

**PENDEKATAN STATISTIK MULTIVARIAT TERHADAP DATA GEOKIMIA TANAH MULTI-UNSUR UNTUK MENGIDENTIFIKASI MINERALISASI Au-Cu EPITERMAL SULFIDA TINGGI DI DAERAH PROSPEK "X", KECAMATAN BATANG ASAI, KABUPATEN SAROLANGUN, PROVINSI JAMBI**

**MULTIVARIATE STATISTICAL APPROACH OF MULTI-ELEMENT SOIL GEOCHEMICAL DATA FOR IDENTIFYING THE HIGH SULFIDATION EPITHERMAL Au-Cu MINERALIZATION AT "X" PROSPECT, BATANG ASAI, SAROLANGUN DISTRICT, JAMBI PROVINCE**

**Fiandri I. Rinawan<sup>1</sup>, Mega F. Rosana<sup>1</sup>, Bronto Sutopo<sup>2</sup> dan Euis T. Yuningsih<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Sumedang, 45363

<sup>2</sup>PT ANTAM Tbk Unit Geomin, Jl. Letjen TB Simatupang No. 1, Lingkar Selatan, Tanjung Barat, Jakarta, 12530  
fiandriir\_geounpad07@yahoo.com

**ABSTRAK**

Analisis statistik multivariat dilakukan terhadap data analisis kimia multi-unsur conto tanah menutupi endapan mineral yang menempati litologi batuan vulkanik Formasi Hulu Simpang berumur Oligosen Akhir - Awal Miosen, terletak di daerah Prospek "X", Kabupaten Sarolangun, Jambi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan antara Au dan Cu dengan unsur-unsur lain agar dapat teridentifikasi kemungkinan mineralisasi Au-Cu endapan sulfida tinggi dari data geokimia tanah. Penelitian ini difokuskan pada 12 unsur terdiri Au, Ag, Hg, Te, Sb, As, Bi, Cu, Pb, Zn, Sn, dan Mo. Hasil analisis kimia 376 conto tanah kisi dari daerah penelitian dengan luas berkisar 5,3 km<sup>2</sup> disajikan dengan menggunakan statistik multivariat yang terdiri analisis korelasi dan analisis klaster hirarki. Kedua metode statistik multivariat tersebut mengindikasikan kompilasi hasil analisis yang bersifat representatif yaitu Klaster I Cu-As-Sb-Te dengan nilai korelasi berkisar 0.50-0.93 dan Klaster II Au-Bi dengan nilai korelasi 0.26; adapun yang bersifat tidak representatif yaitu Klaster III Pb-Mo-Zn dengan nilai korelasi berkisar 0.09-0.10 dan Klaster IV Sn-Hg-Ag dengan nilai korelasi berkisar 0.02-0.25. Klaster I dan II berkaitan dengan kumpulan asosiasi unsur indikasi mineralisasi Au-Cu epitermal sulfida tinggi. Daerah mineralisasi ini tersusun oleh ubahan argilik lanjut dari breksi vulkanik, tuf, andesit, dan dasit; serta dicirikan oleh kehadiran mineral bijih enargit, luzonit, kalkopirit, arsenopirit, dan kovelit.

**Kata kunci:** Analisis Multivariat, Multi-Unsur, Geokimia Tanah, Epitermal Sulfida Tinggi, Sarolangun

**ABSTRACT**

*Multivariate statistical analyses had been applied to the data of soil samples multi-elements covering mineral sediment in the volcanic rocks of the Late Oligocene to Early Miocene Hulusimpang Formation in the X prospect area of Sarolangun Regency, Jambi Province. This paper aims to reveal the relationships between Au and Cu with other elements to identify the probability of high sulphide Au-Cu mineralization from soil geochemistry data. This study focuses on 12 elements i.e. Au, Ag, Hg, Te, Sb, As, Bi, Cu, Pb, Zn, Sn and Mo. Result of chemical analysis from 376 soil samples of gridding pattern as large 5.3 km<sup>2</sup> is presented multivariate analysis consists of correlation and hierarchy cluster analyses. Both of this method indicate the compilation of representative samples for Cluster I Cu-As-Sb-Te with correlation coefficient of 0.50 – 0.93 and Cluster II Au-Bi with coefficient of 0.26. The non-representative samples are for Cluster III Pb-Mo-Zn with coefficient of 0.09 – 0.10 and Cluster IV Sn-Hg-Ag with coefficient of 0.02 – 0.25. Cluster I and II is correlated with the*

*element association of high sulphide Au-Cu mineralization. This mineralization zone is composed of advance argillic alteration from volcanic breccia, tuff, andesite and dacite, as well as characterized by the occurrence of ore minerals i.e. enargite, luzonite, chalcopyrite, arsenopyrite and covelite.*

**Keywords:** *Multivariate Analyses, Multi-Elements, Soil Geochemistry, High Sulphide Epithermal, Sarolangun*

## PENDAHULUAN

Daerah prospek "X" sebagai daerah penelitian, merupakan bagian dari IUP Eksplorasi PT ANTAM Tbk yang termasuk dalam kawasan Batang Asai, Kabupaten Sarolangun, Provinsi Jambi. Daerah ini ditempati satuan batuan vulkanik yang merupakan bagian dari busur vulkanik Pegunungan Barisan berumur Tersier, yang dipengaruhi oleh sesar mendatar *Sumatra Fault System* (SFS) berarah baratlaut-tenggara, dikenal sebagai Zona Sesar Semangko (Darman and Sidi, 2000). Zona sesar ini diinterpretasikan berkaitan dengan zona mineralisasi hidrotermal di daerah penelitian. Di daerah prospek tersebut, telah dilakukan eksplorasi oleh Unit Geomin (2014), diantaranya dilakukan pemetaan geologi, alterasi dan mineralisasi, geofisika, serta pengambilan conto geokimia tanah horison B. Berdasarkan hasil eksplorasi, terdapat indikasi endapan tipe epitermal sulfida tinggi.

Eksplorasi geokimia tanah, berkaitan erat dengan analisis kimia multi unsur diantaranya sebagai *pathfinder*, diterapkan untuk dapat menunjukkan unsur-unsur yang menjadi target sebagai *blind deposits* (Joyce, 1984). Unsur *pathfinder* yaitu unsur-unsur kimia tertentu berfungsi sebagai unsur penciri yang memiliki hubungan genetik/kekerabatan dengan unsur target sehingga dapat diterapkan dalam menentukan zona anomali sebagai indikasi potensi komoditi pada tipe endapan tertentu (Niton, 2012). Untuk dapat mengetahui hubungan antara unsur target dan unsur penciri, digunakan pendekatan statistik multi-unsur (McQueen, 2002).

Berkaitan dengan hal tersebut, dalam penelitian ini, metode statistik multivariat digunakan untuk mengevaluasi data geokimia tanah multi unsur. Metode statistik ini secara kuantitatif dapat memfasilitasi pemahaman tentang variasi suatu unsur dan hubungan antara unsur target dengan unsur-unsur yang lain. Metode ini berguna dalam penentuan kemungkinan unsur-unsur yang saling memiliki kekerabatan, khususnya Au dan Cu sebagai unsur target yang mengindikasikan mineralisasi epitermal sulfida tinggi.

## GEOLOGI DAN MINERALISASI

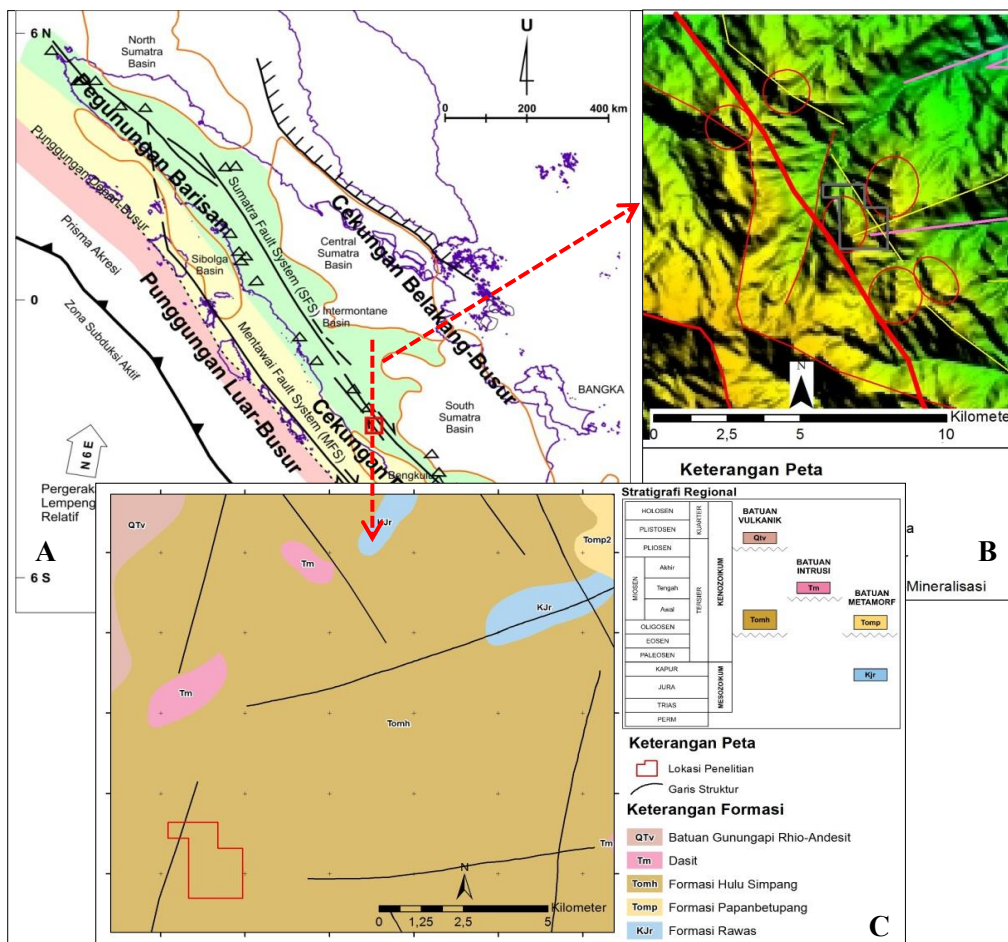
Busur vulkanik Pegunungan Barisan berumur Tersier, yang dipengaruhi oleh sesar mendatar berarah baratlaut-tenggara, dikenal sebagai Zona Sesar Semangko (Pulunggono, 1993, dalam Darman dan Sidi, 2000). Zona sesar ini memberikan pola lineasi struktur di daerah Prospek "X" dan sekitarnya oleh Unit Geomin (2014) yang diinterpretasikan berhubungan dengan zona mineralisasi di daerah penelitian (Gambar 1A, Gambar 1B).

Daerah penelitian menempati batuan vulkanik Formasi Hulusimpang berumur Oligosen Akhir - Miosen Awal yang tersusun oleh breksi vulkanik, konglomerat, batupasir tufan, dan setempat perselingan batupasir dan batulempung lanauan, umumnya berubah. Formasi Hulu Simpang menindih secara tidak selaras Formasi Papanbetupang berumur Oligosen dan Formasi Rawa berumur Kapur-Jura, dan diintrusi oleh Dasit berumur Miosen Tengah (Suwarna dkk., 1992) (Gambar 1C).

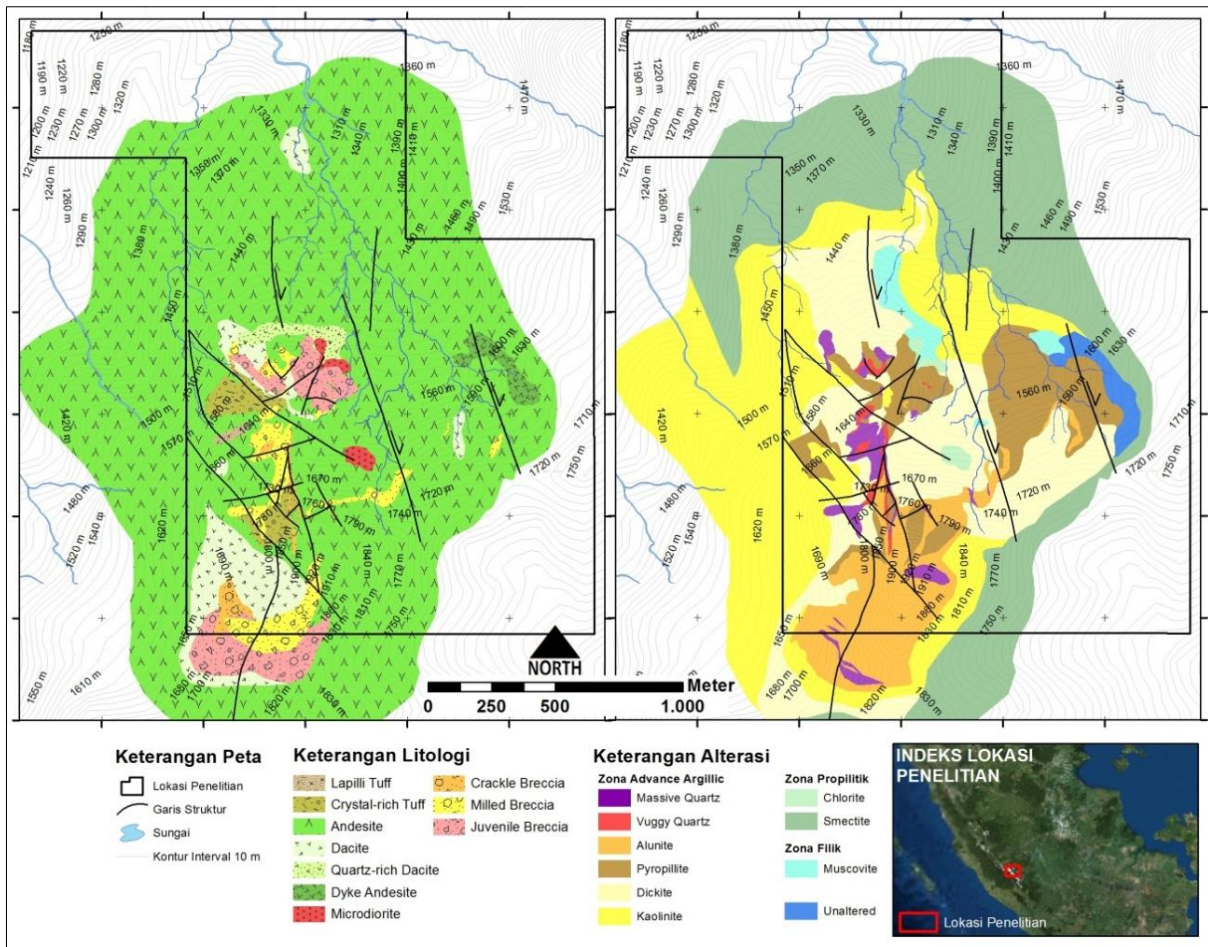
Berdasarkan hasil eksplorasi Unit Geomin (2014), di daerah Prospek "X" terdapat indikasi endapan tipe epitermal sulfida tinggi pada breksi vulkanik sebagai batuan induk. Setempat diintrusi retas andesit dan mikrodiorit, adapun litologi andesit dan dasit terbentuk relatif jauh dari batuan induk. Breksi vulkanik tersusun oleh ubahan argilik lanjut/breksi *juvenile*, breksi hidrotermal, *crackle breccia*, dan *milled breccia*. Ubahan argilik lanjut berkomporsi mineral ubahan *vuggy-massive quartz*, alunit, pirofilit, kaolinit, dan dickit. Pada *massive-vuggy quartz* dan alunit, terdapat potensi mineralisasi bijih yang teroksidasi sebagian terdiri pirit, enargit, luzonit, kovelit, kalkosit, tenantit, dan tetrahedrit (Gambar 2).

**METODOLOGI**

Conto-conto tanah di area seluas berkisar 5,3 km<sup>2</sup> diambil pada horison B-C menggunakan *hand auger* dengan kedalaman sekitar 100 cm secara kisi 100 m x 50 m, masing-masing conto memiliki titik koordinat (Gambar 3). Kandungan unsur Au pada conto-conto tersebut dianalisis dengan menggunakan *Fire Assay Atomic Absorption Spectrophotometry* (FA-AAS), sedangkan unsur-unsur Ag, Hg, Te, Sb, As, Bi, Cu, Pb, Zn, Sn, dan Mo menggunakan *Induced Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry* (ICP-OES). Unsur-unsur tersebut mengacu pada White dan Hedenquist (1995) dikarenakan hubungannya dengan keterdapatannya mineralisasi bijih sulfida.



**Gambar 1.** Peta geologi dan struktur geologi regional daerah lapangan "X", (A) skema kerangka tektonik Pulau Sumatera (Darman and Sidi, 2000); (B) SRTM interpretasi lineasi struktur dan zonasi alterasi-mineralisasi (modifikasi Unit Geomin, 2014); (C) Geologi regional (Suwarna, dkk., 1992).

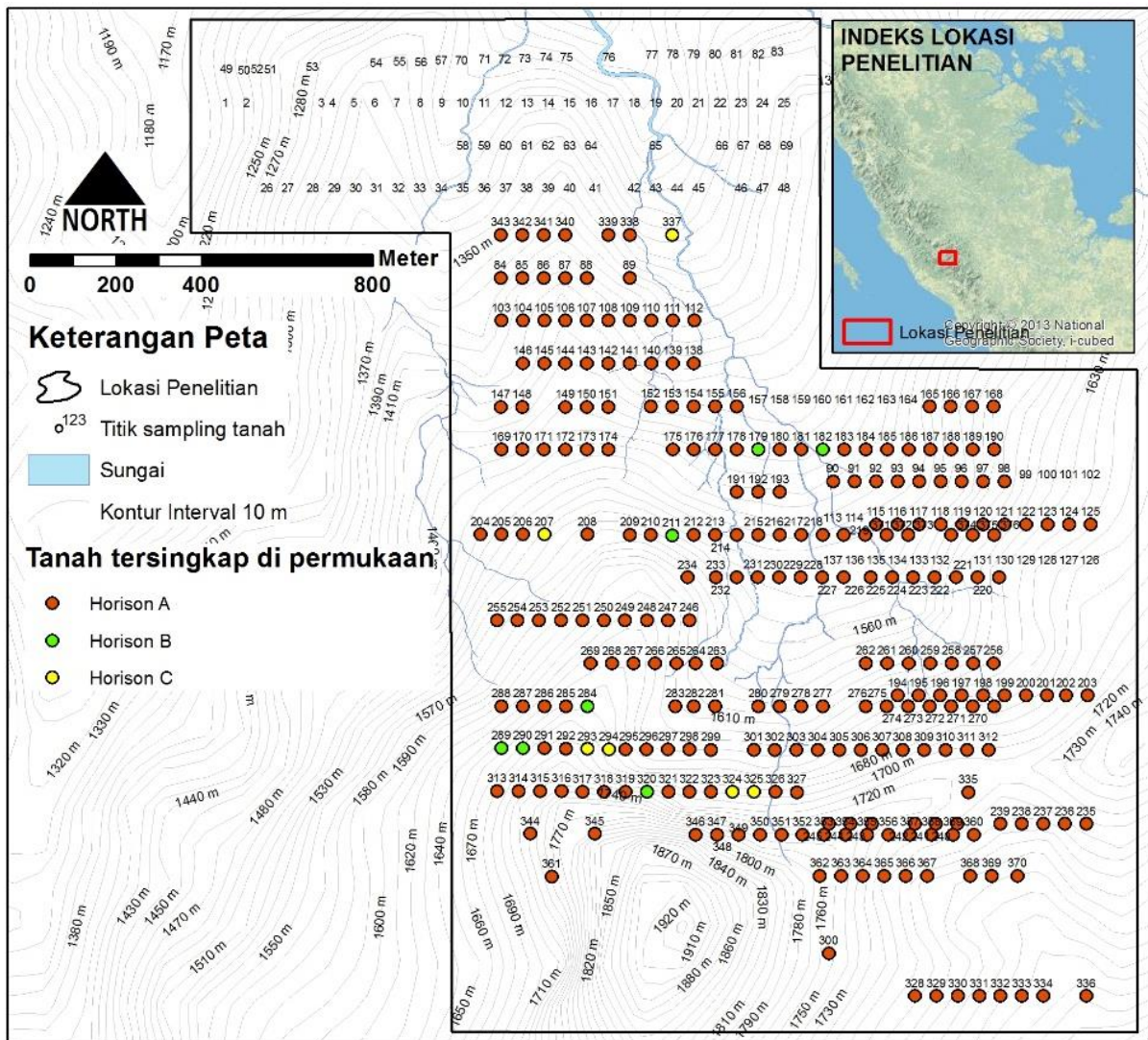


**Gambar 2.** Peta Geologi dan Alterasi daerah Prospek "X", Batang Asai, Kabupaten Sarolangun, Provinsi Jambi (modifikasi Anonim, 2014).

Metode statistik telah diterapkan secara luas untuk menginterpretasi set data geokimia tanah dan menentukan anomali yang mencerminkan karakteristik geokimia tertentu. Khususnya, integrasi terhadap observasi lapangan, mendeteksi respon mineralisasi, dan menunjang data geologi (Amor, 2011).

Analisis Korelasi dan Analisis Kluster Hirarki diterapkan pada set data geokimia multivariat. Analisis korelasi digunakan untuk menentukan hubungan antara dua variabel dan saling berkaitan satu dengan yang lain. Koefisien korelasi ( $r$ ) merupakan besar kecilnya nilai hubungan antara dua variabel yang dinyatakan dalam jumlah korelasi dengan kisaran nilai  $-1 \leq r \leq +1$ . Tiap nilai korelasi memiliki tingkatan hubungan (Sugiyono, 1999). Analisis

kluster hirarki merupakan salah satu teknik kluster yang telah diterapkan secara luas dalam bidang ilmu kebumih (Davis, 2002). Teknik ini menggunakan metode aglomeratif yang masing-masing objeknya dianggap sebagai kluster terpisah. Dua objek kluster dihubungkan dengan menggunakan metode korelasi Ward. Metode Ward menggunakan nilai kedekatan yaitu korelasi dan atau kovarians untuk mengevaluasi jarak antara kluster dan dapat menghasilkan pengelompokan kluster. Perpaduan antar kluster yang paling mirip kemudian dihubungkan ke objek kluster lain sehingga membentuk semacam "pohon" dimana ada hirarki (tingkatan) antar kluster yang dikenal sebagai Dendrogram (Timm, 2002).



Gambar 3. Lokasi pengambilan contoh-conto tanah di daerah Prospek "X".

**HASIL**

**Statistik Deskriptif**

Statistik deskriptif unsur Au, Ag, Hg, Te, Sb, As, Bi, Cu, Pb, Zn, Sn, dan Mo

menunjukkan nilai *range*, *variance*, *skewness*, dan *kurtosis* relatif tinggi. Khususnya nilai intensitas anomali geokimia tiap unsur umumnya bernilai positif (Tabel 1).

Tabel 1. Statistik deskriptif contoh tanah daerah prospek "X".

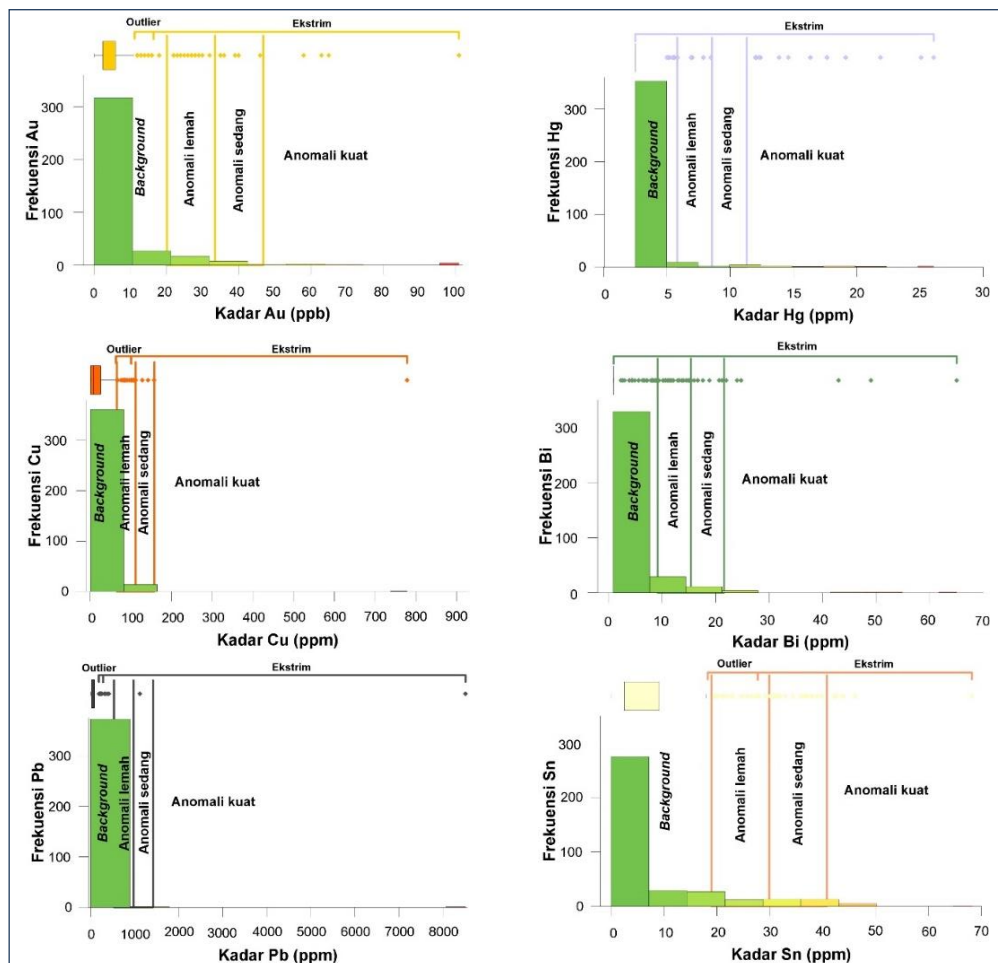
	Au (ppb)	Ag (ppm)	Hg (ppm)	Te (ppm)	S b (ppm)	As (ppm)	Bi (ppm)	Cu (ppb)	Pb (ppb)	Zn (ppb)	S n (ppm)	Mo (ppm)
Jumlah data	376	376	376	376	376	376	376	376	376	376	376	376
Kelas	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Minimum	0,100	1,500	2,500	1,000	2,000	0,000	1,000	1,000	0,000	1,000	0,000	1,500
Maximum	101,000	173,910	26,090	831,700	199,410	2743,940	65,000	778,520	8513,000	926,410	68,190	61,910
Rentang	100,900	172,410	23,590	830,700	197,410	2743,940	64,000	777,520	8513,000	925,410	68,190	60,410
Interval	10,622	18,149	2,484	87,443	20,78	288,836	6,737	81,845	896,106	97,412	7,178	6,359
Mean	6,859	6,971	3,069	7,995	7,168	53,314	3,018	19,819	86,825	52,522	8,097	3,313

	Au (ppb)	Ag (ppm)	Hg (ppm)	Te (ppm)	S b (ppm)	As (ppm)	Bi (ppm)	Cu (ppb)	Pb (ppb)	Zn (ppb)	S n (ppm)	Mo (ppm)
<b>Standar Dev</b>	13,334	18,644	2,749	43,933	15,257	147,654	6,191	46,041	443,198	65,382	10,904	5,181
<b>Varians</b>	177,808	347,588	7,556	1930,113	232,784	21801,846	38,328	2119,770	196424,829	4274,758	118,901	26,843
<b>Skewness</b>	4,720	5,770	5,857	17,714	6,367	16,269	5,344	12,308	18,459	7,635	2,160	6,106
<b>Kurtosis</b>	27,202	39,555	37,116	331,880	67,735	295,839	39,356	197,520	351,093	90,973	4,430	53,313
<b>Anomali lemah</b>	20,194	25,615	5,818	51,928	22,425	200,969	9,209	65,860	530,023	117,903	19,001	8,494
<b>Anomali sedang</b>	33,528	44,258	8,567	95,861	37,682	348,623	15,400	111,901	973,222	183,285	29,906	13,676
<b>Anomali kuat</b>	46,862	62,902	11,316	139,794	52,939	496,278	21,591	157,942	1416,420	248,667	40,810	18,857

## Histogram dan *Box-whisker plots*

Histogram yang dihasilkan oleh tiap unsur berdasarkan kelas interval dan frekuensi kumulatif digunakan untuk mengidentifikasi distribusi kecondongan/*skewness* dan kelengkungan/*kurtosis* suatu data. *Box-*

*whisker plot* mengidentifikasi distribusi *box* berupa bidang *Interquartile Range* (IQR), *median*, garis *whisker*, *outlier*, dan ekstrim suatu data. Dilakukan penentuan antara nilai *background* dan intensitas anomali terdiri dari anomali lemah ( $mean + 1SD$ ), sedang ( $mean + 2SD$ ), hingga kuat ( $mean + 3SD$ ) pada diagram ini (Gambar 4).



**Gambar 4.** Histogram dan *box-whisker plots* unsur Au, Hg, Cu, Bi, Pb, dan Sn di daerah prospek "X".

Histogram dan *box-whisker plots* yang direpresentasikan oleh beberapa unsur tersebut di atas menunjukkan bahwa data umumnya terdistribusi tidak normal. Histogram umumnya condong ke arah kanan, nilai kecondongan bersifat positif memberikan nilai anomali positif dengan intensitas anomali bervariasi. *Box-whisker plots* didapat variabel unsur-unsur yang memiliki nilai IQR dan tidak memiliki IQR. Unsur Au, Ag, Te, Cu, Pb, Zn, dan Sn memiliki nilai IQR dan *whisker* sehingga teridentifikasi *outlier* pada  $> 1.5 \times IQR$ , disertai nilai ekstrim pada  $> 3.0 \times IQR$ . Unsur Hg, Sb, Bi, dan Mo tidak memiliki nilai IQR dan *whisker* sehingga hanya didapat nilai ekstrim.

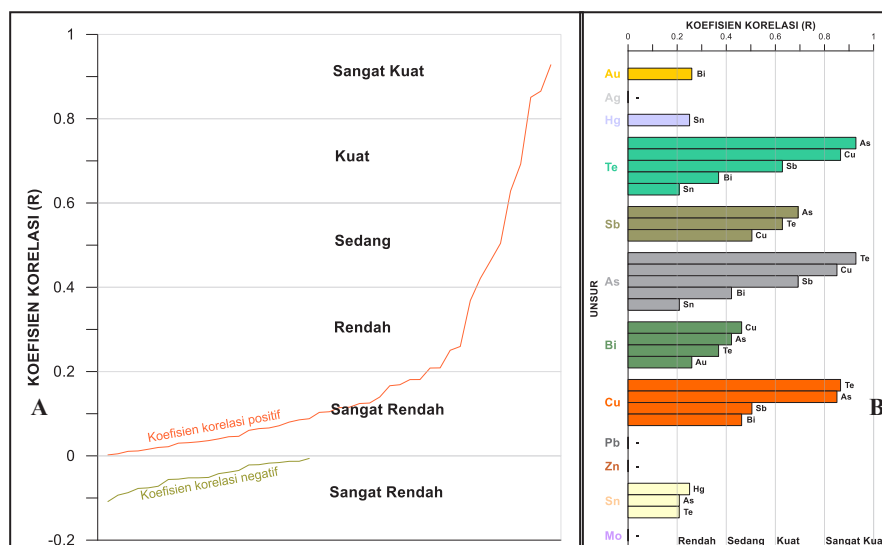
**Analisis Korelasi**

Analisis korelasi dilakukan untuk melihat kaitannya dengan tingkat hubungan nilai koefisien korelasi. Jumlah individu koefisien korelasi tersebut adalah sebanyak 132 individu. *Range* nilai koefisien korelasi semua individu tersebut dibagi menjadi dua, yaitu *range* korelasi negatif (-) berkisar -0.006 s/d. -0.109 memiliki tingkat hubungan sangat rendah, dan *range* korelasi positif (+) berkisar 0.002 s/d 0.928 memiliki tingkat hubungan sangat rendah hingga sangat kuat (Gambar 5A). *Range* nilai koefisien

korelasi dibatasi mulai dari tingkat hubungan rendah yaitu pada nilai korelasi 0.2 s/d 1.0 agar analisis korelasi unsur bersifat representatif untuk dilakukan (Gambar 5B). Berdasarkan diagram tersebut, terdapat korelasi unsur Au, Hg, Te, Sb, As, Bi, Cu, dan Sn bersifat representatif dicirikan nilai koefisien korelasi  $> 0,2$ , sedangkan Ag, Pb, Zn, dan Mo bersifat tidak representatif dicirikan nilai koefisien korelasi  $< 0,2$ .

**Analisis Kluster Hirarki**

Dendrogram yang dihasilkan oleh kluster hirarki dengan menggunakan metode korelasi *Ward* dikelompokkan menjadi empat kluster. Kluster I terbentuk pada jarak perhubungan 0,53 dan nilai kemiripan 73,60, menghasilkan kekerabatan unsur Cu, As, Sb, dan Te. Kluster II terbentuk pada jarak perhubungan 0,74 dan nilai kemiripan 62,98, menghasilkan ke-kerabatan unsur Au dan Bi. Kluster III terbentuk pada jarak perhubungan 0,91 dan nilai kemiripan 54,38, menghasilkan kekerabatan unsur Pb, Mo, dan Zn. Kluster IV terbentuk pada jarak perhubungan 1,02 dan nilai kemiripan 49,01, menghasilkan kekerabatan unsur Sn, Hg, dan Ag (Tabel 2).



**Gambar 5.** Diagram koefisien korelasi, (A) Sebaran nilai koefisien korelasi secara berurut menggambarkan tingkat hubungan; (B) Koefisien korelasi unsur-unsur saling berkaitan satu dengan yang lain pada tingkat hubungan 02.-1.0.

**Tabel 2.** Nilai-nilai jarak, kemiripan, dan koefisien korelasi pada tiap klaster.

Klaster	I	II	III	IV
Unsur	Cu-As-Sb-Te	Au-Bi	Pb-Mo-Zn	Sn-Hg-Ag
Nilai kemiripan	73,602	62,979	54,3776	49,015
Nilai jarak	0,528	0,740	0,912	1,019
Range koefisien korelasi	0,504-0,927	0,259	0,085-0,115	0,016-0,251
	Klaster representatif		Klaster tidak representatif	
	As-Te 0,927	Au-Bi 0,259	Pb-Zn 0,103	Sn-Hg 0,251
	Cu-Te 0,865		Mo-Pb 0,115	Ag-Sn 0,080
Koefisien korelasi (r)	As-Cu 0,851		Zn-Mo 0,085	Hg-Ag 0,016
	Sb-As 0,693			
	Te-Sb 0,629			
	Cu-Sb 0,504			

Berdasarkan identifikasi pengelompokan klaster di atas, unsur Cu, As, Sb, dan Te memiliki kekerabatan dengan nilai kemiripan relatif tinggi. Nilai kemiripan tinggi mengindikasikan bahwa kekerabatan antar unsur relatif kuat. Secara berurut diikuti pula oleh kekerabatan unsur Au dan Bi; Pb, Mo, dan Zn; serta Sn, Hg, dan Ag.

Hasil analisis korelasi dan analisis klaster hirarki pada tabel tersebut di atas dapat dicocokkan. Hal tersebut dilakukan agar kekerabatan suatu unsur dapat dibuktikan oleh bagaimana sebaran nilai koefisien korelasi pada tiap klaster tersebut.

Kombinasi dari kedua analisis tersebut menghasilkan klaster yang bersifat representatif terdiri dari Klaster I dan II, serta tidak representatif terdiri dari Klaster III dan IV (Tabel 2).

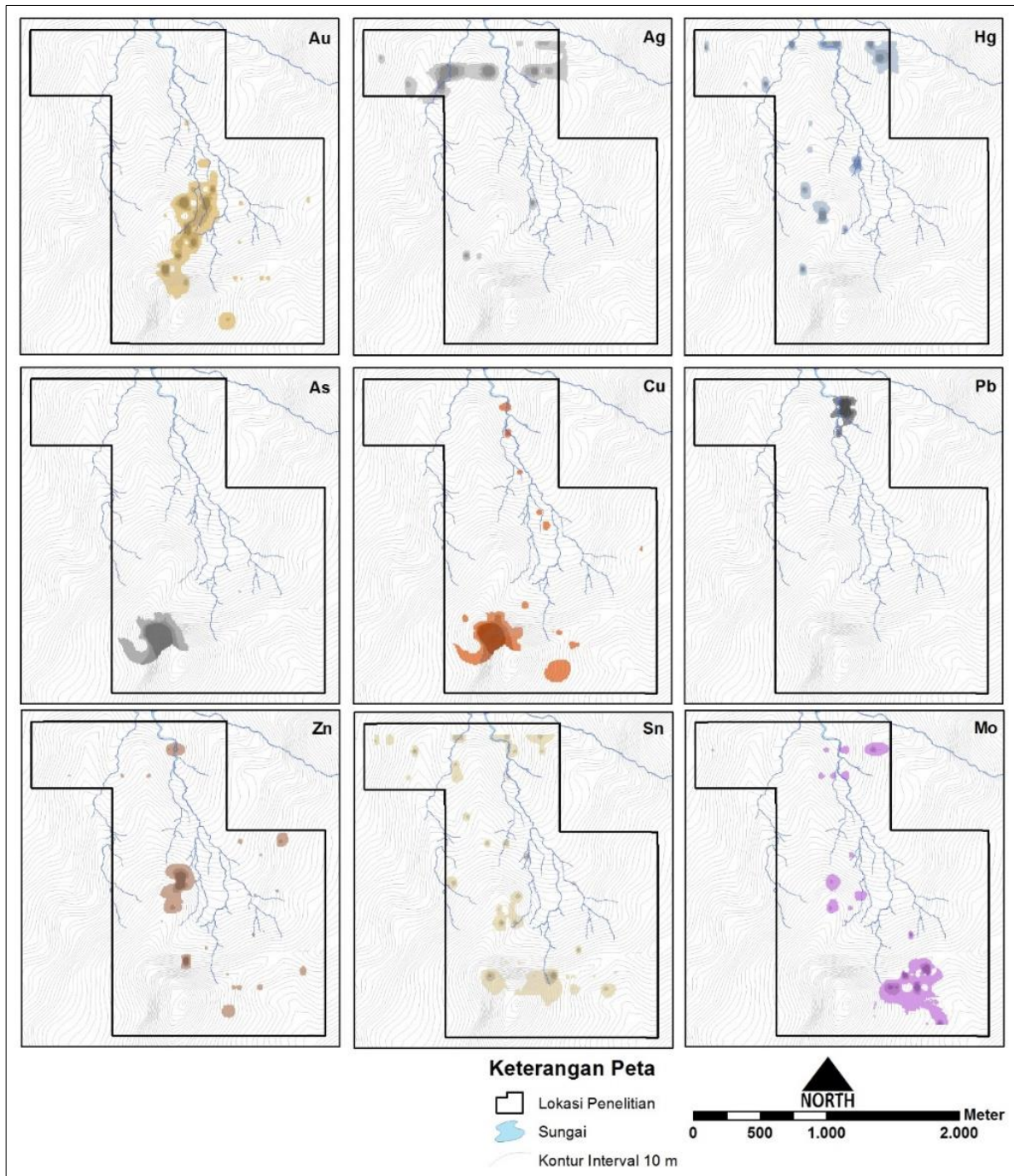
**PEMBAHASAN**

**Zona Anomali Geokimia Unsur Tunggal**

Zona anomali geokimia unsur tunggal berupa penentuan zona anomali berdasarkan intensitas anomali unsur yang telah dikalkulasi secara statistik. Masing-masing unsur menunjukkan zona anomali tidak merata dan terdapat pada posisi tertentu (Gambar 6).

Peta zona anomali tiap unsur yang direpresentasikan oleh beberapa unsur tersebut di atas menunjukkan intensitas anomali mulai dari yang lemah hingga kuat. Unsur-unsur dengan sebaran anomali  $\geq 200$  m, terdiri Au, Ag, Mo, Sb, dan As. Unsur-unsur dengan sebaran anomali  $\leq 200$  m, terdiri Hg, Cu, Zn, Te, Bi Pb, dan Sn.



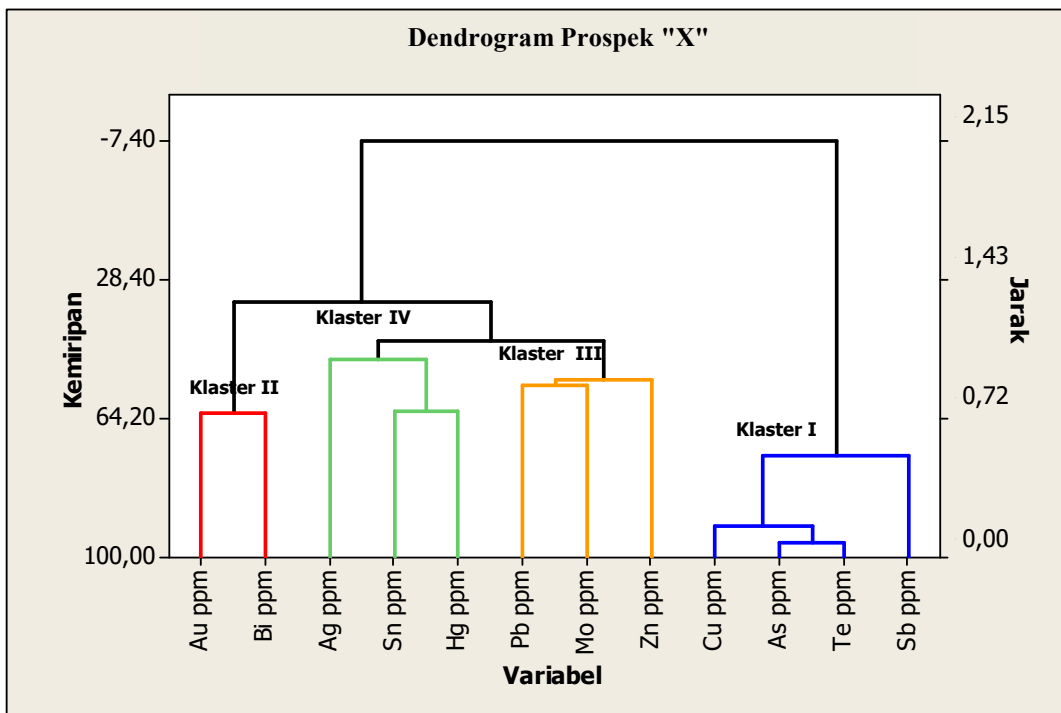


**Gambar 6.** Peta zona anomali tiap unsur geokimia tanah Au, Ag, Hg, As, Cu, Pb, Zn, Sn, dan Mo.

**Zona Anomali Geokimia Multi Unsur**

Dalam penentuan zona anomali geokimia unsur, telah dijelaskan bahwa analisis statistik multivariat didapat empat kluster yang mana tiap kluster mencerminkan karakteristik kekerabatan antar unsur (Gambar 7). Pemodelan zona anomali ini

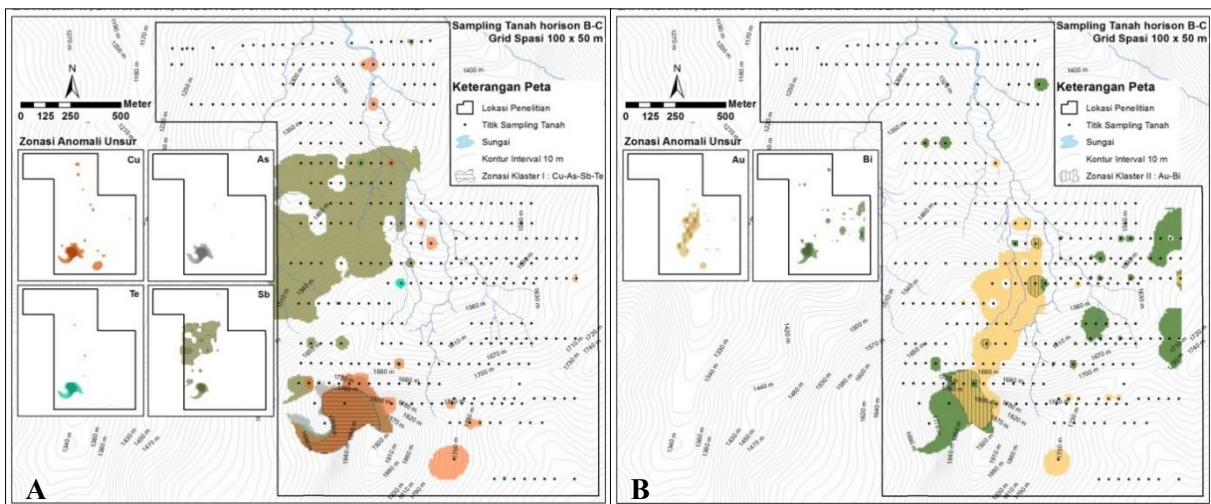
berupa interpretasi zona anomali geokimia tanah berdasarkan kluster yang mencirikan kekerabatan antar unsur. Interpretasi zona anomali kluster yaitu dengan cara *overlay* terhadap unsur-unsur yang telah di-kelompokkan oleh tiap kluster.



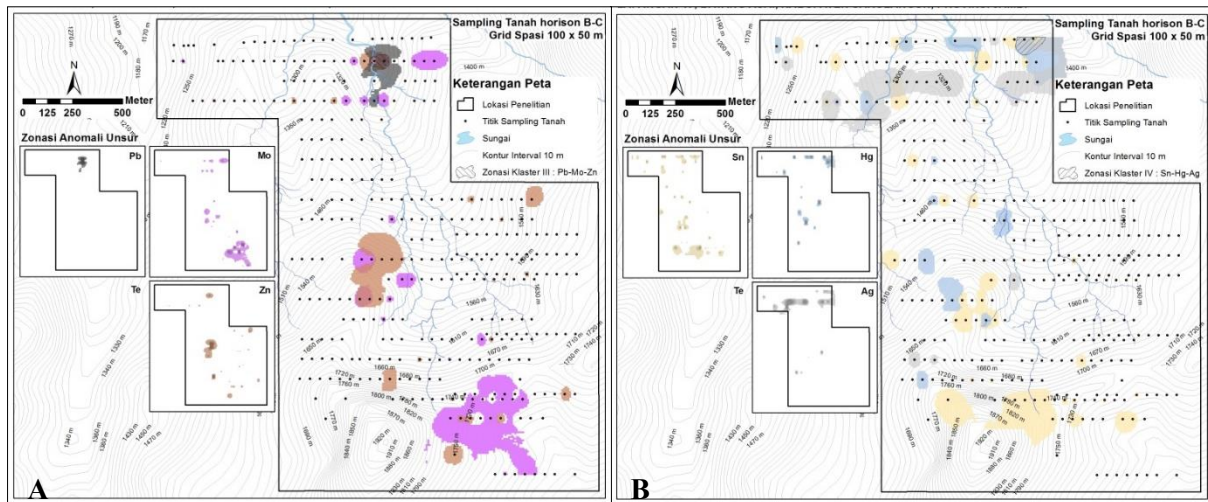
Gambar 7. Dendrogram prospek "X" menunjukkan hirarki pengelompokan kekerabatan unsur yang terbagi menjadi empat klaster.

Klaster yang bersifat representatif terdiri dari Klaster I Cu-As-Sb-Te dan Klaster II Au-Bi. Zona anomali Klaster I untuk tiap unsurnya cenderung berkumpul dan saling tumpang tindih di satu tempat yaitu pada bagian baratdaya lokasi penelitian (Gambar 8A). Zona anomali Klaster II untuk tiap unsurnya cenderung saling tumpang tindih di empat tempat, namun sebagian besar hanya terdapat di satu tempat yaitu pada bagian baratdaya lokasi penelitian (Gambar 8B).

Klaster yang bersifat tidak representatif terdiri dari Klaster III Pb-Mo-Zn dan Klaster IV Sn-Hg-Ag. Zona anomali Klaster III untuk tiap unsurnya cenderung saling tumpang tindih di satu tempat yaitu pada bagian utara lokasi penelitian (Gambar 9A). Begitu pula dengan zona anomali Klaster IV, umumnya terdapat pada bagian utara lokasi penelitian (Gambar 9B).



Gambar 8. Peta zona anomali klaster, (A) Klaster I Cu-As-Sb-Te; (B) Klaster II Au-Bi.



Gambar 9. Peta zona anomali klaster, (A) Klaster III Pb-Mo-Zn; (B) Klaster IV Sn-Hg-Ag.

**Interpretasi Anomali Geokimia, Litologi, Alterasi, dan Mineralisasi**

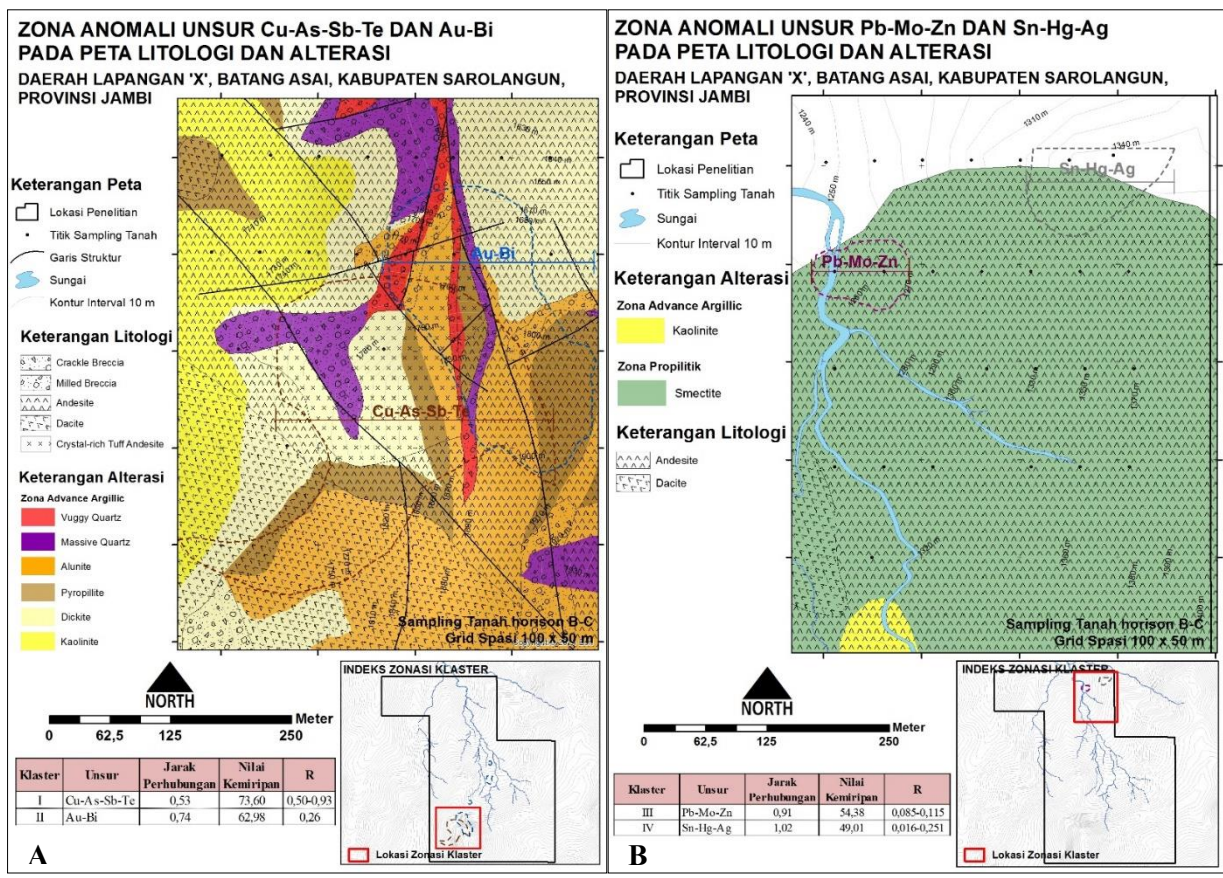
Zonasi anomali klaster tersebut mencirikan kekerabatan antar unsur yang menghasilkan dua variabel klaster yaitu klaster yang bersifat representatif dan klaster yang bersifat tidak representatif. Dua variabel tersebut akan diinterpretasi hubungannya terhadap litologi, alterasi, dan mineralisasi di permukaan.

Distribusi zona anomali unsur Cu-As-Sb-Te dan Au-Bi merupakan zona yang dikategorikan representatif untuk dapat dilakukan interpretasi. Interpretasi yang mengacu pada kumpulan asosiasi unsur tersebut, berkaitan dengan keterdapatan mineralisasi sulfida. Mineralisasi tersebut mencerminkan karakteristik litologi dan alterasi. Kedua zona tersebut memiliki zona anomali yang saling beririsan satu sama lain. Kedua zona anomali kumpulan unsur ini menempati litologi *crystal-rich tuff*, andesit, dasit, *crackle breccia*, dan *milled breccia*. Disertai pula dengan alterasi pada zona anomali tersebut menempati ubahan argilik lanjut yang

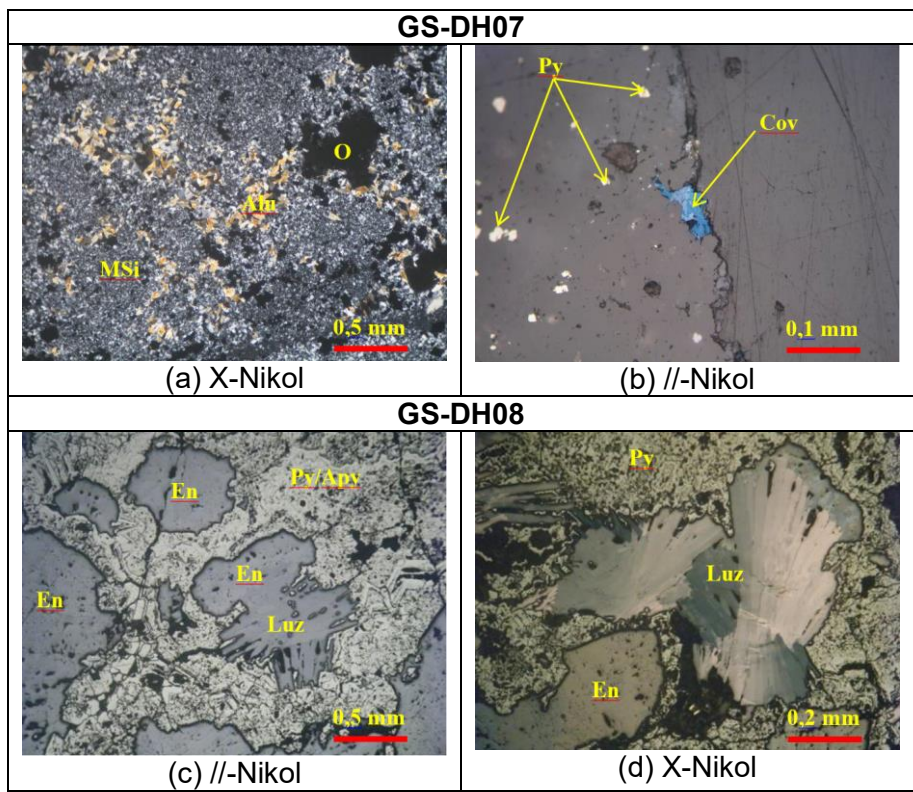
tersusun oleh kuarsa *vughs*, kuarsa masif, alunit, pirofilit, dan dickit (Gambar 10A).

Zona anomali unsur Cu-As-Sb-Te berdasarkan deskripsi petrografi dan mineragrafi diwakili oleh conto inti bor yang terdapat pada zona tersebut yaitu GS-DH07 dan GS-DH08. Conto-conto tersebut berkomporsi mineral sulfida terdiri dari enargit  $Cu_3(As,Sb)S_4$ , luzonit  $Cu_3(As,Sb)S_4$ , kovelit  $CuS$ , kalkopirit  $CuFeS_2$ , dan arsenopirit  $FeAsS$  pada batuan terubah silisifikasi berkomporsi mikrogranular silika dan alunit (Gambar 11). Tetapi, untuk zona anomali unsur Au-Bi tidak dijumpai indikasi mineralisasi yang mewakili kumpulan unsur tersebut.

Distribusi zona anomali unsur Pb-Mo-Zn dan Sn-Hg-Ag merupakan zona yang dikategorikan tidak representatif untuk dapat dilakukan interpretasi. Hal tersebut dikarenakan kedua kumpulan unsur tersebut menempati litologi dan alterasi yang tidak representatif pula. Zona anomali unsur Pb-Mo-Zn dan Sn-Hg-Ag menempati litologi andesit terubah smektit (Gambar 10B).



Gambar 10. Zona anomali unsur Cu-As-Sb-Te dan Au-Bi pada peta litologi dan alterasi.



Gambar 11. Fotomikrograf sayatan tipis dan fotomikrograf sayatan poles contoh GS-DH07 dan GS-DH08.

## KESIMPULAN

Hasil analisis statistik univariat mengindikasikan zona anomali geokimia tiap unsur yang berkaitan dengan zona anomali berdasarkan kalkulasi statistik deskriptif, histogram, dan *box-whisker plots* sehingga dapat diidentifikasi nilai *background* dan intensitas anomali. Hasil analisis statistik multivariat mengindikasikan interpretasi zona anomali geokimia klaster yang bersifat representatif dan tidak representatif. Klaster yang bersifat representatif terdiri Klaster I Cu-As-Sb-Te dan Klaster II Au-Bi, sedangkan klaster yang bersifat tidak representatif terdiri Klaster III Pb-Mo-Zn dan Klaster IV Sn-Hg-Ag. Kumpulan asosiasi unsur geokimia tanah Cu-As-Sb-Te dan Au-Bi merupakan unsur-unsur signifikan yang mengindikasikan anomali permukaan. Anomali ini diterapkan untuk menginterpretasi keberadaan potensi mineralisasi Au-Cu epitermal sulfida tinggi yang tersusun oleh ubahan argilik lanjut dari breksi vulkanik, tuf, andesit, dan dasit; serta dicirikan oleh kehadiran mineral bijih enargit, luzonit, kalkopirit, arsenopirit, dan kovelit. Adapun sebagian hasil analisis geokimia tanah khususnya unsur Te dan Bi tidak menunjukkan kaitannya dengan mineralisasi Au-Cu. Hal tersebut diinterpretasikan bahwa keberadaan unsur Te dan Bi dapat berupa ion yang mengisi kisi kristal pada zona mineralisasi Au-Cu tersebut. Sedangkan kumpulan asosiasi unsur geokimia tanah Pb-Mo-Zn dan Sn-Hg-Ag merupakan unsur-unsur non-signifikan dalam kaitannya dengan keberadaan potensi mineralisasi Au-Cu.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didukung oleh PT ANTAM Tbk Unit Geomin. Dalam kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Bapak Eko Martias sebagai *General Manager*, Bapak Hartono sebagai *Vice President*, dan Bapak Bronto Sutopo sebagai pembimbing teknis, karena

diberikan izin untuk mengumpulkan data dan mempublikasikannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amor, S., 2011, *Data Presentation and Interpretation Requirements for Geochemical Exploration*, Consultant, Burlington.
- Darman, H., and Sidi, F.H., 2000, *An Outline of The Geology of Indonesia*, Ikatan Ahli Geologi Indonesia, Jakarta.
- Davis, J.C., 2002, *Statistics and Data Analysis in Geology : Third Edition*, Kansas Geological Survey, The University of Kansas, John Wiley & Sons, Inc., New York, 656 p.
- Joyce, A.S., 1984, *Geochemical Exploration*, The Australian Mineral Foundation Inc., Brisbane.
- McQueen, K.G., 2002, *Identifying Geochemical Anomalies*, CRC LEME, Department of Earth and Marine Sciences, Australian National University, Canberra.
- Niton, 2012, *Application of the Thermo Scientific Portable XRF Analyzer in PGE Exploration*, Thermo Fisher Scientific Inc., USA.
- Sugiyono, 1999, *Statistika Untuk Penelitian*, CV. Alfabeta, Bandung.
- Suwarna, N., Soeharsono, Gafoer, S., Amin. T.C., Kusnama, dan Hermanto., B, 1992, *Peta Geologi Lembar Sarolangun, Sumatera, Skala 1 : 250.000*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Timm, N.H., 2002, *Applied Multivariate Analysis*, Library of Congress Cataloging-in-Publication Data, Springer-Verlag New York, Inc., New York.
- Anonim, 2014, *Laporan Akhir Eksplorasi Emas dan Mineral Pengikutnya, daerah Batangasai, Kabupaten Sarolangun, Provinsi Jambi*, PT ANTAM Tbk Unit Geomin, Jakarta. Tidak dipublikasikan.

White, N.C., and Hedenquist, J.W., 1995,  
*Epithermal Gold Deposits: Styles,  
Characteristics, and Exploration,*

Society of Economic Geologists  
Newsletter No. 23, p. 9-13.

Diterima	: 3 Maret 2016
Direvisi	: 28 April 2016
Disetujui	: 23 Mei 2016