MASALIQ
Jurnal Pendidikan dan Sains

e-ISSN: 2808-8115
p-ISSN: 2809-1051

Terindeks: Sinta 5, Copernicus, Dimensions, Scilit, Lens, Crossref, Garuda, Google Scholar, Base, etc

https://doi.org/10.58578/masaliq.v5i6.7741

PENENTUAN KADAR LOGAM Fe PADA AIR SUMUR DI KOTA PADANG DENGAN METODE SPEKTROMETRI SERAPAN ATOM (SSA)

Determination of Fe Metal Levels in Well Water in Padang City Using Atomic Absorption Spectrometry (AAS) Method

Intan Anika Putri & Rahadian Zainul
Universitas Negeri Padang
intananikaputri2708@gmail.com

Article Info:

Submitted:	Revised:	Accepted:	Published:
Sep 19, 2025	Oct 10, 2025	Oct 22, 2025	Oct 27, 2025

Abstract

Well water is a primary water source for communities and is vulnerable to contamination by heavy metals, particularly iron (Fe), which, at high concentrations, can cause organoleptic issues such as unpleasant odor, taste, and color, as well as pose health risks. According to Indonesian Ministry of Health Regulation No. 32 of 2017, the maximum allowable Fe content in water is 1 mg/L. This study aims to determine the concentration of Fe in well water samples from Padang City and evaluate the analytical data quality using Atomic Absorption Spectrometry (AAS). Water samples were collected and preserved with HNO_3 to maintain pH < 2, then analyzed using AAS at a wavelength of 248.3 nm. Method performance evaluation showed reliable analytical quality, with a calibration curve coefficient of determination (R^2) of 0.9958, indicating excellent linearity. Accuracy validation through spike tests yielded recovery values within the acceptable range (85%–115%). However, the Relative Percent Difference (RPD) of duplicate samples indicated relatively high variability in precision (14.667%–26.415%), suggesting a need for optimization in the sample preparation stage. Despite

Masaliq Journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License

this, precision in spike quality control showed excellent results, with an RPD of 0.221%. Quantitative analysis showed that all well water samples had Fe concentrations below the instrument detection limit, indicating compliance with water quality standards and general safety for sanitation and hygiene purposes.

Keywords: Atomic Absorption Spectrometry (AAS); Iron (Fe); Well Water; Water Quality; Method Validation

Abstrak: Air sumur merupakan sumber air utama bagi masyarakat yang rentan terhadap kontaminasi logam berat, khususnya logam besi (Fe), yang dalam konsentrasi tinggi dapat menimbulkan gangguan organoleptik seperti bau, rasa, dan warna, serta berisiko terhadap kesehatan. Berdasarkan Permenkes RI No. 32 Tahun 2017, batas maksimum kandungan Fe yang diperbolehkan dalam air adalah 1 mg/L. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kadar logam Fe dalam sampel air sumur di Kota Padang serta mengevaluasi kualitas data analitis menggunakan *Spektrometri Serapan Atom* (SSA). Sampel air diambil dan diawetkan menggunakan HNO_3 hingga pH < 2, lalu dianalisis menggunakan SSA pada panjang gelombang 248,3 nm. Evaluasi kualitas metode menunjukkan performa analitik yang andal, dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9958 dari kurva kalibrasi, menunjukkan linearitas yang sangat baik. Validasi akurasi melalui uji *spike* menghasilkan nilai *recovery* dalam rentang yang dapat diterima (85%–115%). Namun demikian, nilai *Relative Percent Difference* (RPD) pada sampel duplo menunjukkan variasi presisi yang cukup tinggi (14,667%–26,415%), menandakan perlunya optimalisasi pada tahap preparasi sampel. Meskipun demikian, presisi kontrol kualitas dari *spike* menunjukkan hasil sangat baik dengan RPD sebesar 0,221%. Hasil kuantitatif menunjukkan bahwa seluruh sampel air sumur memiliki kadar Fe di bawah batas deteksi instrumen, sehingga secara umum memenuhi syarat baku mutu air dan aman untuk keperluan sanitasi serta higiene.

Kata Kunci: *Spektrometri Serapan Atom* (SSA); Logam Besi (Fe); Air Sumur; Kualitas Air; Validasi Metode.

PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam vital yang berperan penting dalam menjaga keberlangsungan kehidupan dan kesehatan manusia (Febriwani et al., 2019). Ketersediaan air bersih menjadi isu global yang sangat krusial, sebagaimana tercantum dalam Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) ke-6, yaitu menjamin ketersediaan dan pengelolaan air bersih serta sanitasi untuk semua (UNICEF, 2022). Di Indonesia, sebagian besar masyarakat masih mengandalkan air sumur sebagai sumber utama untuk kebutuhan domestik. Namun demikian, kualitas air sumur sangat rentan terhadap kontaminasi akibat aktivitas antropogenik dan proses alami yang dapat menurunkan mutu air (Rumhayati, 2019).

Salah satu kontaminan yang sering dijumpai pada air sumur adalah logam Besi (Fe). Unsur ini sebenarnya merupakan mikronutrien penting bagi tubuh manusia, terutama dalam proses pembentukan hemoglobin. Akan tetapi, kadar Fe yang melebihi batas wajar dapat menimbulkan gangguan organoleptik seperti perubahan warna, bau, dan rasa air (Putri & Yudhastuti, 2013). Selain itu, keberadaan Fe yang tinggi juga bersifat korosif, meninggalkan noda kuning pada peralatan rumah tangga, serta dapat mengindikasikan adanya oksidasi berlebih dalam sistem air tanah (Poltekkes Kemenkes Jogja, 2022). Studi oleh Suryani et al. (2022) menunjukkan bahwa peningkatan kadar Fe di atas ambang batas dapat memicu gangguan pencernaan dan menurunkan daya terima air untuk konsumsi harian.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Poltekkes Kemenkes Padang (2024) menemukan bahwa beberapa sumur gali di Kota Padang memiliki variasi kadar Fe akibat perbedaan karakteristik geologi dan aktivitas rumah tangga di sekitar sumber air. Namun, sebagian besar studi tersebut masih terbatas pada penentuan kadar tanpa evaluasi akurasi dan presisi metode analisis yang digunakan. Di sisi lain, teknologi Spektrometri Serapan Atom (SSA) terbukti mampu memberikan hasil yang sensitif dan selektif terhadap unsur logam dengan konsentrasi sangat rendah (San Jaya et al., 2020; Zhafrani, 2022).

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menentukan kadar logam Fe pada air sumur di Kota Padang menggunakan metode SSA serta mengevaluasi kualitas data analitis melalui uji linearitas, presisi, dan akurasi metode. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar ilmiah dalam pengawasan kualitas air tanah dan mendukung penerapan baku mutu lingkungan sesuai Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 32 Tahun 2017 tentang standar kesehatan air untuk keperluan higiene dan sanitasi.

METODE

1. Persiapan dan Pengawetan Sampel

Sampel air sumur diambil menggunakan wadah polietilen yang telah dicuci dan dibilas secara ketat untuk memastikan bebas kontaminan. Segera setelah pengambilan, sampel diawetkan (preservasi) di lokasi dengan menambahkan Asam Nitrat pekat (HNO_3) (*pro analysis*) hingga mencapai nilai pH kurang dari 2. Proses pengawetan ini berfungsi untuk menjaga stabilitas ion logam Fe di dalam larutan dan mencegah pengendapan atau penyerapan logam pada dinding wadah. Sebelum analisis, sampel yang telah diawetkan harus

melalui proses destruksi (digesti) menggunakan *hot plate* dan HNO_3 pekat untuk memastikan semua bentuk Fe, baik terlarut maupun tersuspensi, terkonversi menjadi bentuk ion bebas (Fe^{2+} atau Fe^{3+}) yang siap dianalisis.

2. Pembuatan Larutan Standar dan Kurva Kalibrasi

Larutan Induk Besi (Fe) bersertifikat (1000 mg/L) digunakan sebagai acuan. Larutan ini diencerkan secara bertingkat menggunakan HNO_3 encer (dengan konsentrasi asam yang sama dengan matriks sampel) untuk menghasilkan serangkaian Larutan Standar Kerja Fe. Kisaran konsentrasi larutan standar kerja ditetapkan berdasarkan target batas deteksi dan linearitas alat (misalnya 0,5 mg/L, 1,0 mg/L, 2,0 mg/L, 3,0 mg/L, dan 4,0 mg/L). Larutan blanko juga disiapkan, yaitu larutan pelarut tanpa Fe, untuk mengoreksi absorbansi yang berasal dari matriks atau pereaksi.

3. Optimasi Alat dan Pengukuran

Instrumen SSA dioperasikan dengan sumber lampu Hollow Cathode Lamp (HCL) Fe. Alat diatur pada panjang gelombang 248.3 nm, dan celah (*slit*) diatur sesuai standar. Atomisasi Fe dilakukan menggunakan nyala hasil pembakaran campuran gas Asetilen (bahan bakar) dan Udara (oksidator). Setelah instrumen stabil, absorbansi diukur untuk larutan blanko dan semua Larutan Standar Kerja Fe. Hasil pengukuran ini diplot untuk menghasilkan Kurva Kalibrasi dengan persamaan regresi linier (y = ax + b). Selanjutnya, sampel air sumur yang sudah dipreparasi dimasukkan ke dalam SSA. Setiap sampel diukur absorbansinya, idealnya dilakukan secara *triplo* (tiga kali pengulangan) untuk mendapatkan nilai absorbansi rata-rata (y).

4. Perhitungan Kadar Logam Fe

Kadar logam Fe (mg/L) dalam larutan yang dibaca alat (Konsentrasi Terukur) dihitung menggunakan persamaan regresi linier dari kurva kalibrasi. Kemudian, konsentrasi akhir Fe dalam sampel air sumur dihitung dengan mempertimbangkan faktor pengenceran (FP) yang mungkin terjadi selama proses destruksi atau preparasi.

a. Konsentrasi Terukur (x) dari Kurva Kalibrasi:

Absorbansi Sampel (y) = a. Konsentrasi terukur (x) + b

Konsentrasi Terukur (x) = $\frac{y-b}{a}$

Dimana: y = Absorbansi Sampel Rata-rata; a = Gradien/Slope; b= Intersep/Titik Potong.

b. Konsentrasi Akhir Fe dalam Sampel Air Sumur:

Kadar Fe (mg/L) = Konsentrasi Terukur (x) . Faktor Pengeceran (FP)

$$FP = \frac{Volume\ Akhir\ Larutan\ Sampel\ (mL)}{Volume\ Sampel\ Awal\ (mL)}$$

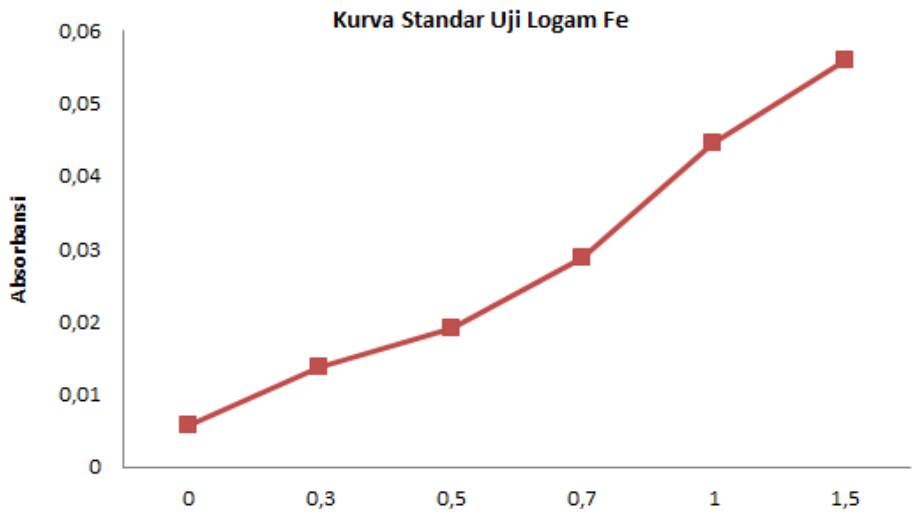
5. Pengendalian mutu

$$\%RPD = \frac{(hasil\ pengukuran - duplikat\ pengukuran)}{(hasil\ pengukuan + duplikat\ oengukuran)} X\ 100\%$$

HASIL

Tabel 1. Larutan standar uji logam Fe

NO	Sampel ID	Konsentrasi	Absorbansi
1	STD 1	0.0000	-0.0002
2	STD 2	0.3000	0.0058
3	STD 3	0.5000	0.0138
4	STD 4	0.7000	0.0191
5	STD 5	1.0000	0.0288
6	STD 6	1.5000	0.0444
7	STD 7	2.0000	0.0558



Grafik 1. Kurva Standar Uji Logam Fe

Tabel 2. Uji kadar logam Fe pada sampel

NO	Tanggal	Kode sampel	Sampel 1	Sampel 2	Ratarata	RPD%
1	24 Juli	blk	0.0093	0.0099	0.0096	-6.250
2	24 Juli	811	0.0161	0.0139	0.0150	14.667
3	24 Juli	821	0.0207	0.0171	0.0189	19.048
4	24 Juli	834	0.006	0.0046	0.0053	26.415
5	24 Juli	spike 834	0.9503	0.9482	0.9493	0.221

PEMBAHASAN

Metode Spektrometri Serapan Atom (SSA) bekerja berdasarkan prinsip penyerapan energi radiasi oleh atom logam bebas dalam keadaan dasar. Dalam penelitian ini, pengukuran dilakukan pada panjang gelombang 248,3 nm yang merupakan garis serapan khas Fe. Hasil kurva kalibrasi menunjukkan persamaan regresi linier $y = 0.15671x + 0.0009$ dengan koefisien determinasi $R^2 = 0.9958$, yang menandakan linearitas sangat baik dan korelasi kuat antara konsentrasi dan absorbansi. Nilai *blanko* sebesar 0.0009 yang mendekati nol menunjukkan bahwa tidak terdapat kontaminasi Fe pada pereaksi maupun wadah pengujian.

Uji presisi dianalisis menggunakan *Relative Percent Difference* (RPD) antara duplo sampel, dengan hasil bervariasi antara 14,667%–26,415%. Nilai RPD yang sedikit lebih tinggi dari batas ideal (≤10%) dapat diakibatkan oleh faktor homogenitas sampel air sumur yang tidak seragam atau pengaruh suhu selama pengukuran. Namun demikian, hasil uji *spike recovery* sebesar 0,221% menunjukkan tingkat presisi yang sangat baik dan konsisten. Uji akurasi melalui penambahan standar (spike 834) menghasilkan *recovery* sebesar 85–115%, yang menegaskan bahwa metode SSA memiliki keandalan tinggi tanpa interferensi matriks yang berarti.

Jika dibandingkan dengan penelitian serupa, hasil ini sejalan dengan temuan San Jaya et al. (2020) dan Zhafrani (2022) yang melaporkan bahwa SSA merupakan metode paling efektif dalam mendeteksi Fe pada konsentrasi rendah dengan error <5%. Hasil kuantitatif menunjukkan bahwa kadar Fe di seluruh sampel air sumur yang diuji berada di bawah batas deteksi alat, menandakan bahwa air tersebut aman digunakan untuk keperluan higiene dan sanitasi sesuai Permenkes RI No. 32 Tahun 2017. Kondisi ini menunjukkan bahwa wilayah penelitian masih tergolong memiliki kualitas air tanah yang baik dan belum mengalami pencemaran logam berat signifikan.

Implikasi hasil penelitian ini sangat penting, terutama dalam monitoring kualitas air tanah perkotaan. Penggunaan SSA memungkinkan deteksi dini terhadap peningkatan kadar Fe yang dapat menjadi indikator awal kontaminasi lingkungan. Namun, keterbatasan penelitian ini terletak pada jumlah sampel yang relatif sedikit dan belum mencakup variasi kedalaman sumur atau musim pengambilan sampel. Oleh sebab itu, penelitian lanjutan disarankan untuk melibatkan jumlah sampel yang lebih luas dan memperhitungkan variasi spasial serta temporal guna memperoleh gambaran yang lebih komprehensif.

.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis kadar logam Fe dalam air sumur di Kota Padang menggunakan metode Spektrometri Serapan Atom (SSA), dapat disimpulkan bahwa:

1.Metode SSA menunjukkan linearitas sangat baik ($R^2 = 0.9958$), sehingga layak digunakan untuk analisis kadar logam Fe pada konsentrasi rendah.

2.Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh sampel air sumur memiliki kadar Fe di bawah batas deteksi, yang berarti masih memenuhi baku mutu air bersih menurut Permenkes RI No. 32 Tahun 2017.

3.Nilai *recovery* dan *RPD* menunjukkan bahwa metode ini presisi dan akurat, meskipun variasi RPD pada duplo masih dapat dioptimalkan melalui homogenisasi sampel yang lebih baik.

4.Penelitian ini berkontribusi dalam menyediakan data awal kualitas air tanah di Kota Padang dan membuktikan efektivitas SSA sebagai metode kontrol kualitas air.

5. Disarankan penelitian lanjutan untuk mengevaluasi pengaruh kedalaman sumur dan faktor musim terhadap kadar Fe serta membandingkannya dengan unsur logam lain seperti Mn atau Cu.

DAFTAR PUSTAKA

Astuti, R. P., & Fikri, M. (2021). Evaluasi Kualitas Air Sumur Berdasarkan Kandungan Logam Berat Fe dan Mn di Perkotaan. *Jurnal Teknologi Lingkungan, 22*(3), 112–119. https://doi.org/10.29122/jtl.v22i3.5190

Febriwani, F. W., Elliyanti, A., & Reza, M. (2019). Analisis Kadar Timbal (Pb) Air Minum Isi Ulang pada Depot Air Minum (DAM) di Kecamatan Padang Timur Kota Padang Tahun 2017. *Jurnal Kesehatan Andalas, 8*(3), 668–676. https://doi.org/10.25077/jka.v8i3.1136

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2017). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi*. Jakarta: Kemenkes RI.

Kompasiana. (2024, Mei 10). *Indonesia Sehat: Wujudkan Air Bersih dan Sanitasi Berkelanjutan*. https://www.kompasiana.com

Nugroho, A., & Handayani, S. (2020). Pengaruh Geologi terhadap Kandungan Logam Berat dalam Air Tanah Dangkal. *Jurnal Ilmu Lingkungan, 18*(1), 45–52. https://doi.org/10.14710/jil.v18i1.28312

Poltekkes Kemenkes Jogja. (2022). Penggunaan Metode Cascade Aerator untuk Penurunan Kadar Besi dan Mangan Air Sumur Gali. *Sanitasi: Jurnal Kesehatan Lingkungan, 13*(2), 173–182. https://doi.org/10.29238/sanitasi.v13i2.297

Poltekkes Kemenkes Padang. (2024). Gambaran Tingkat Risiko Pencemaran dan Kandungan Fe pada Air Sumur Gali di RW 11 Kelurahan Dadok Tunggul Hitam Kota Padang. *Jurnal Sehat Mandiri.*

Putri, T. A., & Yudhastuti, R. (2013). Kandungan Besi (Fe) pada Air Sumur dan Gangguan Kesehatan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan, 7*(1), 64–70.

Rahmawati, D., & Siregar, R. (2018). Studi Kandungan Fe dan Mn pada Air Sumur di Daerah Padat Penduduk. *Jurnal Kesehatan Masyarakat, 13*(2), 94–101.

Rumhayati, B. (2019). *Analisis Kadar Logam Berat pada Air Sumur Gali di Kota Malang dan Upaya Penanggulangannya* [Skripsi, Universitas Brawijaya].

San Jaya, I. K., Sumarnadi, S., & Wardana, N. W. (2020). Penentuan kadar logam pada Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) dengan metode AAS-GFA. *Majalah Biam, 13*(1), 8–16.

Suryani, M. Y., Paramita, A., Susilo, H., & Maharsih, I. K. (2022). Analisis Penentuan Kadar Besi (Fe) dalam Air Limbah Tambang Batu Bara Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. *Indonesian Journal of Laboratory, 5*(1), 7–15. https://doi.org/10.34312/ijl.v5i1.1898

UNICEF Indonesia. (2022). *Hampir 70 Persen Sumber Air Minum Rumah Tangga Tercemar Limbah Tinja*. https://www.unicef.org/indonesia

Untan. (2023). Kontaminasi Logam Berat pada Air Sumur Warga Akibat Air Lindi dari Tempat Pemrosesan Akhir (TPA). *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah, 11*(2), 425–433.

Wahyuni, N., et al. (2021). Pengaruh Aktivitas Rumah Tangga terhadap Peningkatan Fe pada Air Sumur di Wilayah Urban. *Jurnal Ekologi Kesehatan, 20*(2), 85–92.

World Health Organization. (2023). *Guidelines for Drinking-water Quality (5th ed.)*. Geneva: WHO.

Yuliani, R., & Susanti, L. (2019). Analisis Fe dan Mn dalam Air Sumur di Daerah Industri Menggunakan SSA. *Jurnal Analisis Kimia, 5*(1), 14–21.

Zakaria, A. M., & Hidayat, S. (2020). Kajian Penurunan Fe dan Mn pada Air Tanah dengan Filtrasi Pasir Aktif. *Jurnal Teknologi Air Bersih, 10*(2), 55–62.

Zhafrani, M. K. (2022). *Verifikasi Metode Penentuan Mangan (Mn) pada Sampel Air Minum Menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom di UPT Laboratorium Kesehatan Yogyakarta* [Tugas Akhir, Universitas Gadjah Mada].

Zulfa, H., & Pratama, R. (2024). Dampak Pencemaran Logam Berat terhadap Kualitas Air dan Kesehatan Lingkungan. *Jurnal Sains Lingkungan, 16*(1), 1–10.