

## POTENSI PEMANFAATAN LIMBAH PENGOLAHAN EMAS PROSES HEAP LEACHING

Eko Sulistiyono<sup>1\*</sup>, Agus Budi Prasetyo<sup>2</sup>, Ariyo Suharyanto<sup>3</sup>

<sup>\*123</sup>Pusat Penelitian Metalurgi – LIPI, Kawasan Puspiptek Serpong – Tangerang Selatan

<sup>\*</sup>E-mail : Eko221068@gmail.com

### ABSTRAK

Kabupaten Sukabumi memiliki potensi mineral emas yang tersebar dalam jumlah yang kecil sehingga tidak dapat ditambang dalam skala penambangan yang besar. Oleh karena itu banyak usaha pertambangan skala kecil yang dijalankan secara legal melalui koperasi. Salah satu lokasi pertambangan emas rakyat adalah daerah Jampang Kulon yang berada di Kecamatan Simpenan – Kabupaten Sukabumi yang menjadi obyek penelitian ini. Pada awalnya pertambangan emas skala kecil menggunakan proses amalgamisasi yaitu menggunakan air raksa untuk mengekstrak bijih emas dalam peralatan gelundung. Seiring dengan semakin tingginya harga air raksa dan sulitnya mendapatkan barang tersebut maka para petambang berganti mengolah bijih emas dengan metode heap leaching. Proses heap leaching adalah proses mengolah bijih emas dengan media larutan natrium sianida dan karbon aktif untuk menangkap bijih emas. Limbah yang dihasilkan dari proses pengolahan bijih emas ini sampai saat ini tidak dimanfaatkan sama sekali dan dibuang di sekitar lokasi proses heap leaching. Hasil karakterisasi dengan metoda SEM-EDX terlihat bahwa limbah hasil pengolahan emas mengandung bahan logam tanah jarang yang sangat berharga. Potensi logam tanah jarang yang terdapat dalam limbah pengolahan bijih emas antara lain Gadolinium, Samarium, Tulium dan Terbium. Hasil analisa SEM-EDX pada salah satu sampel heap leaching menunjukkan indikasi awal adanya unsur Samarium 5,632 % , Gadolinium 6,053 % , Tulium 7,175 % dan Terbium 15,67 %.

Kata Kunci : Heap Leaching, Limbah, Logam Berharga, Emas

### ABSTRACT

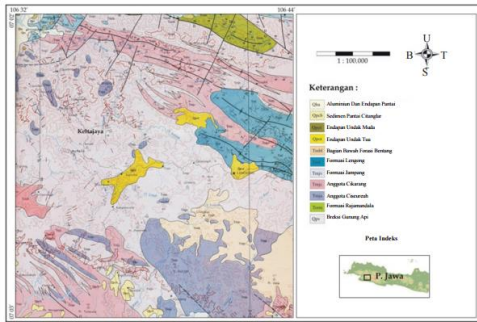
*Sukabumi Regency has potential gold minerals are scattered in small quantities that can not be mined in large-scale mining. Therefore, numerous small scale of mining enterprises operation legally through cooperation. One of the locations of the gold mining is Jampang Kulon, Distric Simpenan - Sukabumi Regency which is the object of this study. At first the small scale gold mining using amalgamisasi process that is using mercury to extract gold ore in gelundung equipment. In line with the high price and the difficulty of getting the mercury, then miners changed to proces gold ore with heap leaching method. Heap leaching process is a gold ore processing with sodium cyanide media and activated carbon to capture the gold ore. Waste generated from gold ore processing have not been utilized yet at all and dumped in the location of the heap leaching process. The characterization results by SEM-EDX method shows that the waste of gold processing containing rare earth metals which is very valuable. The potency of rare earth metals contained in waste of gold ore processing such as Gadolinium, Samarium, Tulium and Terbium.. SEM-EDX analysis results on one sample of heap leaching showed early indication of the element Samarium 5.632%, 6.053% Gadolinium, Terbium Thulium 7.175% and Terbium 15.67%.*

*Keywords: Heap Leaching, Waste, Values Metals, Gold*

### PENDAHULUAN

Lokasi pegambilan sampel dalam kegiatan penelitian ini adalah daerah Jampang Kulon yang merupakan daerah Kecamatan Simpenan Kabupaten Sukabumi. Secara geologi daerah Simpenan termasuk ke dalam

Formasi Jampang Tmjv [4] sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 1. Formasi Jampang terdiri atas batuan hasil kegunungapian bawah laut berbutir halus hingga sangat kasar yang berumur Miosen Bawah.



Gambar 1. Formasi Geologi Daerah Jampang

Formasi Jampang mengalami proses perlipatan yang disebabkan oleh gaya kompresi, adanya gaya kompresi menimbulkan sesar mendatar dengan arah sekitar N30o E dan N320o -355o E. Berdasarkan percontoh urat kuarsa yang mengandung logam yang diteliti dengan mikroskopik bijih, ditemukan emas berukuran halus - sedang yang terletak di dalam atau mengisi (cavity fillings) retakan atau batas kristal-kristal pirit dan masa dasar kuarsa.[2]. Endapan bijih emas primer terdiri atas zona urat hasil pengisian retakan oleh larutan hidrotermal (fracture filling vein) dan zona urat hasil pengisian rekahan (fissure filling vein); urat umumnya berupa veinlet.

Kegiatan penambangan emas di wilayah Jampang Kulon yang berada di Desa Kertajaya Kecamatan Simpenan, Kabupaten Sukabumi telah berlangsung lama. Pada awalnya kegiatan penambangan bijih emas dilakukan dengan metode tradisional. Kegiatan penambangan diawali dengan menggali lubang tambang secara vertikal (sumuran), kemudian penggalian diteruskan dengan mengikuti arah urat kuarsa yang mengandung emas. Penggalian batuan/bijih emas dilakukan menggunakan palu dan pahat, batuan/bijih emas yang didapat diangkut ke permukaan bumi menggunakan bak (jerigen) yang ditarik dengan katrol (goelan) seperti disajikan pada Gambar 2. [6]



Gambar 2. Kegiatan Penambangan emas



Gambar 3. Pengambilan emas dengan Proses Amalgamisasi

Bijih emas hasil penambangan kemudian diolah menggunakan metode amalgamasi. Pengolahan bijih emas dengan metode amalgamasi yang menggunakan gelundung menghasilkan limbah berbahaya bagi lingkungan seperti adanya unsur Hg. [6].

Oleh karena itu dikembangkan proses yang lebih ramah lingkungan yaitu dengan menggunakan sianida.[1]. Pada proses pengolahan bijih emas dengan proses sianida tidak dihasilkan limbah logam merkuri (Hg) melainkan limbah sianida. Limbah sianida adalah limbah yang sangat beracun namun jika ditangani dengan baik tidak berbahaya karena sifat racun sianida bersifat sementara dan mudah terurai di lingkungan.[1]. Proses pengambilan bijih emas dengan sianida kemudian disempurnakan menggunakan proses Heap Leaching.



Gambar 4. Proses Ekstraksi Bijih Emas Heap Leaching.

Proses heap leaching adalah proses pengambilan bijih emas dengan cara melarutkan bijih emas dalam larutan natrium sianida yang dilakukan secara berulang-ulang dalam suasana basa. Pada proses ini natrium sianida membentuk senyawa kompleks dengan butiran emas yang larut dalam air. Senyawa kompleks tersebut ditangkap oleh karbon aktif yang menjebak senyawa dalam rongga-rongga karbon aktif. Setelah dilakukan sirkulasi beberapa kali diperoleh padatan karbon aktif yang lebih berat dari semua. Karbon aktif yang mengandung senyawa kompleks selanjutnya dilebur pada temperatur tinggi sehingga tertinggal logam emas dan paduannya.

Proses heap leaching ini telah berhasil dengan sukses dilokasi pengolahan bijih emas di kawasan Jampang Kulon. Pada proses ini dihasilkan limbah berupa lumpur yang dijemur untuk menghilangkan racun sianida sehingga diperoleh lumpur kering. Lumpur kering tersebut hingga saat ini belum dimanfaatkan dan hanya sebatas untuk tanah urug untuk pembuatan rumah atau bangunan tembok.

Pada kegiatan penelitian ini dilakukan pengamatan pendahuluan terhadap lumpur kering pengolahan bijih emas dengan proses Heap Leaching sebanyak tiga titik lokasi pengolahan bijih emas. Untuk membandingkan hasil karakteristik dilakukan juga karakterisasi terhadap bijih emas yang belum diolah dan limbah pengolahan bijih emas dengan proses ekstraksi air raksa. Analisa dilakukan dengan metode SEM untuk melihat bentuk butiran dan komposisi unsur yang terkandung didalamnya.

## METODE

Kegiatan penelitian potensi limbah hasil pengolahan heap leaching digunakan metode analisis SEM dengan mengambil beberapa titik pengambilan sampel. Adapun tahapan kegiatan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Pengambilan sampel dilakukan di tiga titik yaitu daerah penambangan bijih emas di Jampang Kulon , tepatnya di Kecamatan Simpanan Kabupaten Sukabumi. Limbah hasil pengolahan Heap Leaching dan sampel dari limbah penambangan emas dengan proses ekstraksi menggunakan air raksa sebagai pembanding.



Gambar 5. Sampel Limbah Bijih Emas

2. Sampel yang telah diambil kemudian dikeringkan dalam pengering untuk menghilangkan uap air. Setelah dikeringkan kemudian sampel diherus sampai halus dengan micro grinder.



Gambar 6. Sampel setelah dikeringkan dan digerus

3. Sampel yang telah diperoleh kemudian diambil sedikit kemudian dimasukkan ke dalam tempat sampel untuk dilakukan proses coating dengan emas sehingga bisa dibaca SEM.

4. Setelah diperoleh hasil coating selanjutnya masuk ke peralatan SEM untuk dilakukan analisis. Sampel yang dianalisis SEM ada sebelas sampel yaitu : enam sampel biji emas yang belum diolah, tiga sampel yang berasal dari limbah proses heap leaching dan 2 sampel berasal dari

Telah dilakukan kegiatan analisis SEM terhadap limbah pengolahan bijih emas dengan proses heap leaching. Pada kegiatan ini dilakukan analisa terhadap tiga sampel limbah heap leaching, dua sampel limbah hasil pengolahan bijih emas dengan proses konvensional yaitu dengan proses gelondong dan enam sampel bijih emas sebelum diolah dengan mengambil sampel dari berbagai sisi jenis batuan bijih emas. Hasil dapat dilihat pada tabel 1. Sebagai berikut :

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil analisis semi kuantitatif sampel dengan SEM

Sampel	Fe (wt%)	Al (wt%)	Si (wt%)	S (wt%)	Hg (wt%)	Tb (wt%)	La (wt%)	Ce (wt%)	Gd (wt%)	Tl (wt%)	Nd (wt%)	Ta (wt%)
BE-1	24,4	2,87	3,26	18,7	3,03	5,39	0,08	0,23	1,49	28,43	0,07	nd
BE-2	27,9	nd	nd	20,4	3,83	6,97	0,49	0,61	1,88	33,45	0,36	nd
BE-3	21,3	5,23	6,05	16,0	3,68	4,87	nd	nd	1,60	23,88	0,06	nd
BE-4	5,03	18,5	25,7	nd	nd	1,22	nd	nd	0,87	nd	0,08	nd
BE-5	15,3	16,2	19,4	nd	nd	3,61	0,07	nd	0,36	nd	0,20	nd
BE-6	10,8	13,7	26,5	nd	nd	3,27	0,08	0,07	1,01	nd	0,12	nd
HE-1	57,7	nd	3,98	nd	nd	14,0	0,18	0,25	4,29	nd	0,11	nd
HE-2	24,9	1,99	31,1	nd	nd	6,46	nd	0,51	2,08	nd	nd	nd
HE-3	24,1	3,46	9,82	nd	nd	7,01	nd	nd	3,04	nd	nd	15,4
AR-1	64,5	3,24	3,64	nd	nd	16,7	0,28	0,38	5,51	nd	nd	nd
AR-2	31,4	1,46	1,08	14,45	2,43	7,18	0,27	0,20	2,65	20,4	0,04	4,17

### Keterangan Tabel :

BE-1 : Batuan pyrite warna keemasan terikut bijih emas

BE-2 : Bijih emas yang akan diolah

BE-3 : Batuan warna abu-abu hasil samping pengambilan bijih emas

BE-4 : Batuan warna ungu hasil samping pengambilan bijih emas

BE-5 : Batuan warna hitam hasil samping pengambilan bijih emas

BE-6 : Batuan warna hijau hasil samping pengambilan bijih emas

HE-1 : Limbah batuan hasil proses Heap Leaching

HE-2 : Limbah batuan proses Heap Leaching

HE-3 : Limbah lumpur hasil samping proses Heap Leaching

AR-1 : Limbah lumpur butiran halus hasil samping proses ekstraksi dengan air raksa

AR-2 : Limbah lumpur batuan kasar hasil samping proses ekstraksi dengan air raksa

Unsur emas ( Au ) pada analisa SEM tidak dinampakkan karena proses coating menggunakan emas, bukan dengan platina.

Pada bijih emas hasil tambang rakyat di daerah Jampang Kulon yang belum diolah berdasarkan analisa SEM pada table 1 terlihat mengandung unsure besi, sulfur dan air raksa menunjukkan bijih emas type sulfide besi atau pyrite. Hal ini dapat dilihat dari sampel yang berasal dari pengambilan bijih pyrite, bijih emas yang akan diolah dan batuan sekitar yang berwarna abu-abu. Batuan lain yang terikut dalam proses penambangan dan tidak diambil / diolah menjadi emas adalah batuan aluminium

silikat hal ini dapat dilihat dari tingginya kadar silika dan alumina pada batuan tersebut. Batuan yang berbasis silika dan alumina tersebut adalah batuan berwarna ungu, hitam dan hijau. Batuan bijih emas yang diambil, batuan pyrite dan batuan berwarna abu-abu yang berbasis sulfide mempunyai kandungan unsur Thallium ( Tl ) yang cukup tinggi yaitu berkisar 20 % , kemudian unsur tanah jarang yang lain adalah Tiberium ( Tb ) sekitar 6 % dan Gadolonium ( Gd ) sekitar 1-2 %.



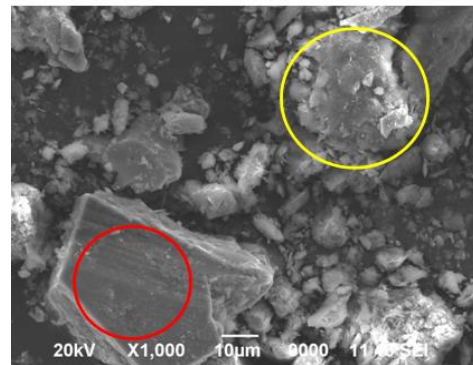
Tingginya unsur thalium hal ini karena unsur thalium selalu terdapat bersamaan dengan pyrite [5] . Pada batuan berbasis silikat dan alumina unsur Thalium tdak ada dan unsur Terbium kadarnya lebih rendah sekitar 1-2 %, unsur logam tanah jarang lainnya Gadolinium dengan jumlah sangat kecil kurang dari 1 %.

Pada limbah hasil proses Heap Liching yaitu sampel HE-1, HE-2 dan HE-3 terdapat unsur yang dominan adalah besi dan logam tanah jarang yang cukup tinggi adalah Terbium (Tb) dengan kadar 6-14 % , unsur Thalium (Tl) tidak terdeteksi. Logam tanah jarang yang lain adalah Gadolinium sekitar 3-5 % dan Lantanum serta Cerium dengan kadar kurang dari 1 % . Dari hasil analisa SEM terlihat bahwa terjadi peningkatan kadar Terbium dan Gadolinium dalam limbah hasil proses Heap Leaching sedangkan unsur Thalium ikut dalam konsentrat emas atau terikut dalam air proses Heap Leaching. Sehingga sifat beracun unsur Thalium tidak terdapat dalam limbah proses Heap Leaching. Dari hasil analisa SEM dapat disimpulkan bahwa limbah Heap Leaching berpotensi menghasilkan unsr logam tanah jarang Terbium (Tb) dan Gadolinium ( Gd).

Pada limbah pengolahan bijih emas dengan menggunakan air raksa dalam system ekstraksi menggunakan gelundung diperoleh hasil yang berbeda dari proses Heap Leaching. Untuk hasil analisa SEM pada limbah fraksi kasar unsur yang paling dominan adalah besi kemudian terdapat silika dan alumina, unsur sulfur, air raksa dan Thalium ( Tl ) tidak terdeteksi pada fraksi kasar sedangkan unsr Terbium (Tb) terdapat dalam jumlah cukup tinggi yaitu 16,7 % , kemudian Gadolinium sekitar 5,5 % serta unsur Lantnum dan Cerium kurang dari 1 % . Pada limbah fraksi halus terdapat unsure golongan pyrite yaitu berbasis sulfide besi. Pada fraksi halus didominasi unsure besi dan belerang dengan kadar sekitar 30 % dan 15 % . Unsur Thalium dan air raksa terikut dalam fraksi halus ini yaitu mengikuti kelompok mineral pyrite. Pada fraksi halus ini terdaat unsure tantalum degan kadar sekitar 4 % dan unsure logam tanh jrang yang lain seoerti Gadolinium terdapat dalam jumlah yang lebih sedikit daripada pada fraksi kasar yaitu sekitar 2 %.

Berdasarkan hasil foto dari SEM terlihat bahwa pada bijih emas yaitu sampel BE-2 terlihat terdapat dua bentuk bijih yaitu bijih sulfide dan bijih silikat-aluminat. Bentuk bijih

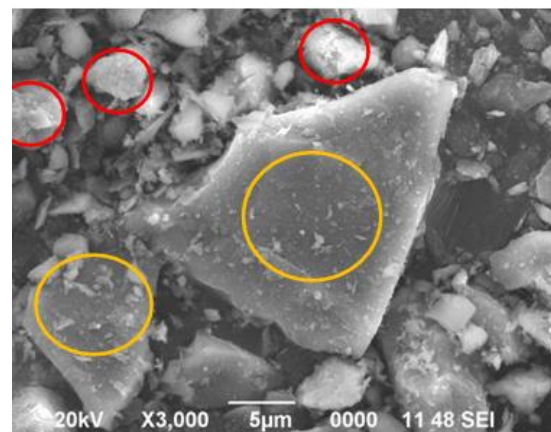
hasil analisa SEM dapat dilihat pada gambar dibawah :



Gambar 8. Penampakan Bijih Emas BE-2 sebelum diolah.

Dari gambar SEM terlihat bahwa bijih emas terdapat dua bentuk dimana bentuk massif adalah bijih emas sulfide ( lingkaran merah) mengandung unsure Fe : 27 % wt , Sulfur S : 20 % wt , Tiberium (Tb) 6,9 % wt dan Gd 1,88 5 wt . Kemudian bentuk yang kedua berbentuk tidak rata adalah butiran silikat-alumina dengan Al : 16 % wt , Si 23 % wt, Fe 12 % wt dan Tb 3,17 % wt serta unsure lain dibawah 1 % . Dari hasil SEM tersebut terlihat bahwa ada kecenderungan bijih sulfide membawa logam yang lebih berat yaitu besi dan logam tanah jarang. Sehingga ada kemungkinan kedua kelompok biih ini dapat dipisahkan secara mekanis.

Pada limbah hasil proses Heap Leaching dengan mengambil sampel limbah pertama yaitu HE-1 dapat dilihat pada gambar dibawah.

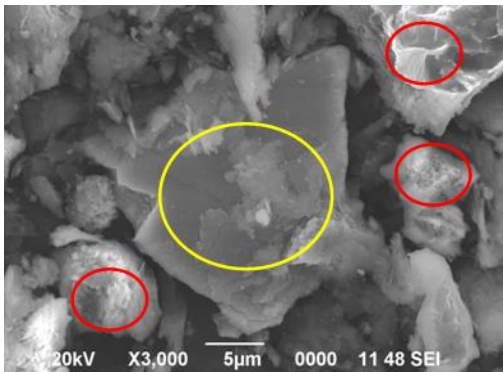


Gambar 9. Penampakan limbah Heap Leaching sampel HE-1.

Dari hasil analisa SEM terlihat sampel dengan butiran yang besar dan massive adalah butiran silika dengan kadar Si : 53,76 dan Au : 4,09 dan unsur lain dibawah 1 % wt, lingkaran kuning. Pada sampel butiran lebih kecil , lingkaran merah terlihat bentuk sampel dengan permukaan tidak teratur menunjukkan kadar besi yang tinggi yaitu Fe : 57,76 , Si : 3,98 , Tb : 14,04 dan Gd : 4,29 , sedangkan unsur lain dibawah 1 % wt. Dengan melihat kedua bentuk butiran terlihat bahwa bijih emas cenderung menempel pada silika sedangkan logam tanah jarang menempel pada unsur besi. Oleh karena itu setiap penambangan bijih emas selalu mengikuti urat silika.

Dengan membandingkan kedua sampel yaitu sampel bijih emas awal dengan sampel limbah heap leaching terlihat bahwa masih ada butiran emas yang terbuang dalam limbah, unsure sulfide sudah tidak terbentuk digantikan unsur oksida dan unsure logam tanah jarang cenderung mengikuti unsur besi.

Pada limbah pengolahan bijih emas dengan metode konvensional yaitu dengan menggunakan gelundung dan air raksa sampel AR-1 dapat dilihat pada gambar dibawah :



Gambar 10. Penampakan limbah pengolahan bijih emas dengan metode Gelundung dengan menggunakan air raksa.

Dari gambar SEM pada limbah pengolahan bijih emas dengan proses gelundung terlihat bahwa penebaran unsur terlihat merata. Unsur besi pada semua butiran sekitar 52 % , sedangkan unsur aluminium dan silika bervariasi dalam rentang sempit sekitar 5 – 2 %. Penyebaran unsure logam tanah jarang juga merata yaitu Terbium (Tb) : 14 % dan sekitar Gd ; 5-4,5 %. Dari hasil SEM terlihat bahwa

limbah pengolahan dengan system gelundung terlihat merata semua unsurnya.

Dari hasil identifikasi di atas dapat diketahui bahwa limbah hasil pengolahan emas di Jampang Kulon terdapat unsure logam tanah jarang. Unsur logam tanah jarang yang utama adalah Terbium ( Tb ) dan Gadolinium ( Gd ) dan unsure lain dalam jumlah yang lebih sedikit adalah Niodimium ( Nd), Lantanum ( La ) dan Cerium ( Ce ). Unsur tanah jarang tersebut banyak digunakan pada industry smartphone, scan image pada alat kesehatan, bahan campuran magnet, katalis minyak bumi dan lain-lain [3].

## SIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil identifikasi pendahuluan dengan metoda SEM terlihat bahwa keberadaan unsure logam tanah jarang dapat terlacak pada seluruh sampel yang diuji. Hal ini menunjukkan bahwa di daerah tersebut tersimpan material logam tanah jarang yang dapat dikembangkan. Dengan melihat analisa SEM secara umum dan melihat foto dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari identifikasi dengan SEM terlihat bahwa bijih emas berbasis sulfide besi, hal ini dapat dilihat dari tingginya kadar besi dan belerang sedang silika dan alumina rendah.
2. Unsur yang beracun yaitu Thulium yang terdeteksi cukup tinggi, hal ini memang terjadi pada sampel emas berbasis sulfide.
3. Pada limbah hasil proses heap leaching unsur Thulium yang beracun tidak terdeteksi, sedangkan pada limbah proses pengolahan bijih emas dengan metode gelundung unsur Thulium masih terdeteksi.
4. Pada proses pengolahan bijih emas dengan metode gelundung ada kecenderungan fraksi halus merupakan fraksi sulfide besi sedangkan fraksi kasar adalah silika-aluminat. Unsur Thulium dan logam tanah jarang serta sulfur dan besi cenderung terikat ke fraksi halus.
5. Terjadi proses peningkatan kadar logam tanah jarang pada limbah Heap Leaching maupun limbah dari proses pengolahan dengan metode gelundung.

## UCAPAN TERIMA KASIH

**Bersama tulisan ini** ucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian Limnologi – LIPI selaku coordinator kegiatan Unggulan Kedeputan IPK yang mendanai kegiatan ini.

## DAFTAR PUSTAKA

Debi Yuliani Adinata, Antonio Raeleksi CDC, Esti Kusdarini, ( 2015), “ Identifikasi Limbah Pengolahan Emas dan Kualitas Air Di Sekitar Penambangan Emas Rakyat Jampang Kulon, Desa Kertajaya, Kabupaten Sukabumi – Jawa Barat , “ Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III , 2015, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, ISBN 978-602-98569-1-0.

Indarto, S., Dharma, S.K., dan Sudaryanto, (1987). Penelitian Mineralisasi di Daerah Waluran, Kabupaten Sukabumi. Laporan Penelitian No. 11/PPPG/1987, Puslitbang Geoteknologi LIPI, Bandung.

Nawshad Haque, Anthony Hughes, Seng Lim and Chris Vernon ( 2014),” Rare Earth Elements : Overview of Mining, Mineralogy, Uses, Sustainability and Environmental Impact, Journal Resources, 3, 614-653,

Sukanto, R,( 1975). Geologi Lembar Jampang dan Balekambang Jawa, Skala 1:100.000. Direktorat Geologi, Bandung.

Sune G Nielsen ,Matt Goff, Stephen P.Hasselbo, Hugh C Jenkys, Dough E LaRowe, Cin Ty A Lee (2011) , “ Thallium Isotopes in Early Diagenetic Pyrite \_ A Paleoredox Proxy ? “, Geochimica et Cosmochimica Acta, Volume 75 , Issue 21, 1 November 2011 page 6690 – 6704.

Widodo, Priyo Hartanto , Danang Nor Arifin , Firman Arifianto, 2012 “ Pemanfaatan Waste Dan Tailing Untuk Pembuatan Bata Cetak dari Kegiatan Pertambangan Bijih Emas Daerah Cineam Kabupaten Tasikmalaya dan Waluran Kabupaten Sukabumi” , Buletin Geologi Tata Lingkungan (Bulletin of Environmental Geology) Vol. 22 No. 2 Agustus 2012 : 63 – 74