

Perbandingan pencirian EPMA dan geokimia emas primer dan emas sekunder di kawasan Ulu Sokor, Kelantan, Malaysia

JASMI HAFIZ BIN ABDUL AZIZ DAN TEH GUAN HOE

Jabatan Geologi, Fakulti Sains
Universiti Malaya, 50603 Kuala Lumpur
E-mail: jasimbrujita@hotmail.com

Abstrak: Kawasan Ulu Sokor adalah terletak di bahagian tengah Kelantan dan adalah lebih kurang 35 km barat daya daripada Tanah Merah. Emas Ulu Sokor adalah wujud dalam elektum iaitu campuran emas (Au) dan perak (Ag). Sampel-sampel emas Sungai Liang yang merupakan sampel emas sekunder menunjukkan saiz yang lebih besar dengan nilai purata panjang 1.726 mm dan nilai purata lebar 0.948 mm, dan bersifat bundar. Emas dari Sungai Liang ini didapati wujud berasosiasi dengan mineral-mineral lain seperti pirit (FeS_2), bismuthinit (Bi_2S_3), ilmenit (FeTiO_3), rutil (TiO_2), zirkon (ZrSiO_4), monazit (Ce, P, O), silikat (Si, Al, O), oksida besi (Fe, O) dan kuarza (SiO_2). Disebabkan emas Sungai Liang adalah emas sekunder yang mewarisi emas daripada punca-punca pemineralan yang berlainan terdapatnya perbezaan yang ketara dalam komposisi emas (Au) dan nilai *fineness*. Komposisi emas (Au) Sungai Liang adalah berjulat besar dari 58.9449 wt% hingga 97.7513 wt%. Manakala terdapat tujuh variasi nilai purata *fineness* iaitu 603.0439, 739.5476, 805.8375, 875.0454, 913.4387, 953.0279 dan 985.2428. Bagi emas adit New Discovery yang merupakan sampel emas primer, saiznya lebih kecil dengan nilai purata panjang 0.909 mm dan nilai purata lebar 0.615 mm, dan bersifat bersudut. Emas adit New Discovery ini berasosiasi dengan pirit (FeS_2), galena (PbS), silikat (Si, Al, O), oksida besi (Fe, O) dan kuarza (SiO_2). Seperti yang dijangkakan, sebagai emas primer tiada perbezaan ketara dalam komposisi emas (Au) dan nilai *fineness* sampel emas adit New Discovery. Komposisi emas (Au) berjulat kecil sahaja dari 97.7729 wt% hingga 98.7965 wt%, manakala nilai purata *fineness* adalah 983.5491. Ini membuktikan sampel adit New Discovery merupakan satu set telerang pemineralan emas.

Abstract: Ulu Sokor area is located in the middle of Kelantan and approximately 35 km southwest from Tanah Merah. Gold in Ulu Sokor exists in the form of electrum which contains gold and silver as a mixture. Gold samples from Sungai Liang that represent secondary gold, show bigger sizes with average value of length of 1.726 mm and average value of width of 0.948 mm; and it is also rounded. Sungai Liang gold samples are associated with other minerals such as pyrite (FeS_2), bismuthinite (Bi_2S_3), ilmenite (FeTiO_3), rutile (TiO_2), zircon (ZrSiO_4), monazite (Ce, P, O), silicates (Si, Al, O), iron oxides (Fe, O) and quartz (SiO_2). There are differences in gold (Au) composition and fineness value of Sungai Liang gold because as secondary gold they inherited gold from various mineralization sources. Sungai Liang gold (Au) composition range widely from 58.9449 wt% to 97.7513 wt%. There are seven average fineness values i.e. 603.0439, 739.5476, 805.8375, 875.0454, 913.4387, 953.0279 and 985.2428. Gold from New Discovery's adit represents primary gold showing smaller sizes with average value of length of 0.909 mm and average value of width of 0.615 mm; and it is also angular. New Discovery's adit gold samples show association with pyrite (FeS_2), galena (PbS), silicates (Si, Al, O), iron oxides (Fe, O) and quartz (SiO_2). As expected, New Discovery's adit gold do not show any appreciable variation in gold (Au) composition and fineness value. Gold (Au) composition range from 97.7729 wt% to 98.7965 wt% with a average fineness value of 983.5491. This shows that the gold samples collected from New Discovery's adit belong to the same set of gold veins.

PENGENALAN

Kawasan pemineralan emas Ulu Sokor adalah terletak di bahagian tengah negeri Kelantan dan lebih kurang 35 km barat daya daripada Tanah Merah. Ulu Sokor ini terletak dalam Jalur Tengah Semenanjung Malaysia dengan merangkumi keluasan hampir 70 km persegi. Menurut Yeap (2000), dalam pembahagian zon-zon emas di Semenanjung Malaysia, Ulu Sokor adalah dalam Jalur Emas Ketiga. Kawasan Ulu Sokor ini dilitupi hutan tebal dengan vegetasi yang sangat padat. Secara relatifnya, kawasan ini didominasi oleh cerun-cerun yang curam dan kewujudan kawasan rata atau mendatar adalah kurang dan hampir

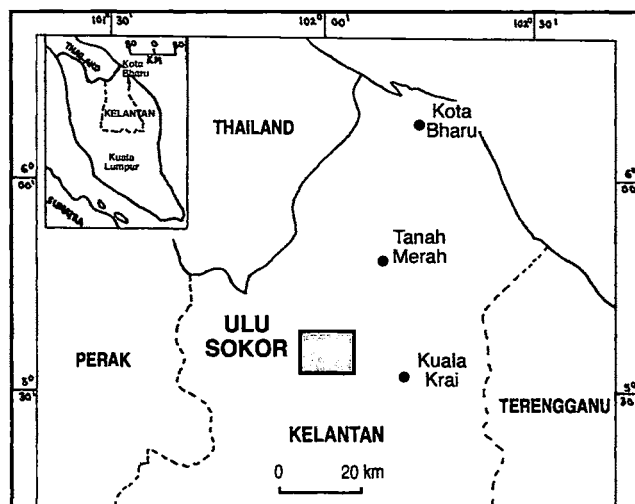
tiada. Litologi batuan di sini dicirikan oleh jujukan batuan berumur Permian yang terdiri daripada batu kapur, filit, riolit dan tuf yang merupakan sebahagian daripada siri sedimentari vulkanik Paleozoik Jalur Tengah Semenanjung Malaysia (Gan, 1981). Antara sungai-sungai penting yang terlibat dengan pemineralan emas di kawasan ini adalah Sungai Sokor, Sungai Liang, Sungai Ketubong, Sungai Ketil dan Sungai Sejana. Kawasan ini mempunyai cuaca yang sederhana panas dengan suhu purata 26°C dengan purata hujan lebih kurang 200 mm setahun. Buat masa sekarang kawasan ini diusahakan oleh Kelantan Stone Sdn. Bhd. secara perlombongan aluvial menggunakan kaedah pendulangan. Lokasi kawasan ini ditunjukkan dalam Rajah 1.

METHODOLOGI KAJIAN

Pengkajian kawasan ini melibatkan kerja-kerja lapangan dan kajian-kajian makmal. Semasa kerja lapangan, pemerhatian terhadap sampel-sampel emas dan singkapan-singkapan batuan dilakukan. Persampelan emas untuk kajian makmal dilakukan dengan mendulang bagi sampel sungai manakala bagi sampel adit, batuan dalam adit dipecahkan keluar dan kemudiannya di dulang untuk mendapatkan konsentrat. Kajian makmal adalah melibatkan kajian mikroskopik menggunakan mikroskop binokular dan mikroskop cahaya balikan; dan kajian EPMA (*Electronprobe Microanalyzer*) jenama CAMECA SX100. Pencirian fizikal dan morfologi emas dan mineral-mineral yang berasosiasi dengannya dilakukan dengan menggunakan mikroskop binokular Leica Zoom 2000 manakala kajian tekstur dan hubungan atau saling tumbuh emas dan mineral-mineral dilakukan ke atas keratan gilapan menggunakan mikroskop cahaya balikan Leitz Laborlux. Kajian dan pencirian EPMA dilakukan untuk mendapatkan data-data kualitatif dan kuantitatif seperti pengenalanpastian emas atau mineral-mineral dengan lebih tepat, tekstur, hubungan atau saling tumbuh, inklusi, komposisi kimia dan nilai *fineness* (Teh dan Irdawati, 2002). Data kualitatif dikaji melalui dua imej yang berbeza iaitu imej BSE (*Back Scattered Electron*) yang menunjukkan perbezaan elemen atau mineralogi yang terdapat dan imej SE (*Secondary Electron*) yang menunjukkan permukaan atau morfologi yang lebih baik. Pemetaan sinar-X oleh EPMA pula menunjukkan taburan dan hubungan unsur-unsur tertentu seperti Au, Ag, Pb, S, Si dan O dengan jelas dan terperinci.

HASIL KAJIAN DAN PERBINCANGAN

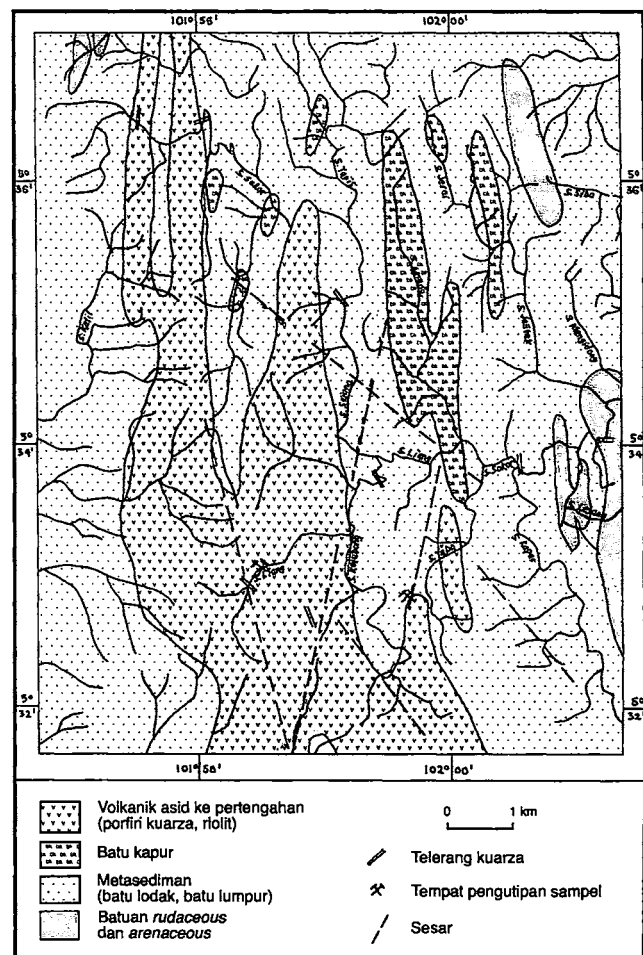
Sampel-sampel emas daripada dua lokaliti yang berbeza iaitu Sungai Liang dan adit New Discovery telah disampelkan untuk kajian makmal. Sungai Liang mewakili sampel emas aluvial manakala sampel adit New Discovery



Rajah 1. Peta menunjukkan lokasi kawasan Ulu Sokor, Kelantan.

mewakili sampel in situ pemineralan emas. Lokasi pengutipan sampel-sampel ditunjukkan dalam Rajah 2.

Kajian saiz butiran dan morfologi atau bentuk butiran dilakukan ke atas butir-butir emas yang mempunyai saiz yang agak besar dan boleh dilihat dengan mata kasar. Empat pencirian penting yang diambil kira dalam kajian ini adalah panjang, lebar, kebundaran dan kesferaan butiran emas. Kebundaran merujuk kepada pengiraan darjah kelengkungan tepian butiran emas manakala kesferaan pula merujuk kepada darjah sesuatu butiran emas itu mencapai bentuk sfera. Bagi sampel Sungai Liang, butiran emas menunjukkan julat panjang dari 1.13 mm hingga 4.18 mm dan julat lebar 0.52 mm hingga 1.75 mm. Kebundaran butiran emas Sungai Liang adalah dari bersudut ke bundar dengan sifat yang dominan adalah sub-bundar manakala kesferaan dari *discoidal* ke *prismoidal* dengan sifat yang dominan adalah *sub-discoidal*. Pencirian morfologi atau bentuk butiran emas yang dilakukan adalah berdasarkan Graham (1988) dan Anisalimahwati (1999). Butiran emas kawasan adit New Discovery pula menunjukkan julat panjang dari 0.60 mm hingga 1.22 mm dan julat lebar 0.44 mm hingga 0.78 mm. Sampel adit New Discovery menunjukkan kebundaran bersudut ke sub-bundar dengan



Rajah 2. Peta geologi kawasan Ulu Sokor, Kelantan [Berdasarkan Chu dan Santokh (1986) dan Amizul (2000)].

majoriti butiran emas menunjukkan sifat sub-bersudut dan kesferaan dari *sub-discoidal* ke *sub-prismoidal* dengan majoriti butiran emas menunjukkan sifat *sub-discoidal*. Pencirian morfologi atau bentuk butiran emas yang dilakukan adalah berdasarkan Graham (1988) dan Anisalimahwati (1999).

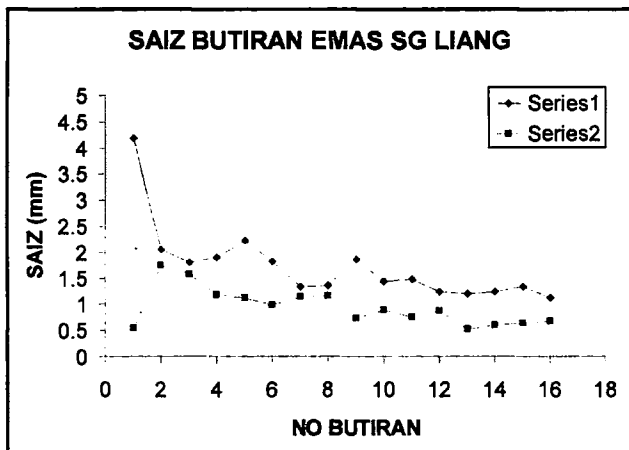
Terdapat perbezaan yang jelas antara saiz butiran sampel dari Sungai Liang dan adit New Discovery dimana butiran emas Sungai Liang mempunyai nilai purata panjang 1.726 mm dan nilai purata lebar 0.948 mm. Manakala butiran emas adit New Discovery mempunyai nilai purata panjang 0.909 mm dan nilai purata lebar 0.615 mm. Ini jelas menunjukkan yang butiran emas dari Sungai Liang lebih besar berbanding butiran emas adit New Discovery kerana sebagai emas aluvial, sampel Sungai Liang mempunyai lebih punca telerang-telerang pemineralan. Sebagai emas aluvial juga, butiran emas Sungai Liang menunjukkan sifat bundar. Perkara ini adalah disebabkan butiran emas Sungai Liang telah mengalami pengangkutan

oleh air sungai daripada punca pemineralan. Semasa pengangkutan ini kelengkungan tepian butiran emas akan dilicinkan dan akan menjadi lebih bundar. Tetapi terdapat juga beberapa butir emas Sungai Liang yang menunjukkan sifat agak bersudut. Ini menerangkan bahawa butiran emas yang bersudut ini mempunyai punca pemineralan yang agak dekat, kerana pengangkutan oleh air sungai belum cukup jauh untuk melicinkan kelengkungan tepian butiran emas. Diperhatikan juga terdapat perbezaan yang ketara dari segi saiz butiran emas Sungai Liang yang menerangkan bahawa pemilihan butiran adalah tidak baik (Zaki, 2000). Sampel butiran emas adit New Discovery yang merupakan emas primer menunjukkan saiz yang lebih kecil dan lebih bersudut. Graf saiz butiran emas Sungai Liang dan adit New Discovery ditunjukkan di dalam Rajah 3 dan Rajah 4. Butiran emas bagi sampel Sungai Liang dan adit New Discovery ditunjukkan dalam Rajah 5 dan Rajah 6.

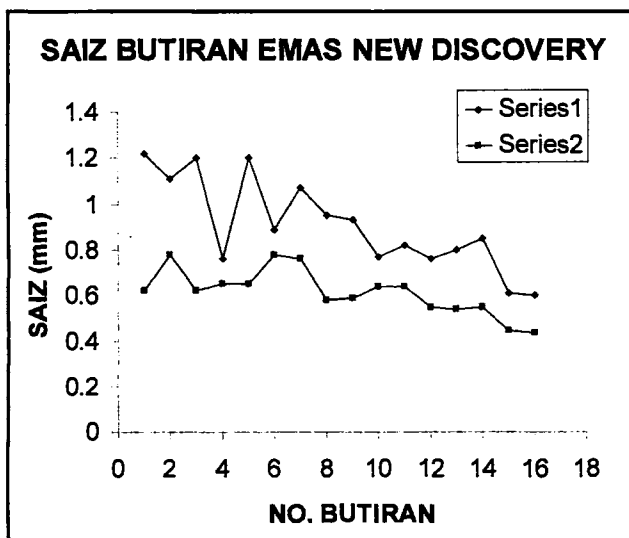
Berdasarkan kajian mikroskopik dan kajian EPMA dapat diperhatikan bahawa butir-butir emas di kawasan kajian ini wujud sebagai elektum iaitu campuran di antara emas (Au) dan perak (Ag). Ini jelas di dalam Rajah 7 yang menunjukkan peta sinar-x butiran emas Sungai Liang dan Rajah 8 yang menunjukkan peta sinar-x butiran emas adit New Discovery. Daripada rajah-rajah ini dapat diperhatikan dan diterangkan bahawa emas (Au) dan perak (Ag) wujud sama dalam sesuatu butiran sebagai elektum. Berdasarkan Rajah 7 dapat dilihat butiran emas yang kaya emas (Au) dan butiran emas yang kaya perak (Ag) wujud dalam sampel Sungai Liang.

Emas di Ulu Sokor juga menunjukkan asosiasi dengan beberapa mineral lain. Berdasarkan sampel yang telah diperolehi daripada Sungai Liang dan adit New Discovery, pirit (FeS_2) merupakan mineral bijih yang paling banyak dijumpai berasosiasi dengan emas manakala kuarza (SiO_2) merupakan mineral *gangue* yang paling banyak berasosiasi dengan emas. Bagi sampel emas Sungai Liang antara mineral lain yang berasosiasi dengannya adalah bismuthinit (Bi_2S_3), ilmenit (FeTiO_3), rutil (TiO_2), zirkon (ZrSiO_4), monazit (Ce, P, O), silikat (Si, Al, O) dan oksida besi (Fe, O), rujuk Rajah 7. Berdasarkan Rajah 9 dapat dilihat oksida besi (Fe, O) mengelilingi emas di dalam sampel Sungai Liang. Perkara ini berlaku disebabkan sampel Sungai Liang adalah emas aluvial, maka pengenapan dan pemendakan di dalam kolam air sungai yang lama dan tenang membolehkan emas dikelilingi oleh oksida besi pada keadaan Eh dan pH yang sesuai. Selain pirit (FeS_2) dan kuarza (SiO_2), galena (PbS) juga diperhatikan wujud berasosiasi dengan sampel adit New Discovery bersama mineral lain seperti silikat (Si, Al, O) dan oksida besi (Fe, O), rujuk Rajah 8.

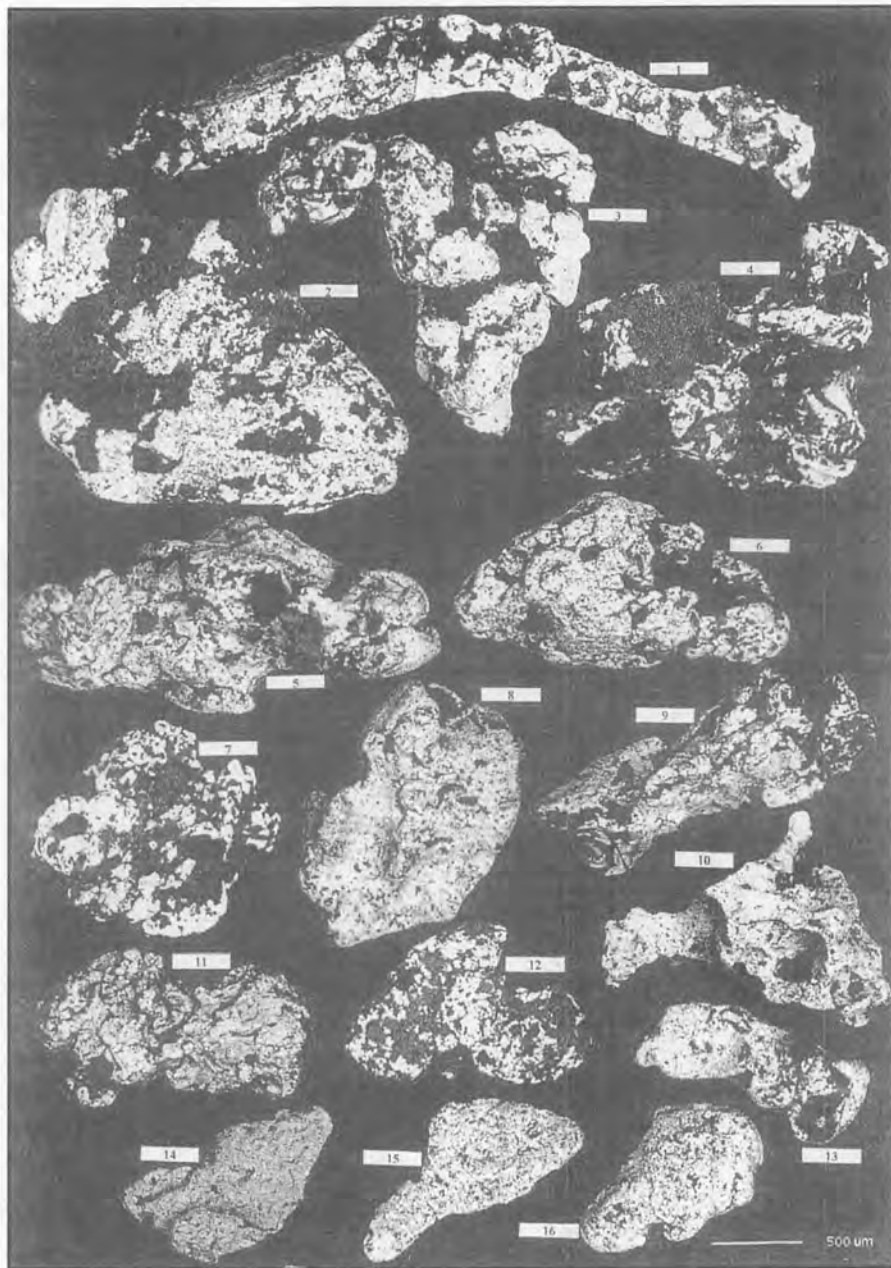
Data kuantitatif emas diperolehi secara kajian EPMA. Komposisi unsur-unsur seperti emas (Au), perak (Ag) dan jumlah keseluruhan unsur-unsur diperolehi dalam unit *wr%* iaitu *weight percent*. Daripada keputusan analisis kuantitatif juga nilai *fineness* ditentukan. Nilai *fineness* merujuk kepada nilai ketulenan emas (Au) berbanding perak (Ag). Formula mengira *fineness* adalah seperti di bawah:-



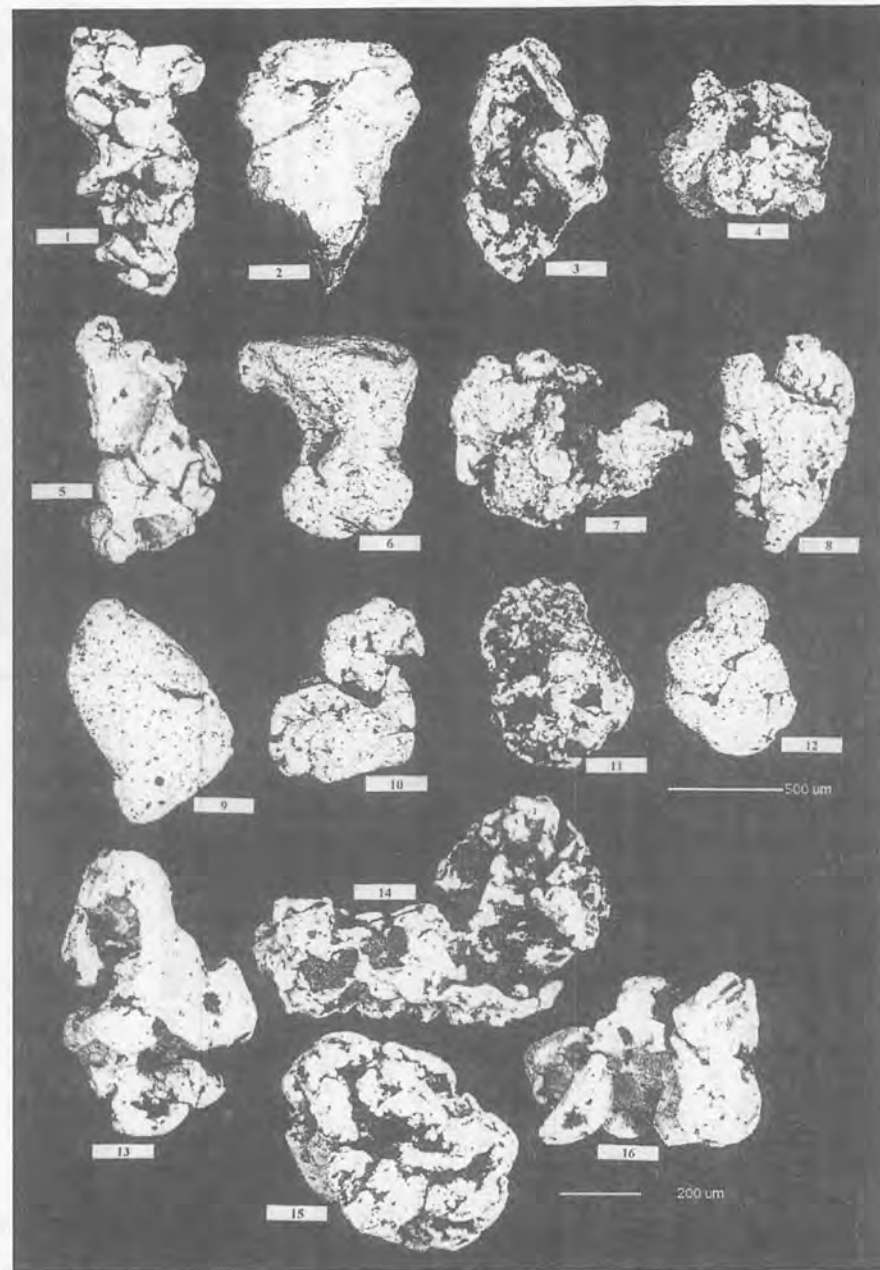
Rajah 3. Graf menunjukkan saiz butiran emas Sungai Liang. Series 1 = panjang, Series 2 = lebar.



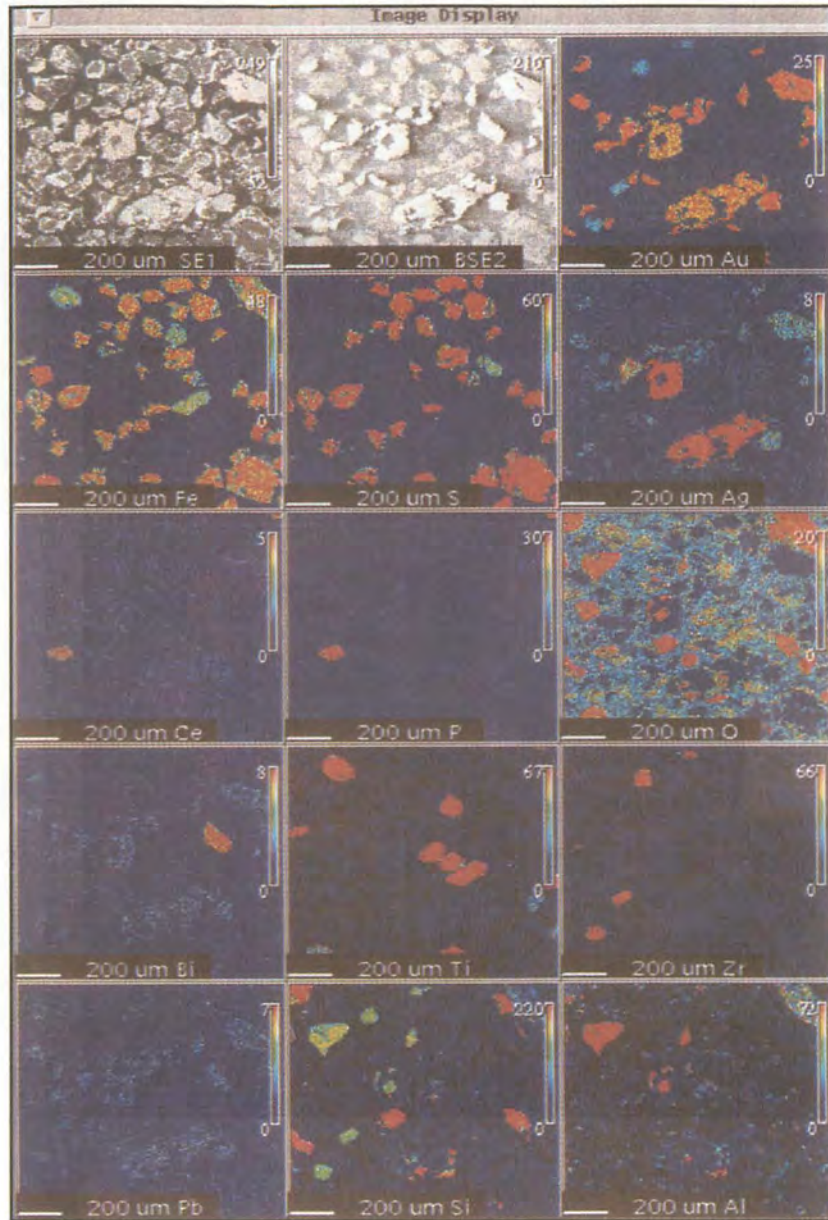
Rajah 4. Graf menunjukkan saiz butiran emas New Discovery. Series 1 = panjang, Series 2 = lebar.



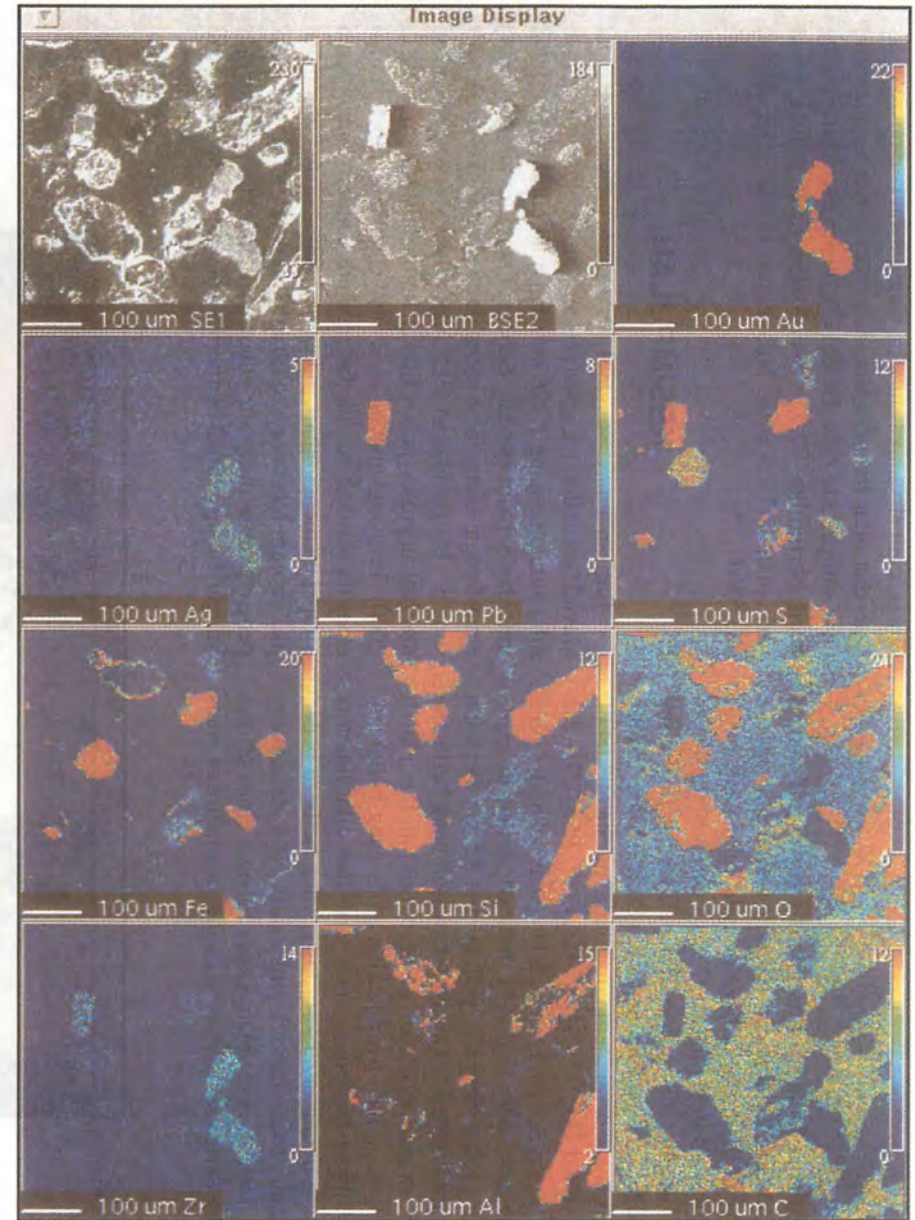
Rajah 5. Gambar menunjukkan sampel-sampel emas Sungai Liang yang lebih besar dan bundar.



Rajah 6. Gambar menunjukkan sampel-sampel emas New Discovery yang lebih kecil dan bersudut.



Rajah 7. Peta sinar-x yang menunjukkan asosiasi emas (Au) Sungai Liang dengan mineral-mineral lain seperti pirit (FeS_2), bismuthinit (Bi_2S_3), ilmenit (FeTiO_3), rutil (TiO_2), zirkon (ZrSiO_4), monazit (Ce, P), silikat (Si, Al, O), oksida besi (Fe, O) dan kuarza (SiO_2). Ditunjukkan juga emas yang kaya emas (Au) dan emas yang kaya perak (Ag). Rujukan sampel = Sla2.



Rajah 8. Peta sinar-x yang menunjukkan asosiasi emas (Au) adit New Discovery dengan mineral-mineral lain seperti pirit (FeS_2), galena (PbS), monazit (Ce, P), silikat (Si, Al, O), oksida besi (Fe, O) dan kuarza (SiO_2). Rujukan sampel = ND1.

$$\text{Fineness} = \frac{\text{emas (Au) wt\%}}{\text{emas (Au) wt\%} + \text{perak (Ag) wt\%}} \times 1,000$$

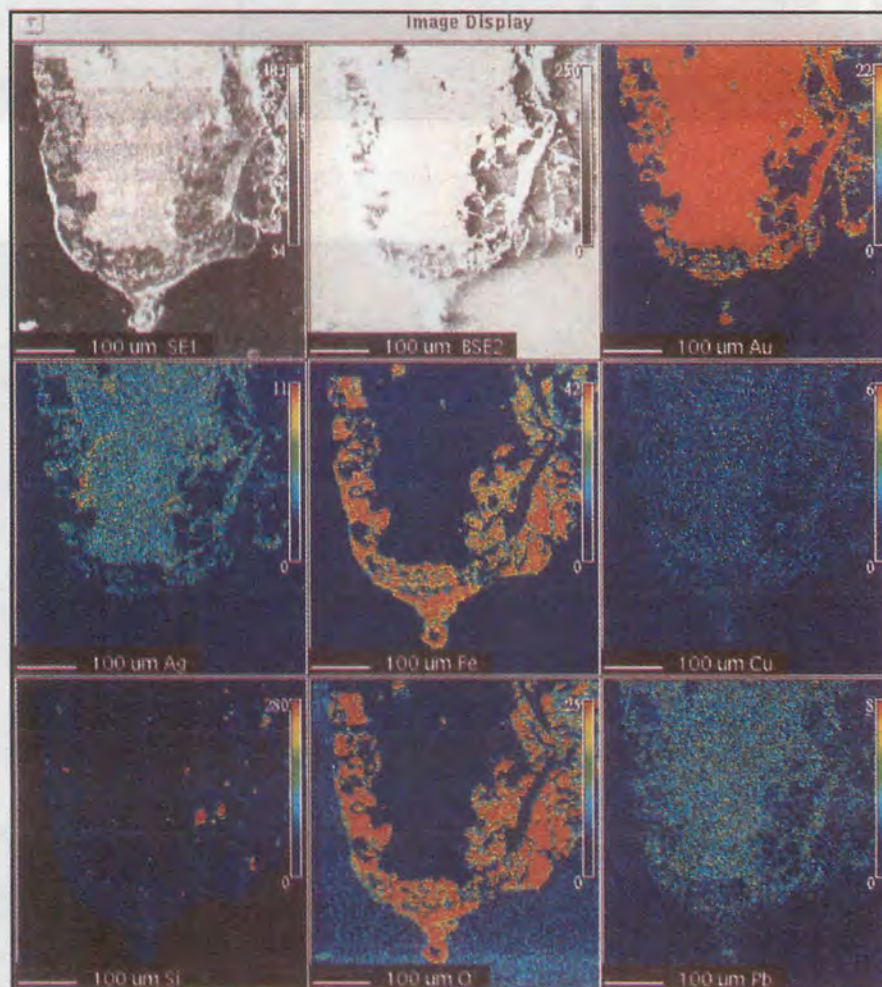
Berdasarkan Jadual 1 iaitu analisis kuantitatif sampel emas Sungai Liang, dapat diperhatikan bahawa komposisi emas (Au) adalah berbeza-beza dengan julat yang besar iaitu dari 58.9449 wt% hingga 97.7513 wt%. Berdasarkan nilai *fineness* yang dikira juga, didapati terdapatnya tujuh variasi nilai *fineness* bagi sampel emas Sungai Liang. Tujuh variasi nilai *fineness* ini mempunyai nilai purata 603.0439, 739.5476, 805.8375, 875.0454, 913.4387, 953.0279 dan 985.2484. Emas Sungai Liang adalah emas sekunder yang telah mengalami pengangkutan oleh air sungai di mana Sungai Liang telah mengalir lebih kurang 3.5 km dan telah mewarisi emas daripada kawasan-kawasan yang berlainan dan luas. Kawasan-kawasan yang berlainan ini adalah mewakili punca-punca pemineralan emas yang berlainan. Ini menyebabkan komposisi emas (Au) dan nilai *fineness* Sungai Liang mempunyai komposisi yang berbeza-beza.

Manakala bagi sampel emas adit New Discovery (Jadual 2), seperti yang dijangkakan sebagai emas primer yang terdiri daripada satu set telerang pemineralan emas

sahaja, sampel-sampel emas ini mempunyai komposisi emas (Au) dan nilai *fineness* yang konsisten. Komposisi emas (Au) sampel adit New Discovery mempunyai nilai paling kecil berjumlah 97.7729 wt% dan nilai paling besar berjumlah 98.7965 wt%. Nilai purata *fineness* pula adalah 983.5491

KESIMPULAN

Butiran emas Sungai Liang yang mewakili sampel aluvial (sekunder) mempunyai saiz yang lebih besar dengan nilai purata panjang 1.726 mm dan nilai purata lebar 0.948 mm, dan bersifat bundar. Sebagai emas aluvial (sekunder) emas Sungai Liang telah mengalami pengangkutan oleh air sungai. Pengangkutan air sungai pada sesuatu jarak akan melibatkan proses-proses fizikal, kimia dan biologi (Amizul, 2000). Pengangkutan ini akan menyebabkan sampel-sampel emas ini berubah bentuk dan menjadi bundar. Kebundaran sampel ini mengambarkan kematangan sesuatu butiran dan jika sesuatu butiran emas itu lebih bundar bermakna jarak pengangkutan daripada punca primer lebih jauh. Emas Sungai Liang wujud berasosiasi dengan mineral-mineral



Rajah 9. Peta sinar-x yang menunjukkan sampel emas Sungai Liang dikelilingi oleh oksida besi (Fe, O). Rujukan sampel = SIB1.

Jadual 1. Keputusan analisis kuantitatif EPMA sampel emas Sungai Liang (dalam wt%).

Sampel Unsur	Sg. Liang a(vi)	Sg. Liang a(x)	Sg. Liang a(ii)	Sg. Liang B5(i)	Sg. Liang a(iii)	Sg. Liang a(i)	Sg. Liang B1(ii)
Au	97.7513	96.3756	96.7594	96.5873	94.6860	93.3537	93.8116
Ag	1.1406	1.2835	1.5299	1.8471	3.9514	4.5226	5.4231
Pb	0.0000	0.0000	0.0000	n.d.	0.0000	0.0000	n.d.
Te	0.0573	0.0000	0.0537	0.0000	0.0000	0.0108	0.0000
Cu	0.0000	0.0008	0.0738	1.0990	0.0474	0.0727	0.0244
Al	0.0167	0.3661	0.4497	0.0057	0.4640	0.1382	0.0683
Fe	0.0323	0.0172	0.1070	0.0553	0.0046	0.0285	0.0000
Si	0.0393	0.0363	0.0548	0.0334	0.0351	0.2185	0.0425
Jumlah Peratusan	99.0375	98.0795	99.0283	99.6278	99.1885	98.3449	99.3699
Fineness	988.4662	986.8573	984.4347	981.2352	959.9401	953.7927	945.3508

Sampel Unsur	Sg. Liang A2(i)	Sg. Liang a(iv)	Sg. Liang a(v)	Sg. Liang A6(i)	Sg. Liang A6(ii)	Sg. Liang a(ix)	Sg. Liang A11(i)	Sg. Liang A11(iii)
Au	89.8768	89.1825	85.0167	78.6580	79.2133	71.1686	59.1488	58.9449
Ag	8.4698	8.4983	12.1402	18.8191	19.2205	25.0605	38.8626	38.8729
Pb	n.d.	0.0500	0.0902	n.d.	n.d.	0.0253	n.d.	n.d.
Te	0.0167	0.0540	0.0000	0.0047	0.0000	0.0000	0.0000	0.0435
Cu	0.0154	0.0270	0.0000	0.2460	0.0000	0.0192	0.0404	0.0000
Al	0.0171	0.0183	0.1156	0.0434	0.0180	0.1152	0.0421	0.0646
Fe	0.0126	0.0647	0.0121	0.0000	0.0351	0.0281	0.0000	0.0000
Si	0.0303	0.0663	0.0332	0.0310	0.0272	0.0111	0.0275	0.0083
Jumlah Peratusan	98.4387	97.9612	97.4080	97.8022	98.5141	96.4280	98.1214	97.9341
Fineness	913.8781	912.9993	875.0454	806.9382	804.7368	739.5476	603.4890	602.5989

n.d. – not determined

Jadual 2. Keputusan analisis kuantitatif EPMA sampel emas New Discovery (dalam wt%).

Sampel Unsur	ND1 (i)	ND1 (ii)	ND1 (iv)	ND1 (v)	ND1 (vi)	ND1 (vii)	ND1 (viii)	ND1 (ix)	ND1 (x)	ND1 (xii)
Au	98.4055	98.0153	98.7965	97.9973	98.0511	98.0933	98.2627	98.1261	97.7729	98.6105
Ag	1.4799	1.3609	1.7981	1.6795	1.9413	1.8821	1.6296	1.5081	1.6966	1.4537
Pb	0.0000	0.0095	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0859	0.1934
Te	0.0000	0.0000	0.0646	0.0108	0.0000	0.0000	0.0467	0.0000	0.0108	0.0000
Cu	0.0000	0.0510	0.0221	0.0289	0.0692	0.0342	0.0517	0.0137	0.0479	0.0327
Al	0.0000	0.2054	0.0246	0.0075	0.0277	0.1086	0.0097	0.0870	0.0000	0.0761
Fe	0.0983	0.0152	0.0911	0.1031	0.0509	0.0396	0.0442	0.2074	0.0000	0.0509
Si	0.0574	0.0590	0.0332	0.0354	0.0371	0.0296	0.0491	0.0448	0.0490	0.0906
Jumlah Peratusan	100.0412	99.7163	100.8302	99.8625	100.1773	100.1876	100.0938	99.9872	99.6630	100.5079
Fineness	985.1840	986.3056	982.1253	983.1505	980.5855	981.1744	983.6864	984.8636	982.9435	985.4723

lain seperti pirit (FeS_2), bismuthinit (Bi_2S_3), monazit (Ce, P, O), ilmenit (FeTiO_3), rutil (TiO_2), zirkon (ZrSiO_4), silikat (Si, Al, O), oksida besi (Fe, O) dan kuarza (SiO_2). Kewujudan punca-punca pemineralan yang berbeza bagi sampel-sampel emas Sungai Liang menerangkan kehadiran variasi yang jelas dalam komposisi emas (Au) dan nilai *fineness*.

Bagi butiran emas adit New Discovery yang mewakili sampel in situ pemineralan emas (primer), butiran emas ini mempunyai saiz yang lebih kecil dengan nilai purata panjang 0.909 mm dan nilai purata lebar 0.615 mm, dan bersifat bersudut. Sampel emas ini lebih bersudut kerana sebagai emas primer tiada pengangkutan air sungai yang boleh melicinkan kelengkungan tepian butiran emas terlibat. Emas adit New Discovery wujud berasosiasi dengan mineral-mineral lain seperti pirit (FeS_2), galena (PbS), silikat (Si, Al, O), oksida besi (Fe, O) dan kuarza (SiO_2). Emas adit New Discovery adalah terdiri daripada satu set telentang pemineralan emas yang sama. Ini dibuktikan kerana tiada variasi yang ketara dalam komposisi emas (Au) dan nilai *fineness* sampel-sampel emas New Discovery.

PENGHARGAAN

Terima kasih diucapkan kepada pihak lombong emas Ulu Sokor kerana memberi kebenaran untuk melakukan kajian. Terima kasih juga diucapkan kepada Kementerian Sains, Teknologi dan Alam Sekitar Malaysia, dan Unit Penyelidikan DiTaja, Institut Pengurusan Penyelidikan dan Perundingan, Universiti Malaya di atas bantuan kewangan Skim Pascasiswazah (UM/IPPP/UPDiT/PASCA/

06KITAR1/2002) dan Peruntukan Penyelidikan Jangka Pendek 2002 (Vot-F)-F0123/2002D.

RUJUKAN

- AMIZUL BIN ABDUL RAHMAN, 2000. *Kajian Mikroskopik, Geokimia dan Pemineralan Emas Sekunder Di Sokor, Kelantan*. Unpubl. B.Sc. Thesis, University of Malaya, Kuala Lumpur, 37p.
- ANISALIMAHWATI BINTI SULAIMAN, 1999. *Kajian Emas Aluvial Kawasan Jeli dan Sokor dengan Penekanan Terhadap Penciriannya*. Unpubl. B.Sc. Thesis, University of Malaya, Kuala Lumpur, 34p.
- CHU LING HENG DAN D. SANTOKH SINGH, 1986. The Nature and Potential of Gold Mineralisation in Kelantan, Peninsular Malaysia. *Bull. Geol. Soc. Malaysia, 19, GEOSEA V Proceedings Vol. 1*, 432-440.
- GAN LAY CHIN, 1981. Manson Lode — A Stratabound Submarine Exhalative Base Metal-Silver Deposit. *Warta Geologi 7(2)*, Geological Society of Malaysia, 49.
- GRAHAM, J., 1988. *Collection and Analysis of Field Data Techniques in Sedimentology*. Blackwell Science Limited, 13-16.
- TEH GUAN HOE DAN IRDAWATI HJ. LOKMAN, 2002. EPMA Characterisation of Ilmenit from Amang of The Kinta and Klang Valleys, Peninsular Malaysia. *Bull. Geol. Soc. Malaysia, 45*, 81-90.
- YEAP EE BENG, 2000. The Prospect For Hardrock Gold Deposits in Malaysia. *Asia Pasific Mining and Quarrying 2000 Conference Proceeding, The 6th International Mining and Mineral Resources Conference 2000*.
- ZAKI BIN ALIAS, 2000. *Analisis Geokimia Pemineralan Emas aluvial Bagi Penentuan Lokasi dan Varieti Sumber di Batu Melintang-Kalai, Jeli, Kelantan Darul Naim*. Unpubl. B.Sc. Thesis, University of Malaya, Kuala Lumpur, 42p.

Manuscript received 28 March 2003