

Analisis Kandungan Emas pada Batuan Sedimen dari Silago Kabupaten Dharmasraya dengan Menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

Media Roza

Jurusan Tadris IPA Fisika, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Imam Bonjol Padang

Abstrak - Penentuan kandungan emas (Au) pada batuan sedimen dari Silago kabupaten Dharmasraya bertujuan untuk mengetahui kondisi optimum pada penentuan kandungan emas secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Pada penelitian ini sampel batuan didestruksi dengan menggunakan aquaregia yang merupakan campuran asam klorida pekat dengan asam nitrat pekat dengan perbandingan 3:1. Destruksi sampel dilakukan dengan memvariasikan ukuran partikel yaitu 150, 180, 250, dan 355 μm serta volume pelarut yaitu 5, 10, 15, 20, 25, dan 30 ml. Kemudian dilakukan penambahan tembaga sebagai zat pembebas dengan variasi konsentrasi 0, 50, 100, 150, 200, 250, dan 300 ppm untuk mengatasi gangguan penentuan emas pada batuan. Dari hasil penelitian diperoleh kondisi optimum penentuan kadar emas adalah pada ukuran partikel 150 μm , volume pelarut 25 ml, dan penambahan zat pembebas 100 ppm. Berdasarkan hasil pengukuran pada kondisi optimum tersebut diperoleh kandungan emas sebesar 0,0811 mg/g.

Kata Kunci: batuan, kandungan emas, Spektroskopi serapan atom, kondisi optimum.

PENDAHULUAN

Bumi terdiri dari beberapa lapisan penyusun. Para ilmuwan mengklasifikasi lapisan-lapisan bumi menjadi tujuh lapisan. Tujuh lapisan bumi itu sangat berbeda-beda dari segi struktur, kepadatan, suhu dan bahannya.

Al-Qur'an juga memberikan informasi tentang tujuh lapisan langit dan tujuh lapisan bumi di dalam surat Al Mulk ayat 3, yang artinya "*Yang telah menciptakan tujuh langit berlapis-lapis, kamu sekali-kali tidak melihat pada ciptaan Tuhan Yang Maha Pemurah sesuatu yang tidak seimbang. Maka lihatlah berulang-ulang, adakah kamu lihat sesuatu yang tidak seimbang?*". Dalam surat Ath Thalaq ayat 12 Allah menyatakan bahwa "*Allah-lah yang menciptakan tujuh langit dan seperti itu pula bumi*" (Kementerian Agama RI, 2012).

Ayat pertama berbicara kepada kedua tentang dua sifat langit: bilangan langit itu, yaitu tujuh, dan bentuk langit, yaitu berlapis-lapis. Sedangkan ayat kedua

menegaskan bahwa bumi itu menyerupai langit, dan hal itu diungkapkan dengan kalimat, "*Dan seperti itu pula bumi*". Sebagaimana langit itu berlapis-lapis, maka begitu pula bumi, dan masing-masing jumlahnya tujuh lapisan.

Berbagai kajian dan penelitian geofisika telah membuktikan bahwa bumi terbentuk dari 7 lapisan tertentu dari dalam ke luar dengan susunan sebagai berikut: 1) kerak bumi (*crust*), 2) silika alumina (sial) 3) silika magnesium (sima), 4) astenosfer, 5) mesosfer, 6) inti luar, dan 7) inti dalam (Shagir, 2016).

Lapisan bumi paling luar adalah kerak bumi. Kerak bumi disusun oleh zat padat yang biasa disebut batuan. Batuan adalah benda alam yang menjadi penyusun utama kerak bumi. Pada umumnya batuan merupakan campuran beberapa mineral yang bergabung secara fisik satu sama lainnya. Beberapa batuan ada yang tersusun dari sejenis mineral saja dan sebagian kecil dibentuk oleh gabungan mineral serta bahan-bahan vulkanik (Henderson, 1986).

Berdasarkan proses terjadinya, batuan dapat digolongkan atas tiga bagian utama yaitu (1) Batuan beku, yang terbentuk pada peristiwa letusan gunung api yang menggelejar. Letusan tersebut mengeluarkan aliran lahar yang membawa magma dan bergerak ke permukaan bumi yang kemudian akan mendingi dan membeku membentuk batuan beku. Batuan ini merupakan bagian terbesar di dalam kerak bumi (Foster, 1980). (2) Batuan sedimen, terbentuk karena pengendapan materi hasil erosi. Batuan ini terjadi dari batuan yang telah ada, baik batuan beku, metamorf, dan batuan sedimen lainnya yang mengalami pelapukan dan mengendap disuatu tempat (Munir, 1996). Menurut survey yang dilakukan, sampel batuan dari Silago kabupaten Dharmasraya termasuk jenis batuan sedimen dan tergolong pada endapan emas letakan (*placer*). (3) Batuan metamorf, berasal dari batuan beku, batuan sedimen atau batuan metamorf lainnya yang mengalami perubahan karena pengaruh suhu dan tekanan yang tinggi dalam kerak bumi (Foster, 1980).

Batuan yang terdapat di kerak bumi mengandung berbagai macam bahan mineral yang sangat berguna bagi kehidupan manusia seperti tembaga, perak, dan emas (Katili, 1963). Endapan emas terbentuk secara besar-besaran saat terjadi semburan gunung berapi. Endapan emas kemudian tersebar dalam batuan vulkanik pada kedalaman kurang dari satu kilometer. Pada peristiwa ini ada dua jenis endapan yang terbentuk yaitu sulfidasi tinggi dan sulfidasi rendah. Pada endapan sulfidasi tinggi terbentuk bijih pirit, elektum, emas, sphaleritn dan galena. Sedangkan pada endapan sulfidasi rendah terbentuk bijih pirit, analgit, kolkopirirt, tennatit, kovelit, emas, dan telurida (Aoki, 1996).

Jadi, emas merupakan salah satu logam yang terdapat dalam mineral batuan sebagai endapan epitermal yang terbentuk dalam sistem hidrotermal yang berasal dari aktivitas gunung berapi (Aoki, 1996).

Biasanya emas terdapat bersama kuarsa dan beberapa mineral lain seperti sulfida, klorit, ataupun kalsit (Katili, 1963).

Di alam emas terbentuk dalam mineral yang terbatas jenisnya. Mineral-mineral pembawa emas yang bernilai ekonomis terdiri atas emas native, elektum, emas telurida senyawa emas dengan unsur belerang, antimon, dan selenium. Adapun mineral-mineral pembawa emas dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Mineral-mineral pembawa emas

Jenis mineral	Kandungan unsur
Emas native	Au
Elektum	(Au, Ag)
Kupro amida	(Au, Cu)
Porpezit	(Au, Pd)
Rhodat	(Au, Rh)
Emas iridis	(Au, Ir)
Emas platina	(Au, Pt)
Emas bismut	(Au, Bi)
Amalgam	Au_2Ag_3
Maldonit	Au_2Bi
Aurikuprida	$AuCu_3$
Rozhkovit	$(Cu,Pd)_3Au_2$
Kalaverit	$AuTe_2$
Krennerit	$(AuAg)Te_2$
Montbrayit	$(Au,Sb_2)Te_3$
Petzit	Ag_3AuTe_2
Muthamannit	$(Ag,Au)Te$
Kostovit	$AuCuTe_4$
Nagyagit	$Pb_5Au(Te,Sb)_4S_{5-8}$
Uytenbogaardtit	Ag_3AuSb_2
Aurostibnit	$AuSb_2$
Fischasserit	Ag_3AuSe_2

(Sumber : Wahyudi, 1995)

Sifat-sifat fisika emas antara lain (Heslop, 1960) dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini

Tabel 2. Sifat fisika emas (Au)

Sifat	Besarnya
Nomor atom	79
Jari-jari atom	1,34 Å ⁰
Jari-jari ion	1,37 Å ⁰
Potensial ionisasi	9,22 eV
Densiti	19,3
Titik leleh	1062 °C
Titik didih	2600 °C

Berdasarkan sifat-sifat kimianya emas memiliki bilangan oksidasi +1 dan +3. Senyawa –senyawa yang mengandung emas (I) kurang stabil dibandingkan senyawa-senyawa emas (III) (Vogel, 1985). Emas merupakan logam yang tidak reaktif dimana emas tidak dapat bereaksi dengan udara, air, dan asam-asam mineral biasa. Emas dapat larut dalam aquaregia membentuk anio tetrakloroaurat (III), [AuCl₄]⁻¹. Emas juga dapat larut dalam larutan cianida dengan bantuan udara atau hidrogen peroksida membentuk kompleks [Au(CN)₂]⁻¹ (Cotton and Wilkinson, 1988).

Emas banyak dimanfaatkan oleh manusia. Kegunaan emas yang utama adalah untuk tolak ukur moneter yang sewaktu-waktu dapat dialihfungsikan sebagai pengganti mata uang kertas. Karena sifatnya yang lunak dan dapat ditempa, emas digunakan secara luas oleh masyarakat sebagai perhiasan, bahan penyepuh, dekorasi, dan sebagainya (Wahyudi, 1995). Di bidang industri emas digunakan dalam industri tekstil da industri elektronik sebagai komponen listrik. Paduan emas dengan logam lain seperti platina, paladium, perak, tembaga, dan nikel menghasilkan istilah yang disebut emas putih, kuning, dan hijau. Kemurnian emas dinyatakan dalam karat, emas murni dinyatakan dalam 24 karat (Partington, 1957).

Sebagai negara yang memiliki banyak gunung berapi dan beriklim tropis, Indoesia mempunyai potensi endapan emas yang cukup banyak. Banyaknya perusahaan yang bergerak di bidang

penambangan emas menunjukkan bahwa endapan emas Indonesia cukup menjanjikan. Daerah Sumatera Barat juga memiliki bahan galian yang mengandung emas di beberapa lokasi, diantaranya adalah Silago Kabupaten Dharmasraya. Hal ini berdasarkan survey yang dilakukan oleh PT Nusa Palapa dan PT Sumatera Cover, investor dalam negeri, yang melakukan penelitian umum mengenai potensi endapan emas yang terdapat pada sejumlah kabupaten dan kota di Sumatera Barat. Di Kabupaten Dharmasraya, tersebar di sungai Batanghari, Sungai Piruko yang diperkirakan luas lahannya 2.500 hektar.

Berdasarkan pada sifat fisik sampel batuan yang berasal dari daerah tersebut diperkirakan bahwa batuan tersebut mengandung emas. Hal ini ditandai dengan terdapatnya bagian yang berwarna kuning mengkilap pada batuan. Dari uji pendahuluan yang dilakukan ternyata batuan tersebut memang mengandung emas.

Untuk mengetahui kandungan emas yang terdapat dalam suatu sampel dibutuhkan langkah-langkah analisis yang tepat agar hasil yang diperoleh dapat dipercaya. Tahapan-tahapan yang dilakukan adalah (1) penggerusan dan penggilingan; yaitu memperkecil ukuran sampel sesuai dengan ukuran yang diinginkan, (2) pengayakan; untuk menunjukkan ukuran tertentu (Hartati, 1995). Setelah itu, sampel siap untuk didestruksi.

Destruksi merupakan suatu cara untuk menghilangkan matriks pengganggu agar diperoleh hasil yang siap utuk dianalisis. Destruksi dapat dibedakan atas dua cara, yaitu destruksi kering yang dilakukan dengan jalan memanaskan suatu campuran di atas tungku pembakar pada suhu tinggi, berkisar 400-800⁰C. Kedua adalah destruksi basah, yaitu perombakan sampel dengan asam-asam kuat baik tunggal maupun campuran. Kesempurnaan destruksi ditandai dengan dihasilkannya larutan jernih yang menunjukkan bahwa

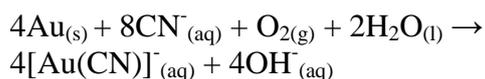
semua konstituen yang ada telah larut sempurna.

Pada penelitian ini batuan yang diduga mengandung emas terlebih dahulu harus diubah menjadi larutan. Menurut Hadipranoto (1995), transformasi sampel padat menjadi larutan merupakan langkah penting yang dapat dilakukan dengan metode dekomposisi. Dekomposisi dapat dilakukan dengan menggunakan asam-asam anorganik baik tunggal maupun campuran.

Penggunaan asam sebagai pelarut dalam mendekomposisi sampel memiliki beberapa keuntungan seperti kelebihan asam dapat dengan mudah dihilangkan melalui pemanasan dan dekomposisi dengan campuran asam biasanya tidak merusak alat yang digunakan karena pada umumnya dilakukan pada suhu rendah. Metode dekomposisi yang dipilih sebaiknya dapat menghasilkan dekomposisi yang efektif, tidak memerlukan bahan kimia dalam jumlah besar yang dapat mengganggu langkah kerja selanjutnya serta tidak mengakibatkan hilangnya unsur analit (Hadipranoto, 1995).

Asam-asam anorganik yang biasa digunakan untuk mendekomposisi sampel batuan adalah asam klorida, asam nitrat, aquaregia, dan lain-lain. Liptrop (1975) menyatakan bahwa khusus untuk penentuan emas ada dua cara dekomposisi yang dapat dilakukan, yaitu dengan menggunakan aquaregia dan natrium sianida.

Jika pelarut yang digunakan natrium sianida, reaksi yang terjadi adalah (Liptrop, 1975):

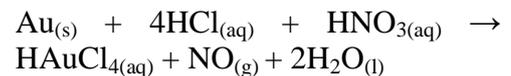


Keberadaan kompleks sianida pada penentuan kadar emas secara (Spektrofotometri Serapan Aton /SSA). dapat menimbulkan gangguan sehingga absorban emas menjadi berkurang. Karena

itu pada penelitian ini tidak menggunakan natrium sianida sebagai pelarut.

Pelarut yang digunakan untuk dekomposisi pada penelitian ini adalah aquaregia. Aquaregia merupakan asam yang sangat korosif dan merupakan larutan yang mudah menguap. Asam ini dibuat dengan cara mencampurkan tiga bagian konsentrasi asam klorida pekat dengan satu bagian asam nitrat pekat. Aquaregia merupakan reagen yang efektif untuk mengoksidasi Au dan Pt, karena ion NO_3^- memiliki kemampuan untuk mengoksidasi dan ion Cl^- bertindak sebagai zat pengompleks (Shiever, 2000).

Reaksi kimia pada saat destruksi emas dapat dilihat pada persamaan reaksi berikut:



Diantara metode untuk menganalisis emas yang terdapat dalam batuan adalah secara *Atomic Absorption Spectrophotometry* (Spektrofotometri Serapan Aton /SSA). SSA merupakan suatu metode penentuan konsentrasi dari suatu unsur dalam cuplikan dengan mengukur absorban dari uap atom yang dihasilkan pada panjang gelombang tertentu (Pescok, et.al, 1968).

Prinsip dasar metode ini adalah penyerapan energi sinar monokromatis oleh uap atom netral dalam keadaan gas. Menurut hukum Lambert Beer banyaknya sinar yang diserap sebanding dengan banyaknya atom-atom yang menyerap. Secara matematika dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$A = -\log \frac{I_0}{I_t} = a b c$$

dimana A adalah absorban, I_0 adalah intensitas awal, I_t adalah intensitas akhir, a adalah koefisien absorpsi, b panjang medium penyerap, dan c adalah konsentrasi (Hendayana, 1994).

Dari persamaan tersebut dapat dilihat bahwa konsentrasi sebanding dengan absorban. Jadi dengan mengetahui absorban, konsentrasi dapat ditentukan dengan acara memplot nilai tersebut terhadap kurva kalibrasi larutan standar yang telah diketahui konsentrasinya.

Metode SSA dewasa ini banyak digunakan untuk penetapan konsentrasi logam-logam dalam suatu sampel baik dikalangan industri maupun instansi pemerintah. Pengukuran dengan metode SSA tersebut memiliki ketelitian sampai tingkat runtu, kecepatan dalam analisis dan tidak memerlukan pemisahan pendahuluan karena tiap logam mempunyai lampu katoda khusus (Khopkar, 1990).

Meskipun demikian penetapan konsentrasi logam dengan SSA masih mempunyai kelemahan yaitu terjadinya beberapa gangguan. Gangguan merupakan semua peristiwa yang menyebabkan absorban dari atom yang diukur menjadi lebih besar atau lebih kecil dari yang sesungguhnya. Pada pengukuran dengan SSA, gangguan yang terjadi diantaranya berupa gangguan ionisasi, spektral, dan kimia. Gangguan ionisasi terjadi karena nyala yang dihasilkan cukup untuk melepaskan elektron terluar dari atom netral sehingga terjadi ionisasi. Atau dengan kata lain, ionisasi terjadi bila energi nyala lebih tinggi dari potensial ionisasi unsur yang diteliti. Gangguan spektral merupakan gangguan utama dalam absorpsi atom, dimana cahaya yang diemisikan tidak hanya berasal dari unsur itu sendiri tetapi juga oleh unsur lain dalam cuplikan dan nyala.

Gangguan kimia merupakan gangguan yang terjadi karena reaksi antara unsur analit dengan unsur lain dan membentuk senyawa yang stabil serta sukar diuraikan dalam nyala sehingga menghalangi terbentuknya atom netral. Peristiwa ini dapat memperkecil absorban unsur analit. Salah satu cara untuk mengatasi gangguan kimia adalah dengan menambahkan sejumlah zat pembebas pada larutan sampel. Misalnya dalam

penentuan emas bila terdapat asam-asam mineral kuat dan kompleks sianida dapat menyebabkan berkurangnya absorpsi dari emas. Gangguan lain dapat berasal dari logam mulia lain, dan besi yang terdapat bersama emas. Hal ini dapat diatasi dengan metode penambahan tembaga, sehingga gangguan tersebut menjadi berkurang (Anonim, 1994).

Israwaty (2013) melakukan Studi Pemisahan Emas dari Batuan Biji Emas Asal Daerah Poboya (Sulawesi Tengah) dengan Menggunakan Teknik *Flotation and Sink* dengan Media Tetrabromoetana (TBE). Hasil dari *teknik flotation and sink* ini menghasilkan kondisi optimum pemisahan bantuan dengan media TBE pada fraksi ukuran batuan 88-177 μm dengan kemampuan pemekatan sebesar 34 kali. Kandungan emas yang berhasil dipisahkan mencapai kandungan 0,69 %. Ukuran partikel batuan berpengaruh terhadap persen recovery TBE. Pada fraksi ukuran 177-231 μm memiliki % *recovery* terbesar yaitu sebesar 76,67 %.

Kryazhov, et.al (2014) melakukan penelitian tentang *Determination of Au, Pb, Ni and Co in mineral raw materials by atomic absorption spectroscopy with graphite furnace*. Penentuan kandungan emas, timbal, nikel, dan kobal ini dapat diukur dalam kisaran konsentrasi dari mg/g sampai ng/g. Metode yang dilakukan terdiri atas annealing, treatment dengan asam, dan dilanjutkan dengan ekstraksi. Metode ini juga dapat diterapkan untuk penentuan logam dalam bijihnya, batuan dan limbah industri pertambangan.

Şerife Saçmacı, et.al (2015) telah melakukan penelitian mengenai *Determination of Gold in Various Environment Samples by Flame Atomic Absorption Spectrometry Using Dispersive Liquid-Liquid Microextraction Sampling*. Penelitian bertujuan untuk mendeteksi jumlah ultra trace Au (III) di berbagai sampel dengan *flame atomic absorption spectrometry* menggunakan 1,5-diphenyl-1,3,5-pentanetrione sebagai *chelating agent*. Metode yang dikembangkan

berhasil diterapkan pada penentuan emas di catalytic converter, anoda slime, bijih dan sampel air laut dengan ambang batas yang bisa dideteksi hingga 1,1 ng/L.

Hisham K. Fouad, et al (2015), melalui penelitian tentang *The Application of Flame Atomic Absorption Spectrometry for Gold Determination in Some of Its Bearing Rocks*. Metode yang dikembangkan dirancang untuk penentuan emas secara langsung dalam medium organik dalam beberapa batuan dimentary (batu pasir halus, karbonat), pirit, serpentin dan emas standar internasional sampel (MA-1a) menggunakan *Flame Atomic Absorption Spectrometry* (FAAS). Ekstraksi menggunakan metil isobutil keton (MIBK) dan 3 M HCl yang merupakan kondisi optimal untuk mengekstraksi lebih dari 99% emas dari sampelnya.

Berdasarkan uraian di atas maka dilakukan penelitian tentang Analisis kandungan emas pada batuan sedimen dengan menggunakan Spektrofotometri Serapan atom (SSA), engan menggunakan nyala yang berasal dari udara-asetilen, pada panjang gelombang 242,8 nm.

Sampel diambil dari batuan yang berasal dari Silago kabupaten Dharmasraya. Rumusan masalah pada penelitian ini adalah “Bagaimanakah kondisi optimum penetapan kandungan Emas (Au) dan berapa kadar emas pada batuan sedimen dari Silago kabupaten Dharmasraya dengan metode SSA?” penelitian ini bertujuan untuk 1) mengetahui ukuran partikel batuan yang menghasilkan kadar emas maksimum, 2) mengetahui volume aquaregia yang menghasilkan kadar emas maksimum, 3) mengetahui kadar emas maksimum setelah penambahan tembaga untuk mengatasi gangguan pada penetapan kandungan emas di batuan.

Disamping itu juga dilakukan penambahan tembaga untuk mengatasi gangguan yang terjadi dalam penetapan kandungan emas secara Spektrofotometri Serapan atom (SSA).

METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen laboratorium. Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL), karena penelitian dilakukan pada kondisi yang terkontrol dan secara serentak (Sudjana, 1992).

2.1 Alat dan bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah plat pemanas, lumpang, neraca analitik, peralatan gelas (*beaker glass*, *volumetric glass*, labu kjedhal, pipet takar, labu ukur), ayakan (150, 180, 250, 355 μm), desikator, bola hisap, kertas Whatman no.1, dan SSA.

Bahan yang digunakan adalah HCl 12 M (pa), HNO_3 16 M (pa), $\text{H}(\text{AuCl}_4) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (kristal), $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (kristal), dan aquades.

2.2 Prosedur penelitin

2.2.1 Pembuatan larutan

Larutan Au^{+3} 1000 ppm: ditimbang 0,5228 g $\text{H}(\text{AuCl}_4) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ dan dimasukkan ke dalam gelas piala 100 ml lalu dilarutkan dengan 10 ml HCl 1:1. Larutan dimasukkan ke dalam labu ukur 250 ml dan diencerkan dengan aquades sampai tanda batas.

Larutan Au^{+3} 50 ppm

Dibuat dengan cara mengencerkan 12,5 ml larutan Au^{+3} 1000 ppm ke dalam labu ukur 250 ml dan diencerkan sampai tanda batas.

Larutan standar Au^{+3}

Konsentrasi larutan standar Au^{+3} yang digunakan adalah 0,2 ppm, 0,4 ppm, 0,6 ppm, 0,8 ppm, dan 1,0 ppm. Dibuat dengan cara mengencerkan berturut-turut 1 ml, 2 ml, 3 ml, 4 ml, dan 5 ml larutan Au^{+3} 50 ppm ke dalam 5 buah labu ukur 250 ml. Kemudian diencerkan dengan aquades sampai tanda batas.

Larutan Cu^{+2} 5000 ppm

Dibuat dengan cara melarutkan 6,7126 g $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dengan aquades, kemudian

dipindahkan ke dalam labu ukur 500 ml dan diencerkan dengan aquades sampai tanda batas.

Aquaregia

Dibuat dengan cara mencampurkan 100 ml asam klorida pekat dengan 50 ml asam nitrat pekat.

2.2.2 Persiapan sampel

Sampel batuan digerus, kemudian digiling sampai halus. Sampel yang telah halus diayak dengan ukuran 150, 180, 250, dan 355 µm.

2.2.3 Penentuan ukuran partikel sampel optimum

Ke dalam 4 buah labu kjedhal 100 ml dimasukkan masing-masing 1 g sampel dengan ukuran partikel yang bervariasi yaitu 150, 180, 250, dan 355 µm. Pada masing-masing labu ditambahkan 15 ml aquaregia lalu dididihkan di atas plat pemanas. Pemanasan dilakukan berulang kali sampai sampel larut dan didapatkan larutan akhir. Larutan didinginkan selama 10 menit dan ditambahkan 25 mL aquades, kemudian diuapkan kembali sampai terbentuk larutan yang berwarna kuning jernih. Larutan disaring dengan kertas Whatman no.1. Filtratnya ditampung dengan labu ukur 100ml dan diencerkan dengan aquades sampai tanda batas. Larutan siap diukur dengan SSA.

2.2.4 Penentuan volume pelarut optimum

Ke dalam 6 buah labu kjedhal dimasukkan masing-masing 1 g sampel dengan ukuran partikel optimum. Pada masing-masing labu dimasukkan secara berturut-turut 5, 10, 15, 20, 25, dan 30 ml aquaregia dan dididihkan di atas plat pemanas. Pemanasan dilakukan berulang kali sampai sampel larut dan didapatkan larutan akhir. Kemudian larutan didinginkan selama 10 menit dan ditambahkan 25 ml aquades. Larutan diuapkan kembali sampai terbentuk larutan

berwarna kuning jernih. Setelah itu disaring dengan kertas Whatman no.1. Filtratnya ditampung dengan labu ukur 100ml dan diencerkan dengan aquades sampai tanda batas. Larutan siap diukur dengan SSA.

2.2.5 Penentuan konsentrasi emas dalam sampel

Larutan standar Au⁺³ dengan konsentrasi 0,2 ; 0,4; 0,6; 0,8' dan 1,0 ppm diukur absorbannya dengan SSA pada panjang gelombang 242,8 nm. Sedangkan untuk sampel masing-masing 25 ml sampel hasil destruksi dimasukkan ke dalam wadah dan diukur absorbannya pada panjang gelombang 242,8 nm.

2.2.6 Penentuan gangguan pada penetapan emas dalam sampel

Ke dalam 2 buah labu ukur 100 ml dimasukkan masing-masing 10 ml larutan hasil destruksi yang memiliki konsentrasi Au tertinggi. Kemudian pada labu kedua ditambahkan 4 ml larutan standar Au⁺³ 100 ppm, selanjutnya kedua larutan dalam tabung diencerkan dengan aquades sampai tanda garis. Setelah itu absorban diukur dengan SSA dan ditentukan tingkat gangguannya dengan menggunakan rumus :

$$\text{Besarnya gangguan} = 100\% - \text{recovery Au}$$

$$\text{Recovery Au} = \frac{[\text{Au}]_2 - [\text{Au}]_1}{[\text{Au}]_{\text{standar}}} \times 100\%$$

Keterangan :

[Au]₂ = konsentrasi Au setelah penambahan standar

[Au]₁ = konsentrasi Au awal

2.2.7 Penambahan zat pembebas pada penetapan emas

Ke dalam 7 buah labu ukur 100 ml dimasukkan masing-masing 10 ml larutan hasil destruksi yang memiliki konsentrasi Au terbesar. Pada masing-masing labu

ditambahkan secara berturut-turut 0, 1, 2, 3, 4, 5, dan 6 ml Cu^{+2} 5000 ppm lalu diencerkan hingga tanda batas. Absorban masing-masing larutan diukur dengan SSA pada panjang gelombang 242,8 nm.

2.2.8 Penentuan kandungan emas pada kondisi optimum

Ke dalam labu ukur 100 ml dimasukkan 10 ml larutan hasil destruksi yang berasal dari sampel dengan ukuran partikel sampel batuan 150 μm dan volume aquaregia 25 ml. Kemudian ditambahkan 2 ml larutan Cu^{+2} 5000 ppm dan diencerkan dengan aquades sampai tanda batas. Absorban masing-masing larutan diukur dengan SSA pada panjang gelombang 242,8 nm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan kandungan emas yang terdapat pada batuan dari Silago kabupaten Dharmasraya dilakukan dengan cara mendestruksi sampel batuan menggunakan pelarut aquaregia.

3.1 Ukuran partikel sampel optimum

Variasi ukuran partikel yang digunakan adalah 150, 180, 250, dan 355 μm . Hasil pengukuran dengan SSA dapat dilihat pada Tabel 3 berikut:

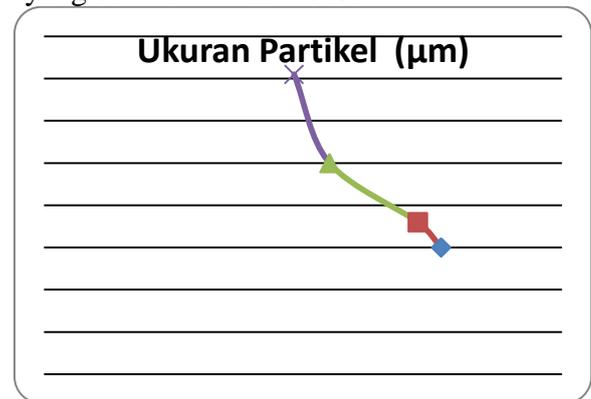
Tabel 3. Ukuran sampel

Ukuran Partikel (μm)	Ulangan 1 (ppm)	Ulangan 2 (ppm)	Ulangan 3 (ppm)	Rata-rata (ppm)	Rata-rat (mg/g)
150	0,6032	0,6342	0,603	0,6135	0,0614
180	0,5955	0,5723	0,5645	0,5774	0,0577
250	0,442	0,4484	0,4328	0,4411	0,0441
355	0,3555	0,3864	0,4174	0,3864	0,0386

Berdasarkan data pada Tabel 3, untuk menentukan ukuran sampel optimum dilakukan ulangan sebanyak tiga kali untuk setiap ukuran partikel sampel batuan. Dari rata-rata kandungan emas yang ditemukan, dapat dibuat kurva

hubungan antara ukuran partikel (μm) dengan rata-rata konsentrasi emas (ppm). Sehingga dari kurva dapat terlihat ukuran partikel optimum.

Data pada Gambar 1, dekomposisi batuan dilakukan dengan ukuran partikel 150 μm dalam pelarut aquaregia memberikan hasil pengukuran konsentrasi emas terbesar. Hal ini disebabkan pada ukuran 150 μm sampel terdekomposisi dengan lebih baik dibandingkan dengan sampel yang berukuran lebih besar.



Gambar 1. Kurva hubungan ukuran partikel (μm) dengan kadar emas (ppm)

Pada ukuran partikel 150 μm pelarut dapat melarutkan sampel lebih sempurna. Hal ini dapat dijelaskan bahwa semakin kecil ukuran partikel sampel, maka luas permukaan partikel semakin besar. Sehingga interaksi partikel dengan pelarut semakin besar, (Kolasinski, 2001). Dengan demikian semakin banyak jumlah logam emas yang larut dan pengukuran dengan SSA akan memberikan kadar emas lebih besar.

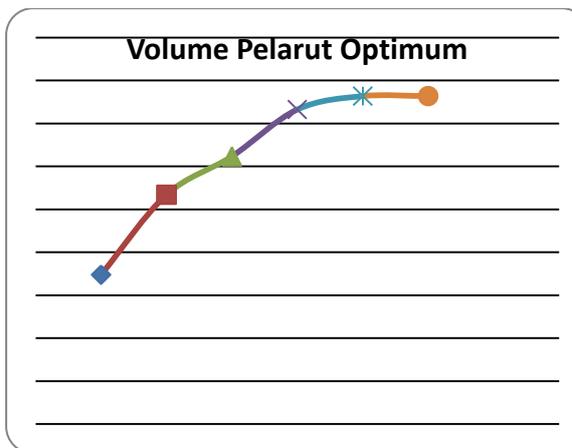
3.2 Volume pelarut optimum

Volume pelarut optimum untuk penetapan emas yang terdapat pada batuan dapat dilihat pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Volume Pelarut

Volume aquaregia (ml)	Ulangan 1 (ppm)	Ulangan 2 (ppm)	Ulangan 3 (ppm)	Rata-rata (ppm)	Rata-rata (mg/g)
5	0,3633	0,3476	0,3318	0,3476	0,0348
10	0,5526	0,5336	0,5152	0,5338	0,0534
15	0,6472	0,6165	0,6071	0,6233	0,0623
20	0,7417	0,726	0,7297	0,7325	0,0733
25	0,7733	0,7575	0,7604	0,7636	0,0764
30	0,7733	0,7575	0,7604	0,7636	0,0764

Berdasarkan data pada Tabel 4, untuk memperoleh volume pelarut optimum dilakukan tiga kali ulangan. Dari rata-rata kandungan emas, dapat dibuat kurva hubungan antara volume aquaregia yang ditambahkan (ml) dengan konsentrasi emas (ppm). Sehingga dari kurva dapat terlihat volume pelarut optimum.



Gambar 2. Kurva hubungan volume pelarut (ml) dengan kadar emas (ppm)

Dari Gambar 2 terlihat bahwa banyaknya emas yang terlarut dipengaruhi oleh volume pelarut. Semakin besar volume pelarut semakin banyak emas yang larut sampai pada suatu keadaan dimana penambahan volume pelarut tidak meningkatkan konsentrasi. Hal ini berarti bahwa semua emas yang terdapat pada batuan sudah terlarut (Hadipranoto, 1995).

Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa konsentrasi emas yang maksimum terdapat pada volume aquaregia 25 ml. Di atas volume 25 ml tidak memberikan peningkatan konsentrasi emas. Karena semua emas pada sampel sudah larut dengan sempurna.

3.3 Gangguan pada penetapan emas dalam sampel

Besarnya tingkat gangguan pada penetapan emas pada sampel batuan dapat dilihat pada Tabel 5 berikut:

Tabel 5. Data gangguan pada penetapan emas

sampel (ml)	[Au] standar (ppm)	[Au] sampel (ppm)	Tingkat gangguan (%)
10 ml	0	0,6168	0
10 ml	4	3,0252	39,795

Dari data pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa terdapat gangguan sebesar 39,795%. Pengganggu dalam penentuan kandungan emas ini dapat disebabkan oleh adanya gangguan kimia dalam nyala akibat keberadaa logam-logam lain yang dapat mempengaruhi absorban dari analit yang diukur dengan SSA. Gangguan kimia dapat terjadi bila unsur yang dianalisis bereaksi dengan senyawa lain yang terdapat di dalam larutan membentuk senyawa stabil secara termal, yang sulit terdissosiasi dalam nyala. Hal ini dapat mengurangi atom netral yang terbentuk dalam nyala (Anonim, 1994).

3.4 Penambahan zat pembebas untuk mengatasi gangguan

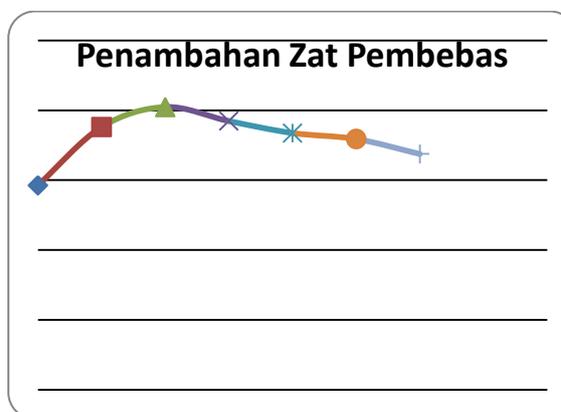
Penambahan tembaga (Cu) sebagai zat pembebas dilakukan pada kondisi optimum yang sudah ditemukan sebelumnya. Dengan 1 g sampel dalam 100 ml larutan, ukuran partikel 150 µm, dan volume pelarut 25 mL. Data hasil pengukurannya dapat dilihat pada Tabel 6 di bawah ini:

Tabel 6. Penambahan zat pembebas

[Cu] (ppm)	[Au] (ppm)		Rata-rata (ppm)	Rata-rat (mg/g)
	Ulangan 1	Ulangan 2		
0	0,5720	0,5979	0,585	0,0585
50	0,7605	0,7433	0,7519	0,0752
100	0,8119	0,8066	0,8093	0,0809
150	0,7776	0,7605	0,7691	0,0769
200	0,7433	0,7262	0,7348	0,0735
250	0,7262	0,7091	0,7177	0,0718
300	0,692	0,692	0,6749	0,0675

Berdasarkan data pada Tabel 6, dapat dibuat kurva hubungan antara penambahan zat pembebas (tembaga) dengan konsentrasi emas (ppm). Sehingga dari kurva dapat terlihat kadar emas optimum.

Dari gambar 3 terlihat bahwa penambahan zat pembebas dalam penentuan kandungan emas pada sampel batuan, yang memberikan konsentrasi emas terbesar adalah pada penambahan [Cu] 100 ppm. di mana pada kondisi ini kadar emas yang ditemukan adalah 0,8093 ppm.



Gambar 3. Kurva hubungan penambahan tembaga dengan kadar emas

Tembaga dapat digunakan sebagai zat pembebas pada penentuan emas karena kereaktifan tembaga terhadap pengganggu lebih besar dari pada emas (Anonim, 1994). Disamping itu tembaga memiliki energi ionisasi yang lebih kecil bila dibandingkan dengan

emas sehingga mampu mengikat pengganggu. Dengan demikian tembaga dapat mengikat pengganggu dan emas dapat dibebaskan.

Pada penambahan tembaga yang menghasilkan konsentrasi emas terbesar adalah pada penambahan 100 ppm dengan konsentrasi emas terbesar adalah pada penambahan 100 ppm. Konsentrasi emas yang diperoleh adalah 0,0809 mg/g. Penambahan tembaga ini mampu mengikat pengganggu dimana tembaga akan berkompetisi dengan emas dalam mengikat pengganggu. Tembaga lebih reaktif daripada emas (Heslop, 1960), sehingga tembaga mampu mengikat pengganggu yang telah bersenyawa dengan emas. Dengan demikian pembentukan atom netral Au^0 dapat berlangsung kembali.

3.5 Kadar emas pada kondisi optimum

Dari serangkaian percobaan dan data yang diperoleh berdasarkan kondisi-kondisi optimum, maka dilakukan penentuan emas pada kondisi optimum tersebut, yaitu ukuran partikel batuan 150 μ m, volume pelarut 25 ml, dan penambahan zat pembebas 100 ppm. Hasil pengukuran pada kondisi tersebut dapat dilihat pada Tabel 7 dibawah ini:

Tabel 7. Kadar emas pada kondisi optimum

Ukuran partikel	Vol. Pelarut	Zat pembebas	Kadar Emas	
150 μ m	25 ml	100 ppm	0,0811 mg/g	0,0008%

Dari data pada Tabel 7 pada kondisi optimum diperoleh kandungan emas dalam batuan sebesar 0,0811 mg/g atau 0,0008 %.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa kondisi optimum yang memberikan kadar emas terbesar adalah pada ukuran partikel

150 μm , volume pelarut 25 ml, penambahan tembaga sebagai zat pembebas 100 ppm. Kandungan emas yang diperoleh pada sampel batuan dari Silago Kabupaten Dharmasraya adalah 0,0811 mg/g atau 0,0008%.

REFERENSI

Anonim. 1994. *Analytical Method for Atomic Absorption Spectrometry*. America: Perkin Elmer Cooperation.

Aoki, Masahiro. 1996. *Ephitermal Gold Deposit, Geothermal System and Volcanoes*. Tokyo: Geological Survey.

Cotton and Wilkinson. 1988. *Advance Inorganic Chemistry*. New York ; Jhon Willey and Sons.

Foster, Robert. 1980. *Geology*. Colombus : Abell&Howell Company

Hadipranoto, Ngatijo. 1995. *Penentuan Kandungan Au, Ag, Pb, Cu, Zn, Fe, Da, dan Mn dalam Batuan Sulfida Secara SSA*. Bandung: LIPI.

Henderson, Paul. 1986. *Inorganic Geochemistry*. Oxford: Pergamon Press.

Heslop. 1960. *Inorganic Chemistry*. New York: Elsevier Publishing Company

Hisham K. Fouad, *et.al.* 2015. The Application of Flame Atomic Absorption Spectrometry for Gold Determination in Some of Its Bearing Rocks. *American Journal of Analytical Chemistry*, 2015, 6, page 411-421. *online* at <http://www.scirp.org/journal/ajac>. Diakses 6 Maret 2016.

Israwaty, Ila. 2013. Studi Pemisahan Emas dari Batuan Bijih Emas Asal Daerah Poboya (Sulawesi Tengah) dengan Menggunakan Teknik *Flotation and Sink* dengan Media Tetrabromoetana

(TBE). *Jurnal Chemica* Vol. 14 Nomor 1,hal. 84 - 90

Katili dan Marks. 1963. *Geologi*. Jakarta: Departemen Urusan Research Nasional.

Khopkar dan Suminar. 1990. *Konsep dasar Kimia Analitik*. Jakarta; Erlangga

Kolasinski, Kurt W. *Surface Science*. New York: John Willey and Sons

Liptrop. 1975. *Modern Inorganic Chemistry*. Mill&Boon Limited.

Kryazhov, *et.al.* 2014. Determination of Au, Pb, Ni and Co in mineral raw materials by atomic absorption spectroscopy with graphite furnace. *Procedia Chemistry* 10 page 437 – 440. *Online* at www.sciencedirect.com. Diakses 6 Maret 2016.

Shagir, Alif MH. 2016. *7 Lapisan Bumi*. *Online* at <http://www.alifmh-shagir.com>. Diakses 16 November 2017.

Şerife Saçmacı, *et.al.* 2015. Determination of Gold in Various Environment Samples by Flame Atomic Absorption Spectrometry Using Dispersive Liquid-Liquid Microextraction Sampling. *Croatica Chemica Acta* 88 (2) page 113 – 119.

Pescok, *et.al.* 1976. *Modern Method of Chemical Analysis*. New York : Willey and Sons

Vogel. 1985. *Analisa Anorganik Kualitatif Makro dan Semi Mikro Bagian II*. Jakarta; Kalman Media Pustaka.