehitaman, 0,25 – 0,5 mm, euhedral-subhedral, reflektansi sedang-tinggi (>50%), bireflektansi tidak teramati, isotropi. Tenantit hadir menggantikan kalkopirit dan tergantikan oleh hematit.

**Tetrahedrit** ( $Cu_{12}Sb_4S_{13}$ ) : Abu-abu – hitam kecoklatan, 0,2 – 0,5 mm, euhedral-subhedral, reflektansi sedang-tinggi (>50%), bireflektansi tidak teramati, isotropi, reflektansi internal tidak teramati. Tetrahedrit hadir dalam tekstur *replacement* menggantikan kalkopirit dalam tekstur sebaran (Gambar 5B).

**Kovelit** ( $CuS$ ) : berwarna kebiruan, 0,01-0,05mm, subhedral – anhedral, reflektansi sedang, bireflektansi tidak teramati, anisotropik sedang. Hadir menggantikan kalkopirit (Gambar 5E).

**Hematit** ( $Fe_2O_3$ ) : kemerahan, 0.25 mm – 1mm, anhedral, reflektansi sedang (25 – 50%), bireflektansi tidak teramati, anisotropi (kecoklatan), reflektansi internal merah. Berasosiasi dengan pirit, markasit dan sfalerit dan hadir sebagai produk supergen pada urat – urat sulfida (Gambar 5C).

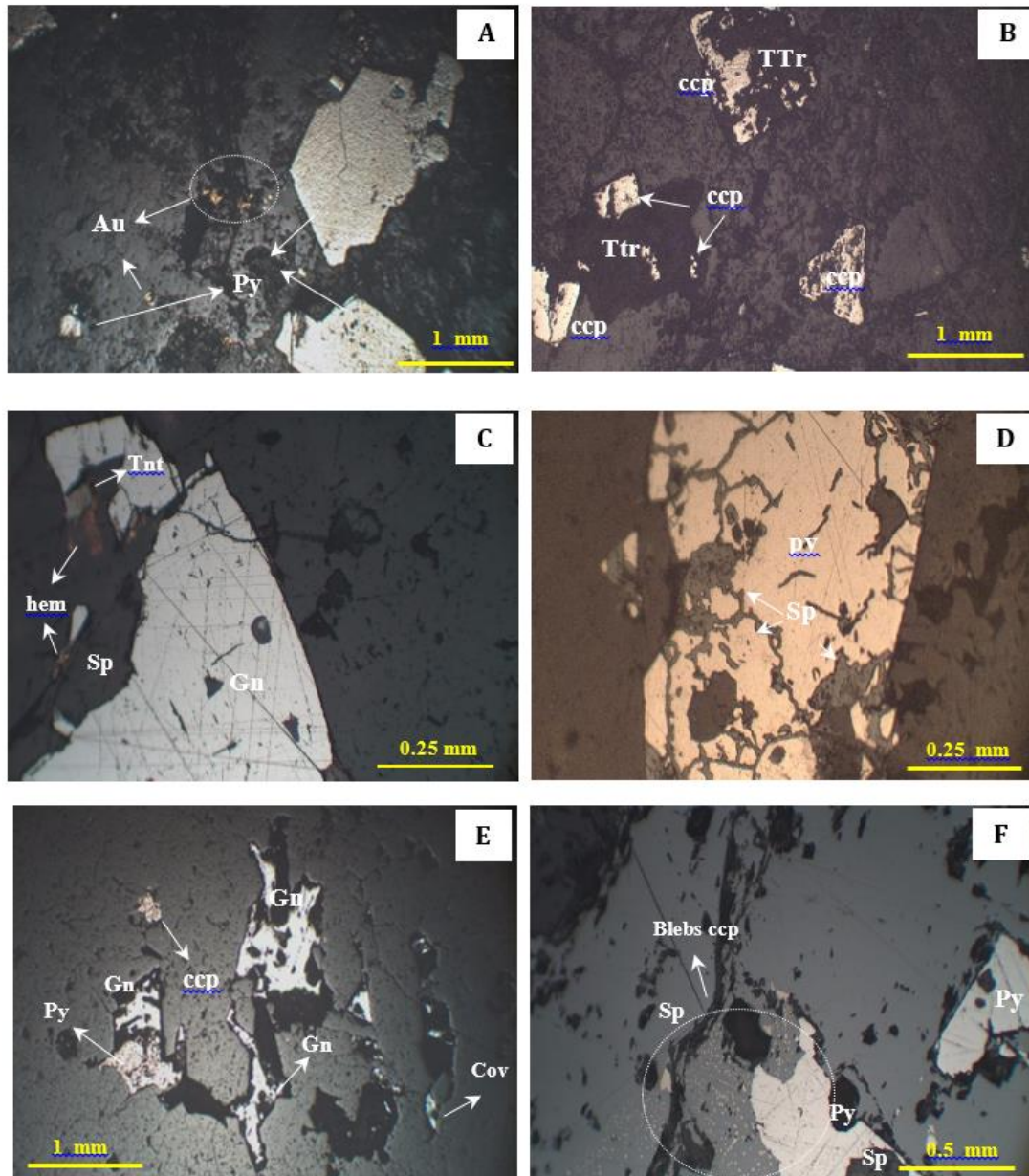
Endapan letakan (*placer*) dan *rock float* di Tamilouw - Haya tersebar di Wae Nama, Wae Lata, Wae Namasula, dan dominan di Sungai Wae Yala (Gambar 4). Apabila dikaitkan dengan potensi emas primer, maka endapan letakan dan *rock float (RF)* ini memiliki keterkaitan erat yang terlihat dari indikasi mineralisasi dan jenis batuan termineralisasi dilapangan.

Berdasarkan analisis kimia bijih (Tabel 1 dan Tabel 2), urat kuarsa dan *rock float* menunjukkan kisaran nilai 0,006 – 7,45 ppm Au, < 0,5 – 29,1 ppm Ag, <2 – 2.990 ppm Cu, 7 – 7100 ppm Pb dan 4 – 15.800 ppm Zn dimana konsentrasi emas tertinggi terdapat pada bagian selatan Sungai Wae Yala pada sampel batuan TMW-YL.04 dengan kadar 7,45 ppm Au. Pada lokasi TMW-YL 01 teramati adanya butiran emas dalam konsentrat dulang (Gambar 6A). Konsentrat emas letakan tersebut berasal dari urat-urat kuarsa±karbonat pembawa emas (*gold - bearing veins*) yang terdapat dalam batuan metamorf (batusabak kuarsa-muskovit dan metapelitik) dari batuan kompleks Tehoru. Mineralisasi sulfida yang terbentuk pada urat kuarsa dan *rock float (RF)* dicirikan oleh pirit, kalkopirit, galena, sfalerit, sinabar, oksida besi dan oksida karbonat (Malachit). Urat – urat kuarsa secara umum berwarna cerah – *milky*, berbentuk masif dengan memiliki ketebalan tipis antara 0,5 - 2 cm yang sejajar dan dominan memotong foliasi batuan.

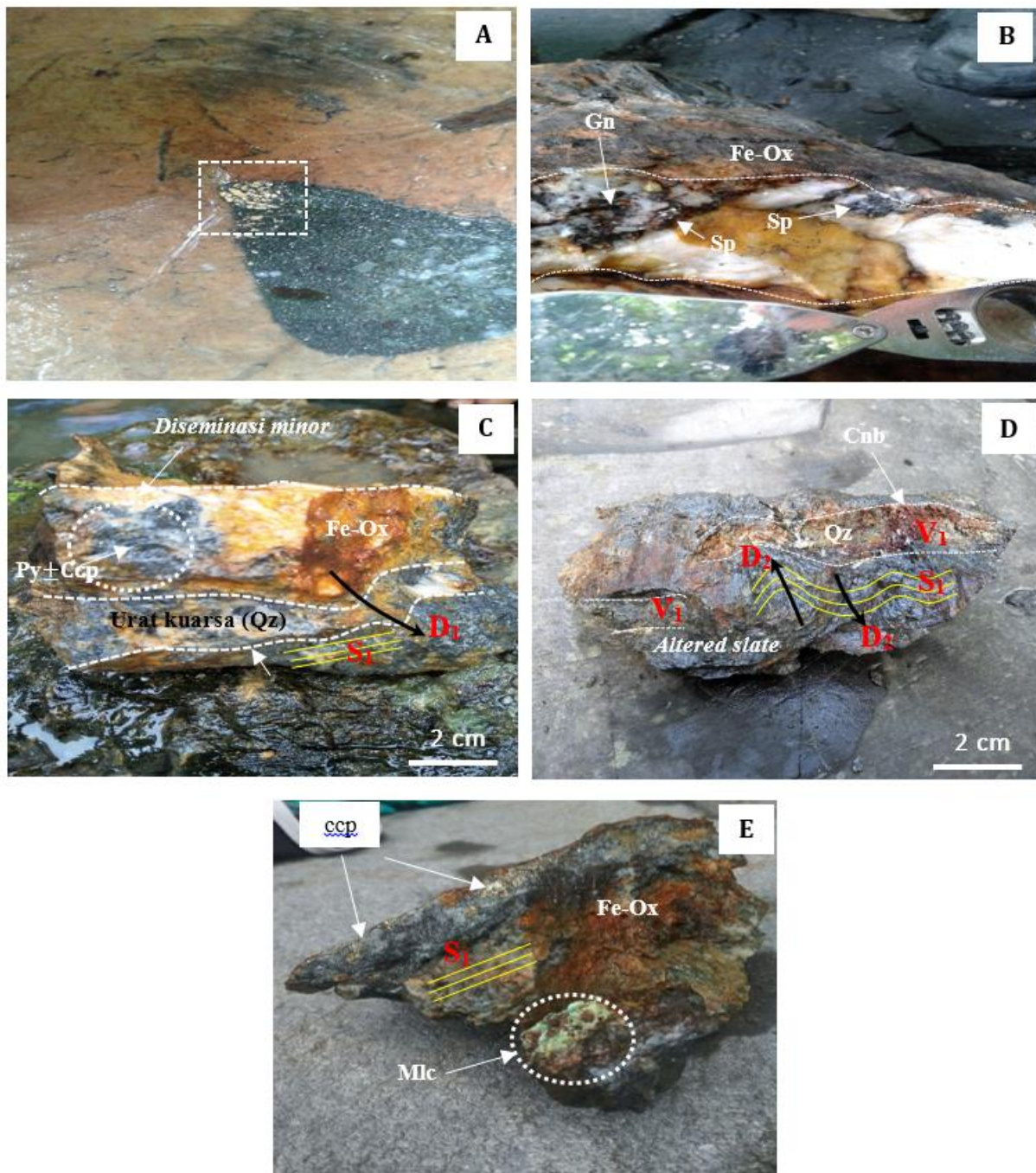
Meskipun secara umum mineralisasi emas dan logam dasar terbentuk pada urat, namun beberapa sampel ditemukan mineralisasi dalam bentuk diseminasi minor (*minor disseminated*) pada batusabak kuarsa-muskovit (Gambar 6C).

Proses oksidasi dan pengaruh sirkulasi air yang terjadi pada cebakan emas primer pada atau dekat permukaan menyebabkan terurainya penyusun bijih emas primer yang kemudian menyebabkan terlepas dan

terdispersinya emas membentuk endapan sekunder di wilayah Tamilouw - Haya. Ukuran emas sekunder bervariasi berkisar 0,1-0,5 mm dengan bentuk euhedral – subhedral (Gambar 6A).



**Gambar 5.** Analisis Mikroskopi bijih di wilayah Tamilouw-Haya. **A.** Tekstur sebaran pirit dan emas “free gold grain” pada sampel TMW-LT.01.1. **B.** Tekstur *replacement* tetrahedrit yang menggantikan kalkopirit pada sampel TMW-WS.04.1. **C.** Sfalerit dengan galena yang menunjukkan tekstur *intergrowth* serta hematit hadir sebagai mineral oksida menggantikan sfalerit dan tenantit pada sampel HY-WNM.02.3. **D.** Sfalerit yang mengisi *fracture* pada pirit (*late stage*) pada sampel TMW-YL.04. **E.** Tekstur sebaran galena, kalkopirit, pirit serta kovelit yang menggantikan kalkopirit pada sampel TMW-YLSi.06. **F.** Tekstur bercak atau *blebs* kalkopirit dalam sfalerit, tekstur sebaran pirit serta sfalerit yang menggantikan pirit. Au=emas, Sp=Sfalerit, Py=Pirit, Ttr=Tetrahedrit, Ccp=Kalkopirit, Tnt=tenantit, Gn=Galena, Cov=Kovelit, Hem=hematit, blebs=bercak.



**Gambar 6.** Distribusi endapan letakan dan *rock float* di wilayah Tamilouw – haya; **A.** “*Gold grain*” dalam konsentrat dulang dengan ukuran bervariasi berkisar 0,1 - 0,5 mm dan berbentuk euhedral – subhedral di sungai Wae Yala pada stasiun TMW-YL.01. **B.** Urat kuarsa masif (*gangue*) yang membawa sulfida galena (Gn), sfalerit (Sp), pirit (Py) dan oksida besi (Fe-ox) pada stasiun TMW-YL.01. **C.** Diseminasi minor pirit±kalkopirit pada stasiun Tmw-Yl.02, *brecciated slate* dan *isoclinal fold* pada *intra folial layer* ( $D_1$ ) yang sejajar  $S_1$ . **D.** Batusabak kuarsa-muskovit teralterasi dengan urat kuarsa teroksidasi ( $V_1$ ) yang cenderung sejajar foliasi ( $S_1$ ) dan membentuk perlipatan asimetri ( $D_2$ ) serta mengandung sulfida dan sinabar pada stasiun Tmw-YLsi.08. **E.** *Rock float* di stasiun TMW-WS.04 yang menunjukkan kehadiran oksida tembaga (malachit). Ket = Qz : kuarsa, Ccp : kalkopirit, Mlc : malachit, Gn : galena, Sp : sfalerit, Cnb : sinabar, Fe-Ox : oksida besi.

Pengamatan mikroskopis bijih di wilayah Tamilouw - Haya menunjukkan bahwa tekstur bijih terdiri dari tekstur *disseminated*, kristalisasi simultan (*intergrowth*), inklusi, penggantian (*replacement*), dan eksolusi-dekomposisi. Tekstur sebaran atau "*disseminated*" terdapat pada pirit, kalkopirit, dan sfalerit namun paling banyak dijumpai pada pirit. Disseminasi atau sebaran emas dijumpai dalam bentuk *free gold grain*. Paragenesa emas terhadap mineral bijih lain belum

dapat ditentukan namun dianggap pembentukannya bersamaan dengan mineral dalam tekstur sebaran. Tekstur kristalisasi simultan atau *intergrowth* terbentuk pada urat galena dan sfalerit serta kalkopirit dan galena. Hal ini menunjukkan bahwa paragenesa antara galena dan sfalerit serta kalkopirit dan galena terbentuk secara simultan atau pada waktu yang sama. Tahap paragenesis mineralisasi urat di Tamilouw – Haya disajikan pada Gambar 7

Tahap paragenesis	Hipogen			Supergen
	<i>Concordant</i>	<i>Discordant</i>		
	Urat tipe 1 (urat kuarsa)	Urat tipe 2 (urat kuarsa)	Urat tipe 3 (urat kuarsa±karbonat)	
Mineral pengotor ( <i>Gangue</i> )	————— Qz ————— ————— Cal ————— ..... Ilt ..... ..... Ank ..... ..... Chl ..... ..... Ep .....			
Mineral bijih ( <i>ore</i> )	..... Au ..... ————— Py ————— ..... Ccp ..... ..... Sp ..... ————— Gn ————— ..... Ttr ..... ..... Tnt ..... ..... Po ..... ————— Mrc ————— ————— Apy ————— ..... Cin ..... ..... Klt ..... ..... Rg .....			————— Hem ————— ..... Cv ..... ..... Goe ..... ..... Mlc .....
Alterasi batuan samping ( <i>Wallrock alterations</i> )	————— Silisifikasi ————— ————— Karbonatisasi ————— ————— Serisitik —————			
————— Kelimpahan tinggi    ————— Kelimpahan sedang    ..... Kelimpahan rendah				

Gambar 7. Tahap paragenesis mineralisasi urat di Tamilouw – Haya

Ket. **Qz** : kuarsa, **Cal** : kalsit, **ilt** : illit, **Ank** : Ankerit, **Chl** : Klorit, **Ep** : Epidot **Py** : Pirit, **Au** : emas, **Ccp** : Kalkopirit, **Sp** : Sfalerit, **Gn** : Galena, **Po** : Pirhotit, **Ttr** : Tetrahidrit, **Tnt** : Tenantit, **Mrc** : Markasit, **Apy** : Arsenopirit, **Cin** : Sinabar, **Klt** : Kalininit, **Rg** : Realgar, **Hem** : Hematit, **Cv** : Kovelit, **Gth** : Goetit, **Mlc** : Malakit

Tekstur *replacement* atau penggantian terbentuk pada kalkopirit dan sfalerit serta tenanit dan galena yang tergantikan oleh kovelit dan oksida hematit. Selain itu kalkopirit tergantikan oleh tetrahedrit. Paragenesa mineral yang menggantikan mengindikasikan pembentukannya pada akhir pengendapan bijih. Kovelit, hematit, goetit dan malakit secara umum bersifat menggantikan karena merupakan mineral supergen yang terbentuk pada periode akhir mineralisasi.

Tekstur eksolusi-dekomposisi yang dijumpai adalah *chalcopyrite disease* (Barton, 1978; Barton dan Bethke, 1987)

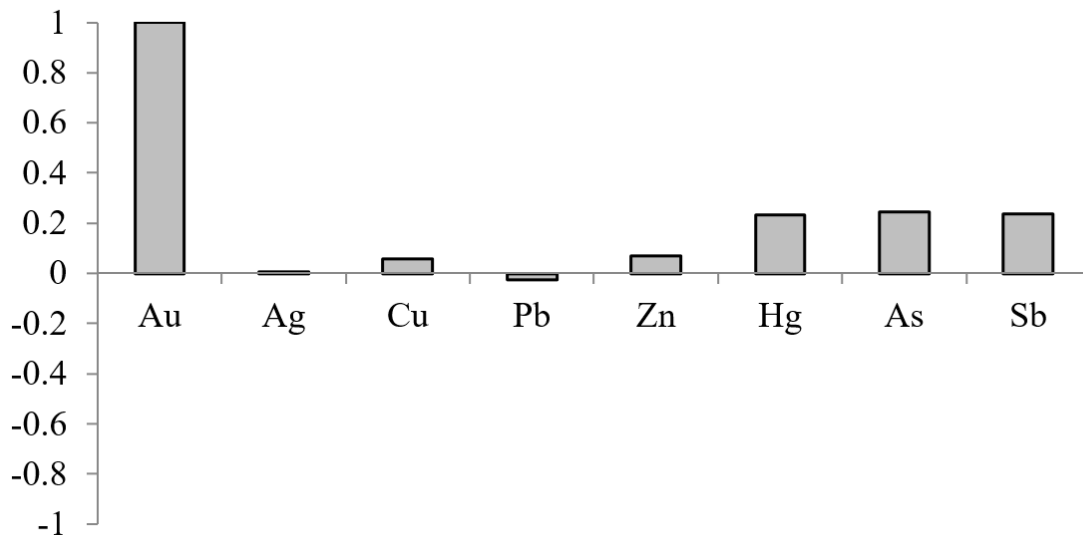
berupa bercak-bercak (*blebs*) atau inklusi emulsi mineral kalkopirit di dalam sfalerit yang menunjukkan kalkopirit terbentuk lebih awal.

**Analisis geokimia bijih**

Data geokimia bijih (Tabel 1 dan Tabel 2) di Tamilouw-Haya menggunakan analisis FA/AAS yang berguna untuk menentukan kadar bijih di wilayah penyelidikan yang berkaitan dengan tipe endapan. Anomali logam mulia dengan asosiasi logam dasar menunjukkan nilai signifikan di wilayah Tamilouw-Haya.

**Tabel 4.** Data korelasi (*pearson correlation matrix*) antara emas (Au) dengan Perak (Ag), Tembaga (Cu), Timbal (Pb), Zinc (Zn), Merkuri (Hg), Arsen (As) dan Antimoni (Sb)

	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Hg	As	Sb
Au	1							
Ag	0,00525	1						
Cu	0,05724	0,20953	1					
Pb	-0,02534	0,94218	0,09307	1				
Zn	0,07049	0,73360	0,73924	0,65946	1			
Hg	0,23233	0,58501	0,81723	0,49638	0,95831	1		
As	0,24346	-0,06982	-0,08681	-0,06629	-0,07373	-0,08448	1	
Sb	0,23486	-0,06778	-0,07923	-0,06269	-0,06389	-0,07755	0,99257	1



**Gambar 8.** Grafik korelasi (*pearson correlation matrix*) untuk analisis *path-finder* di wilayah Tamilouw – Haya. Dari grafik terlihat korelasi linier antara Au dengan Sb, As dan Hg serta *minor correlation* dengan Ag, Cu dan Zn

Kadar logam mulia emas (Au) dan perak (Ag) mencapai nilai kadar 7,45 ppm dan 29,1 ppm yang terdapat di Sungai Wai Yala, Tamilouw. Di desa Haya, kadar emas dalam urat kuarsa±karbonat bervariasi dari batas 0,006 ppm – 0,53 ppm di Sungai Waenamasula. Hal ini mengindikasikan bahwa pengkayaan logam mulia (emas) berasosiasi dengan alterasi silisifikasi dan karbonatisasi pada urat tipe 3.

Selain itu, kenaikan kadar logam dasar (*base metal*) menunjukkan nilai kadar timbal (Pb) mencapai 7.100 ppm, tembaga (Cu) 2.990 ppm dan kadar Zinc (Zn) yang dapat mencapai 15.800 ppm. Kadar antimony (Sb), merkuri (Hg) dan arsen (As) menunjukkan nilai yang bervariasi. Antimony (Sb) bervariasi dari 0,25 – 57 ppm, As < 1–28.800 ppm, dan merkuri (Hg) bervariasi dari < 0,01 – 4,1 ppm.

Grafik logaritmik fungsi linier untuk analisis *path finders* digunakan untuk menentukan hubungan kekerabatan mineral pembawa bijih di Tamilouw - Haya. Apabila hubungan antara unsur menunjukkan hubungan yang berbentuk linier, maka kedua unsur ini selanjutnya dapat dijadikan sebagai acuan atau *path finders* untuk mengetahui keberadaan unsur yang lain. Grafik logaritmik fungsi linier antara unsur Au dengan Ag, Cu, Pb, Zn, Hg, Sb dan As disajikan pada Tabel 4 dan Gambar 8.

Dari data korelasi (*pearson correlation matrix*) menunjukkan bahwa unsur emas (Au) terhadap antimony (Sb), merkuri (Hg), arsen (As) menunjukkan korelasi linier sehingga unsur Sb, Hg dan As dapat dijadikan sebagai *path finders* dalam mengetahui keberadaan emas (Au).

Selain itu, unsur emas (Au) dan perak (Ag) juga memiliki grafik linier walaupun hubungan liniernya relatif kecil, sehingga unsur emas (Au) dan perak (Ag) kemungkinan kecil dijadikan sebagai *path finders* terhadap keberadaan emas (Au). Unsur Pb meskipun memiliki pengayaan kadar yang cukup baik, namun tidak menunjukkan grafik regresi linier terhadap

emas (Au) sehingga tidak dapat dijadikan sebagai *path finders*.

Berdasarkan korelasi linier kehadiran unsur emas (Au) dengan Sb, As dan Hg yang dominan serta saling berhubungan satu dengan lainnya, maka kemudian dapat diinterpretasikan bahwa endapan emas di Tamilouw – Haya bersesuaian dengan endapan emas orogenik yang berada pada zona epizonal dan mesozonal berdasarkan klasifikasi Groves (1993), Gebre-Mariam dkk. (1995) dan Goldfarb dkk. (2005).

## KESIMPULAN

Karakteristik mineralisasi di Tamilouw – Haya terbentuk pada 3 tipe urat dengan host batuan metapelitek dan batusabak kuarsa muskovit. Urat kuarsa yang pertama ( $V_1$ ) merupakan urat kuarsa yang sejajar terhadap bidang foliasi (*concordant*), urat kuarsa kedua ( $V_2$ ) memotong bidang foliasi serta urat generasi ketiga ( $V_3$ ) yang merupakan urat kuarsa±karbonat yang berasosiasi dengan urat breksi dan *stockwork* serta terbentuk pada akhir pembentukan urat. Tekstur masif dijumpai pada hampir sebagian besar urat dengan mineral pengisi urat didominasi oleh kuarsa, mineral sulfida dan logam mulia. Mineralisasi di Tamilouw – Haya dijumpai kelimpahan pirit, emas, kalkopirit, sfalerit, galena, pirhotit, tetrahidrit, tenantit, markasit, arsenopirit, sinabar, kalininit, dan realgar dengan kadar emas mencapai 0,006 s.d 7,45 ppm. Mineralisasi bijih primer di Tamilouw-Haya umumnya terdapat pada urat kuarsa/kuarsa±karbonat yang berasosiasi dengan jenis alterasi silisifikasi, karbonatisasi dan serisit. Pengayaan emas terbentuk pada alterasi silisifikasi dan karbonatisasi yang dominan terbentuk pada urat tipe ke-3 ( $V_3$ ).

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terimakasih kepada Pemerintah Daerah Provinsi Maluku dan Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) yang telah membantu dalam pembiayaan penyelidikan ini. Tak lupa juga kami ucapkan terimakasih atas dukungan

Tim teknis Bidang Geologi pada Dinas ESDM Maluku, Pak Oki Verdiansyah dan Pak I Gede Sukadana yang telah membantu analisis dan kegiatan dilapangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Barton, P.B.Jr., 1978. Some ore textures involving sphalerite from the Furutobe Mine, Akita Prefecture, Japan. *Mining Geology*, 28, 293-300.
- Barton, P.B.Jr., Bethke, P.M., 1987. Chalcopyrite disease in sphalerite: Pathology and epidemiology. *American Mineralogist*, 72 (5-6), 451-467.
- Franklin, Moe'tamar, Reza, M., 2013. Inventarisasi endapan logam di Kabupaten Seram Bagian Barat Provinsi Maluku. *Laporan internal*. Tidak dipublikasikan. Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung.
- Gebre-Mariam, M., Hagemann, S.G., Groves, D.I., 1995. A classification scheme for epigenetic Archaean lode-gold deposits. *Miner Deposita*, 30, 408-410
- Goldfarb, R.J., Groves D.I., Craig Har., 2005. Distribution, character and genesis of gold deposits in metamorphic terranes. *Economic Geology*, 407-450
- Groves, D.I., 1993. The crustal continuum model for late-Archean lode gold deposits of the Yilgarn block, Western Australia. *Mineral Deposits*, 28, 366-374
- Hakim, A.Y.A., Melcher, F., Prochaska, W., Bakker, R., Rantitsch, G., 2018. Formation of epizonal gold mineralization within the Latimojong Metamorphic Complex, Sulawesi, Indonesia : Evidence from mineralogy, fluid inclusions and Raman spectroscopy. *Ore Geology Reviews*, 97, 88-108.
- Hasria., 2018. Karakteristik mineralisasi emas hidrotermal yang berasosiasi dengan batuan metamorf di Pegunungan Mendoke dan Rumbia pada lengan tenggara Pulau Sulawesi, Indonesia. *Disertasi*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Idrus, A., Nur, I., Warmada, I.W., Fadlin., 2011. Metamorphic Rock-Hosted Orogenic Gold Deposit Type as a Source of Langkowala Placer Gold, Bombana, Southeast Sulawesi. *Indonesian Journal on Geoscience*, 6, 43-49
- Idrus, A., Prihatmoko, S., Hartono, G.H., Ernowo, Franklin, Moetamar, Setiawan, I., 2014. Some Key Features and Possible Origin of the Metamorphic Rock-Hosted Gold Mineralization in Buru Island, Indonesia. *Indonesian Journal on Geoscience*, 1, 9-19
- Patria, A., Hall, R. 2018. Oblique Intraplate Convergence of the Seram Trough, Indonesia. *Bulletin of the Marine Geology*, 33, 41 – 58
- Pownall, J.M., Hall, R. and Watkinson, I.M. 2013. Extreme extension across Seram and Ambon, eastern Indonesia : evidence for Banda slab rollback. *Solid Earth*, 4: 277–314.
- Pownall, J.M., Forster, M.A., Hall, R., Watkinson I.M., 2017. Tectonometamorphic evolution of Seram and Ambon, eastern Indonesia: Insights from <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar geochronology. *Gondwana research*, 44, 35-53
- Querubin, C.D., Walter, S., 2012. Geology and Mineralization of Awak Mas: A Sedimentary Hosted Gold Deposit, South Sulawesi, Indonesia. *Majalah Geologi Indonesia*, 27, 69-85
- Samalehu, H., 2021. Geologi, karakteristik dan mineralisasi hidrotermal batuan metamorf kompleks Tehoru dan Taunusa di Pulau Seram, Indonesia. *Disertasi*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.



Tjokrosapoetro, S., Achdan, A., Suwitodirdjo, S., Rusmana, E., Abidin, H.Z., 1993. Pemetaan Geologi lembar Masohi skala 1 : 250.000. Pusat Penyelidikan dan Pengembangan Geologi, Bandung.

Tjokrosapoetro, S., Budhitrisna, T., 1982. Geology and tectonics of the northern Banda Arc. *Bulletin of the Indonesian Geological Research and Development Centre*, 6, 1–17.

Wadji, M.F., Santoso, S.T.J., Kusumanto, D., Digdowirogo, S., 2011. Metamorphic Hosted Low Sulfidation Epithermal Gold System at Poboya, Central Sulawesi : A General Descriptive Review, *Proceedings of The Sulawesi Mineral Seminar*, Manado 28-29 November 2011, 201-210.

Diterima	: 8 Maret 2023
Direvisi	: 11 Mei 2023
Disetujui	: 31 Mei 2023