

A Review: Identifikasi Mineral Sulfida Dengan Perbandingan Metode Iodometri dan Spektrofotometri

Randa Saputra¹, Fauziah DD¹, Muhammad Nur Alam^{2*}

¹Program Studi Sarjana Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Makassar, Makassar, Indonesia

^{2*}Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Makassar, Makassar, Indonesia

ARTICLE INFORMATION

Received: 12, Mei, 2025

Accepted: 3, Juni, 2025

Published: 9, Juni, 2025

KEYWORD

Mineral sulfida, Iodometri, Spektrofotometri, Analisis kimia,

Sulfide mineral; Iodometry; Spektrofotometri; Chemical Analysis

CORRESPONDING AUTHOR

E-mail : m.nur.alam@unm.ac.id

ABSTRACT

Identifikasi mineral sulfida merupakan langkah penting dalam industri pertambangan dan metalurgi. Penelitian ini bertujuan membandingkan dua metode analisis kimia, yaitu iodometri dan spektrometri, dalam mengidentifikasi kandungan mineral sulfida. Metode iodometri dilakukan melalui titrasi redoks menggunakan larutan iodin, sedangkan spektrometri menggunakan pengukuran serapan cahaya pada panjang gelombang tertentu. Kedua metode diuji pada sampel mineral sulfida seperti pirit (FeS_2), galena (PbS), dan kalkopirit (CuFeS_2). Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode spektrometri memberikan akurasi dan presisi lebih tinggi, terutama untuk konsentrasi rendah, karena sensitivitas instrumen. Sementara itu, iodometri tetap efektif untuk analisis cepat di lapangan dengan biaya lebih rendah, meskipun rentan terhadap interferensi ion pengganggu. Kesimpulannya, pemilihan metode tergantung pada tujuan analisis, ketersediaan peralatan, dan tingkat ketelitian yang dibutuhkan.

Identification of sulfide minerals is an important step in the mining and metallurgical industry. This study aims to compare two chemical analysis methods, namely iodometry and spectrometry, in identifying sulfide mineral content. The iodometry method is carried out through redox titration using iodine solution, while spectrometry uses light absorption measurements at certain wavelengths. Both methods were tested on sulfide mineral samples such as pyrite (FeS_2), galena (PbS), and chalcopyrite (CuFeS_2). The results showed that the spectrometry method provided higher accuracy and precision, especially for low concentrations, due to the sensitivity of the instrument. Meanwhile, iodometry remains effective for rapid field analysis at a lower cost, although it is susceptible to interference from interfering ions. In conclusion, the choice of method depends on the purpose of the analysis, the availability of equipment, and the level of accuracy required.

PENDAHULUAN

Mineral sulfida merupakan salah satu kelompok mineral yang penting secara ekonomi dan geologi, karena mengandung berbagai logam berharga seperti besi (Fe), tembaga (Cu), nikel (Ni), timbal (Pb), seng (Zn), krom (Cr), dan perak (Ag) yang banyak dimanfaatkan dalam berbagai industri. Mineral sulfida terbentuk terutama melalui proses hidrotermal, yaitu interaksi larutan panas yang kaya belerang dengan batuan di sekitar sumber magma atau aktivitas vulkanik, sehingga menghasilkan endapan mineral yang kaya akan logam-logam tersebut. Keberadaan mineral sulfida ini sangat melimpah di Indonesia, yang dikenal sebagai negara dengan sumber daya mineral yang besar dan beragam, terutama di daerah-daerah yang memiliki aktivitas vulkanik dan geologi kompleks.

Analisis kandungan mineral sulfida menjadi sangat penting dalam konteks eksplorasi dan pemanfaatan sumber daya mineral. Dengan mengetahui komposisi kimia dan jenis mineral sulfida yang ada, dapat diperkirakan potensi ekonomi suatu endapan serta menentukan metode pengolahan yang paling efektif. Misalnya, kandungan besi yang tinggi dalam mineral sulfida seperti pirit (FeS_2) dapat

mengganggu analisis unsur lain seperti kromium (Cr) dan nikel (Ni) karena adanya reaksi kompetisi dalam proses pengompleksan saat analisis spektrofotometri. Oleh karena itu, teknik analisis yang tepat dan pengolahan sampel yang cermat sangat dibutuhkan untuk mendapatkan hasil yang akurat.

Beberapa metode analisis kandungan mineral sulfida yang umum digunakan meliputi teknik spektrofotometri UV-Vis, X-Ray Fluorescence (XRF), dan X-Ray Diffraction (XRD), serta metode geofisika seperti geolistrik dan induksi polarisasi untuk mengidentifikasi sebaran mineral sulfida di bawah permukaan. Penggunaan metode geolistrik dan induksi polarisasi sangat membantu dalam eksplorasi karena mampu memberikan gambaran karakteristik cebakan mineral sulfida tanpa harus melakukan penggalian langsung. Selain itu, metode kimiawi seperti pengompleksan dengan Alisarin Red S (ARS) juga digunakan untuk menentukan kandungan logam seperti Ni dan Mn dalam mineral sulfida, meskipun perlu diatasi gangguan dari ion Fe^{3+} yang dominan dalam mineral tersebut.

Selain aspek ekonomi, analisis mineral sulfida juga penting dari sisi lingkungan. Mineral sulfida yang teroksidasi saat terekspos udara dan air dapat menghasilkan air asam tambang (acid mine drainage) yang berpotensi mencemari lingkungan sekitar tambang. Oleh karena itu, pemahaman karakteristik mineral sulfida dan kandungannya juga menjadi dasar untuk mengelola dampak lingkungan dari aktivitas pertambangan. Studi alterasi dan mineralisasi bijih sulfida juga membantu dalam memahami paragenesa pembentukan endapan mineral, yang sangat berguna dalam perencanaan eksplorasi dan pengembangan wilayah pertambangan. Penelitian-penelitian terbaru dalam 5 tahun terakhir banyak menyoroti aspek karakterisasi mineral sulfida dengan menggunakan metode geofisika dan kimia modern untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi eksplorasi. Misalnya, penelitian di daerah Libureng, Sulawesi Selatan, menggunakan metode geomagnetik dan forward modeling untuk mengidentifikasi sebaran mineral sulfida disseminated yang berasosiasi dengan batuan sedimen dan batuan beku, menunjukkan potensi endapan mineral yang dapat dikembangkan. Penelitian lain di daerah Polewali Mandar, Sulawesi Barat, mengkaji alterasi dan mineralisasi bijih sulfida untuk mengetahui tipe endapan hidrotermal dan paragenesa mineral, yang sangat penting untuk pengembangan sumber daya mineral di daerah tersebut. Secara keseluruhan, analisis kandungan mineral sulfida merupakan langkah krusial dalam rangka eksplorasi sumber daya mineral yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Dengan kemajuan teknologi analisis dan metode eksplorasi geofisika, diharapkan dapat diperoleh data yang lebih akurat untuk mendukung pengelolaan sumber daya mineral sulfida secara optimal. Hal ini juga sejalan dengan kebutuhan industri yang terus meningkat akan logam-logam yang berasal dari mineral sulfida, sehingga penelitian dan pengembangan di bidang ini tetap menjadi fokus penting dalam ilmu kebumih dan teknologi pertambangan.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah tinjauan pustaka, dengan mengumpulkan berbagai literatur yang dipublikasikan pada tahun 2019-2024 tentang ruang lingkup Identifikasi Mineral Sulfida Dengan Perbandingan Metode Iodometri dan Spektrofotometri. Data dan informasi dalam penelitian ini diperoleh melalui data sekunder pada jurnal, tesis, dan literatur dari internet, yang sumber informasinya dapat diperoleh dari beberapa sumber, antara lain Google Scholar, SCOPUS, Science Direct, doaj.org, repositori universitas, dll. Sumber referensi yang telah diperoleh kemudian dipilih. Jika ada referensi yang tidak terkait dengan Kandungan Mineral sulfida, maka tidak dapat digunakan. Sumber koneksi awal yang diperoleh kemudian dilakukan proses seleksi minimal 10 artikel. Langkah selanjutnya yang dilakukan setelah proses seleksi sumber referensi adalah meninjau literatur dengan menganalisis masing-masing sumber referensi, mengkritik presentasi yang diberikan, dan membandingkan satu literatur dengan literatur lainnya.

HASIL DAN PEMAHASAN

Uji Stabilitas Larutan Sulfida Secara Iodometri

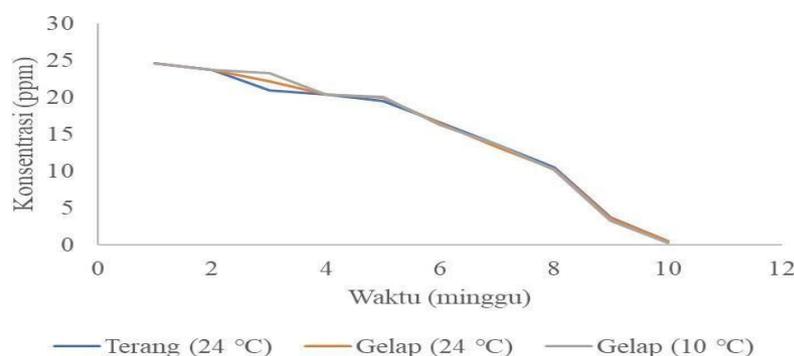
Uji stabilitas larutan sulfida dilakukan dengan metode iodometri. Prinsip dasar dari metode titrasi iodometri adalah penambahan berlebih ion iodida ke dalam larutan kromium. Ion kromium yang ada dalam larutan akan mengoksidasi ion iodida menjadi iod. Ion yang bebas kemudian dapat dititrasi dengan natrium tiosulfat (Feladita dkk. 2018). Volume natrium tiosulfat yang digunakan sebagai titran sesuai dengan iodium yang dihasilkan sebagai titran dan jumlah sampel. Pada titrasi iodometri, indikator yang digunakan untuk menentukan kadar sulfida adalah indikator pati. Penggunaan indikator

pati dapat menghasilkan warna biru tua dari kompleks iodin-pati, sehingga indikator ini berfungsi sebagai uji yang sangat sensitif terhadap iodin. Standardisasi larutan natrium tiosulfat dengan larutan kalium dikromat dan kalium iodida untuk menentukan normalitas natrium tiosulfat. Selama titrasi berlangsung, kalium dikromat dan kalium iodida bereaksi dalam suasana asam membentuk iodin dan melepaskan iod, sehingga asam klorida ditambahkan untuk mengontrol keasaman larutan (Asip & Okta, 2013). Standardisasi iodin dengan natrium tiosulfat dilakukan untuk mengetahui konsentrasi iodin yang digunakan sebagai larutan baku penentuan kadar sulfida. Reaksi yang terjadi antara iodin dan natrium tiosulfat, yaitu natrium tiosulfat dioksidasi menjadi tetrathionat oleh iodin dan iodin direduksi menjadi iodida.

Tabel 1. Kosentrasi sulfida dalam larutan (ppm) pada masa simpan selama 90 hari sebagai data uji stabilitas

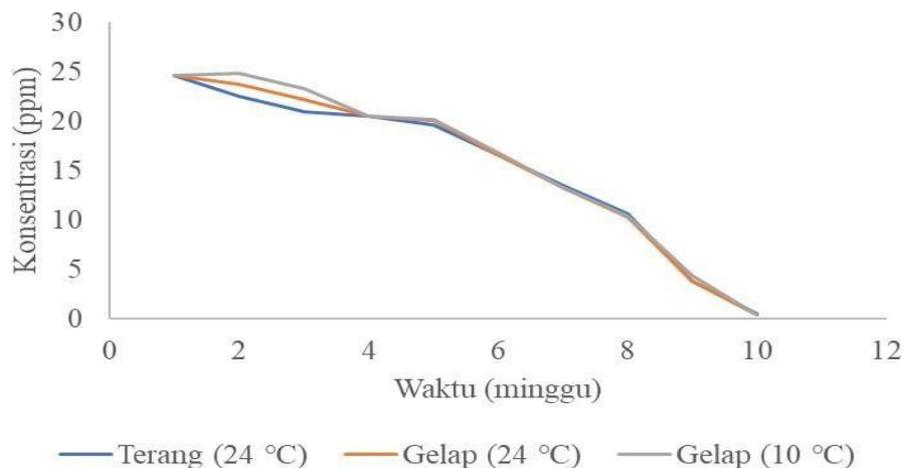
Tempat Penyimpanan	Tanggal/konsentrasi (ppm)									
	12/05	17/05	19/05	22/05	24/05	26/05	29/05	31/05	14/06	10/08
BPP Terang (24°C)	25,7	23,72	20,40	19,38	19,84	16,60	13,61	10,54	3,733	0,49
BPP Gelap (24°C)	26,97	23,72	20,40	19,94	21,01	16,49	13,27	10,30	3,61	0,48
BPP Gelap (10°C)	29,32	27,28	20,40	20,06	23,34	16,26	13,61	10,30	3,26	0,31
BKT Terang (24°C)	25,7	22,53	19,81	19,15	18,67	15,92	12,69	9,95	3,15	0,56
BKT Gelap (24°C)	25,80	22,54	19,93	19,49	19,84	16,38	12,92	10,19	3,61	0,44
BKT Gelap (10°C)	26,97	26,09	20,17	19,94	23,34	16,49	13,38	10,30	3,5	0,38
BKG Terang (24°C)	25,7	23,72	20,52	20,17	19,84	16,60	13,50	10,65	3,85	0,32
BKG Gelap (24°C)	25,80	26,09	20,52	19,60	22,17	16,60	13,27	10,30	3,85	0,36
BKG Gelap (10°C)	30,49	26,09	20,52	19,94	23,34	16,83	13,27	10,42	4,43	0,33

Uji stabilitas larutan sulfida dilakukan dengan metode iodometri dengan total 27 sampel dan dilakukan selama 90 hari. Gambar 1 menunjukkan hubungan antara konsentrasi dengan waktu yang menginterpretasikan hasil uji stabilitas larutan sulfida pada botol plastik putih (BPP) berdasarkan data pada Tabel 2. Kadar sulfida pada sampel BPP ulangan ke 3 di suhu ruang dan di tempat terang menunjukkan hasil penurunan tertinggi dan sampel BPP penurunan terendah pada ulangan ke 2 di suhu dingin dan di tempat gelap.



Gambar 1. Konsentrasi sulfida dalam larutan yang disimpan selama 90 hari dan disimpan dalam botol plastik putih

Gambar 2 menunjukkan grafik uji stabilitas larutan sulfida pada botol kaca transparan (BKT). Kadar sulfida pada sampel BKT ulangan ke 3 di suhu ruang dan di tempat terang menunjukkan hasil penurunan tertinggi dan sampel BKT ulangan ke 1 di suhu dingin dan di tempat gelap menunjukkan hasil penurunan terendah.



Gambar 2. Grafik uji stabilitas larutan sulfida

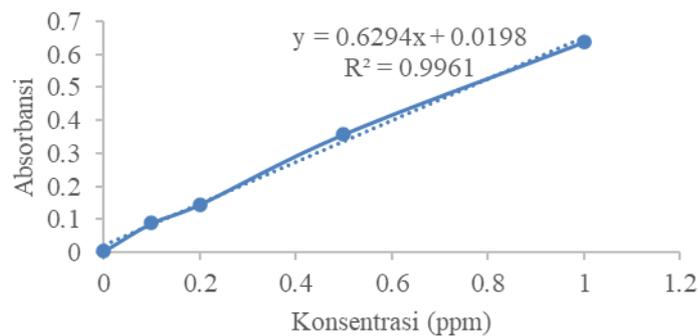
Gambar 2 menunjukkan grafik uji stabilitas larutan sulfida pada botol kaca gelap (BKG). Kadar sulfida pada sampel BKG ulangan ke 2 di suhu ruang dan di tempat terang menunjukkan hasil penurunan tertinggi dan sampel BKG ulangan ke 3 di suhu dingin dan di tempat gelap menunjukkan hasil penurunan terendah. Sumber larutan sulfida yang digunakan berasal dari natrium sulfida. Natrium sulfida mengalami degradasi akibat pengaruh lingkungan dari Na_2S menjadi 2Na^+ dan S^{2-} . Berdasarkan hasil kadar sulfida pada ketiga botol penyimpanan dapat dilihat bahwa penurunan kadar sulfida tertinggi jika botol kaca terang disimpan di suhu ruang dan ditempat yang terang, sedangkan penurunan terendah jika botol kaca gelap disimpan pada suhu dingin ditempat gelap.

Penentuan Slope Larutan Sulfida Secara Spektrofotometri

Penentuan slope larutan sulfida dilakukan dengan metode spektrofotometri menggunakan Spektrofotometer UV-Vis yang mengacu pada SNI 19-7117.7-2005. Prinsip dari metode ini adalah hidrogen sulfida direaksikan dengan N,N-dimetil-p- fenilenediamin dan Fe(III) dalam suasana asam yang akan membentuk senyawa metilen biru dan diukur serapannya pada panjang gelombang 664 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Sulfida yang bereaksi dengan reagen N,N- dimetil-p- fenilenediamin dan Fe(III) akan membentuk metilen biru. Fe(III) mengoksidasi terlebih dahulu reagen N,N-dimetil-p-fenilindiamin untuk membentuk senyawa intermediet, kemudian mereduksi senyawa intermediet tersebut untuk membentuk zat warna metilen biru (Amelia, 2021). Selanjutnya, dibuat kurva kalibrasi hubungan antara konsentrasi sulfida dengan absorbansi larutan standar dengan variasi konsentrasi 0; 0,1; 0,2; 0,5; 1; dan 2 ppm. Tabel 2 menunjukkan nilai absorbansi larutan sulfida dengan 5 konsentrasi. Berdasarkan tabel tersebut semakin tinggi konsentrasi sulfida maka semakin tinggi nilai absorbansi yang dihasilkan. Nilai absorbansi yang diperoleh memiliki korelasi yang nyata terhadap konsentrasi, yaitu terjadi peningkatan pada konsentrasi akan diikuti dengan peningkatan dari nilai absorbansi (Ilahi dkk., 2021). Hubungan antara konsentrasi dan absorbansi dinyatakan dengan kurva kalibrasi.

Tabel 2. Nilai absorbansi larutan sulfida secara spektrofotometer

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0,1	0,089
0,2	0,145
0,5	0,358
1	0,637
2	1,293



Gambar 3. Kurva kalibrasi kadar sulfida

Berdasarkan hasil kurva kalibrasi pada Gambar 5 diperoleh persamaan regresi linier $y = 0,6294x + 0,0198$ dengan koefisien korelasi (R^2) sebesar 0,9961. Kurva kalibrasi menunjukkan hubungan yang linier antara konsentrasi dengan absorbansi, yang menunjukkan peningkatan linearitas. Nilai ini menunjukkan bahwa kurva kalibrasi larutan standar memenuhi persyaratan linieritas karena berada pada rentang 0,9 – 1 (Ngibad & Herawati, 2019).

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, larutan sulfida dapat dibuat dengan mereaksikan hidrogensulfida dan natrium hidroksida menggunakan generator sederhana. Penggunaan berbagai jenis botol penyimpanan yang berbeda, yaitu botol plastik putih (HDPE), botol kaca transparan, dan botol kaca gelap tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kuantitas larutan sulfida. Kurva kalibrasi sulfida menunjukkan hasil yang baik dengan R^2 sebesar 0,9961. Berdasarkan ketiga hasil uji menunjukkan larutan sulfida mudah mengalami oksidasi yang dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti cahaya matahari, tempat penyimpanan, dan suhu penyimpanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Fitrah, M. (2017). *Identifikasi Sebaran Mineral Sulfida (Pirit) Menggunakan Metode Geomagnet Di Daerah Libureng Kabupaten Bone* (Doctoral Dissertation, Universitas Hasanuddin).
- Pote, L. L., & Nadut, A. (2022). Characterization And Chemical Composition Of Sulfide Ores Origin From Wanggameti Village, Matawai Lapawu District, East Sumba Regency. *Indonesian Journal Of Chemical Research*, 18-25.
- Purwariadi, I. (2020). Sphalerite And Pyrite On Kuroko-Type Ore Deposit: A Case Study Of Phase Ambiguity And Its Prediction Technique By Means Of X-Ray Diffraction Analysis. *Jurnal Geologi Dan Sumberdaya Mineral*, 21(2), 85-91.
- Siregar, L. M. P., & Nuriman, F. (2015). Analisis Perbandingan Mineral Sulfida Dengan Metode Blasthole Mapping Untuk Mengetahui Estimasi Kadar Tembaga (Cu) Pada Line Açexâe Daerah Batu Hijau, Newmont Nusa Tenggara. *Retii*.

- Purawiardi, I. (2020). Analisis Sulfur Berstruktur Kristal Trigonal Pada Endapan Bijih Tipe Kuroko Dengan Metode Lutts. *Metalurgi Majalah Ilmu Dan Teknologi* 1: 1 - 12 .Www.Ejurnalmaterialmetalurgi.Com
- Panai, A, A, H, Dkk. (2024). Karakteristik Mineralisasi Endapan Epitermal Di Daerah Hulawa Kecamatan Buntulia, Kabupaten Pohuwato. *Jurnal Penelitian Geografi (Geojpg)* Vol. 3, No.2, Desember 2024, Hal 58-66
- Lismawaty, Dkk. (2023). Penentuan Endapan Emas Epitermal Sulfida Tinggi Berdasarkan Analisa Mineral Alterasi Di Daerah Martabe,Tapanuli Selatan Sumatera Utara. *Jurnal Sains Dan Teknologiistp*, Vol. 19, No.02, Juli 2023 Pissn 2356-0878, Eissn 2714-6758
- Gibran, F, Dkk. (2024).Studi Pendahuluan Endapan Epitermal Sulfida Tinggi Pada Daerah Bakan Kabupaten Bolaang Mongondow, Provinsi Sulawesi Utara. *Padjadjaran Geoscience Journal*. Vol. 8, No. 4, Agustus 2024: 2131-2140
- Putra, S, U, B & Sufriadin. (2024). Studi Benefisiasi Bijih Tembaga Sulfida Menggunakan Metode Flotasi Kolom. *Jurnal Teknologi Pertambangan Dan Geosains* E-Issn : 3046-8612
- Verdiansyah, O. (2023). Karakteristik Mineralogi Pada Vein Tembaga Kluwih, Pacitan, Jawa Timur. *Kurvatek*, 8(2), 133-142.