

Literatur Metode Pengukuran *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) dan *X-ray fluorescence* (XRF) untuk Logam Berat di Air dan Sedimen

Naufal Hilmi Liesdiawan¹ Kancitra Pharmawati¹

1. Prodi Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Nasional, Kota Bandung, Indonesia
Email : Naufalhilmi1333@gmail.com

ABSTRAK

Logam merupakan polutan utama di sumber air. Konsentrasi logam dalam air diklasifikasikan sebagai polusi berat, sedang, dan non-polusi. Logam Berat di perairan perlu dilakukan pengukuran supaya dapat terkontrol dan tidak melebihi baku mutu. Pengukuran yang bisa digunakan yaitu metode AAS karena cocok untuk elemen jejak karena spesifisitas dan sensitivitasnya tinggi lalu metode XRF menentukan komposisi unsur menggunakan radiasi sinar-X yang merangsang atom untuk memancarkan sinar-X karakteristik. Tujuan dari penelitian ini yaitu membandingkan cara kerja metode AAS dan XRF yang didapat dari literatur review. Metode yang digunakan Metode analisis yang digunakan adalah analisis deskriptif berdasarkan literature review mengenai metode pengukuran logam berat di perairan. Hasil yang didapat yaitu pemilihan metode tergantung kebutuhan analisis, seperti jenis elemen, konsentrasi, dan kecepatan. AAS lebih sensitif untuk elemen jejak, sedangkan XRF lebih cepat dan non-destruktif. Untuk analisis logam berat di sedimen, XRF lebih efektif karena sampel padat dapat dianalisis langsung tanpa perlu diubah menjadi cair.

Kata kunci: AAS, Logam Berat, Sedimen, XRF

1. PENDAHULUAN

Logam merupakan polutan utama di sumber air. Secara alami, logam berat terdapat dalam jumlah kecil, kurang dari 1 µg. Konsentrasi logam dalam air diklasifikasikan menjadi polusi berat (sangat tinggi), polusi sedang (marginal), dan non-polusi (sangat rendah atau tidak terdeteksi) (Lestari & Trihadiningrum, 2019). Proses pengendapan di perairan dapat menyebabkan pendangkalan dan penurunan kualitas air. Jika kadar sedimen di suatu badan air tinggi, maka tidak hanya menyebabkan pendangkalan sungai yang membahayakan biota, tetapi juga menurunkan kualitas air. (Solihuddin, 2019). Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) adalah metode yang digunakan untuk mengukur konsentrasi logam berat dalam lingkungan. Metode ini berlandaskan pada prinsip bahwa dapat diserap oleh atom. Cahaya yang ditembakkan pada gelombang tertentu memiliki energi yang cukup untuk memindahkan dalam atom. Proses penyerapan energi ini menunjukkan bahwa atom-atom yang berada dalam keadaan dasar beralih ke keadaan tereksitasi (Kasat et al., 2008). X-ray fluorescence (XRF) adalah sebuah teknik analisis kimia yang digunakan untuk menentukan komposisi unsur dari suatu sampel. Teknik ini berdasarkan pada prinsip bahwa ketika suatu sampel dikenai radiasi sinar-X dengan energi tinggi, atom-atom dalam sampel tersebut akan menyerap energi tersebut dan kemudian menghasilkan sinar-X karakteristik sebagai responsnya. Sinar-X yang dihasilkan ini memiliki energi yang spesifik untuk masing-masing unsur kimia dalam sampel, dan pola energi ini unik untuk setiap unsur.

Menganalisis energi dan intensitas sinar-X yang dihasilkan, kita dapat mengidentifikasi unsur-unsur yang ada dalam sampel dan menentukan konsentrasinya. XRF sering digunakan dalam berbagai bidang seperti geologi, pertambangan, metalurgi, arkeologi, ilmu lingkungan, dan bidang lainnya. Keunggulan utamanya adalah kemampuannya untuk melakukan analisis secara cepat dan non-destruktif terhadap sampel padat, cair, atau bahkan gas (Galen, 1985).

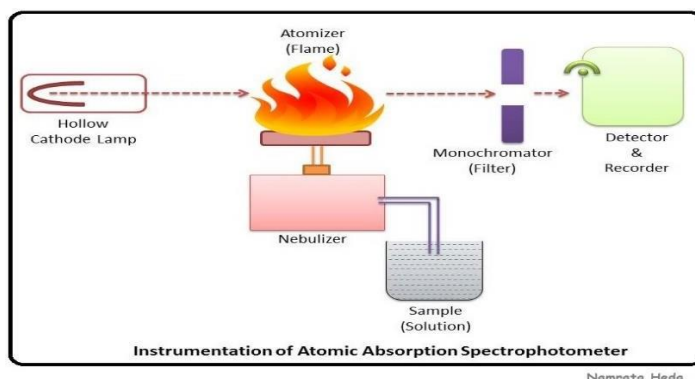
2. METODOLOGI

Metodologi yang digunakan dalam artikel ini yaitu pendekatan literatur review dari berbagai sumber ilmiah yang membahas pengukuran logam berat di air dan sedimen menggunakan metode AAS dan XRF. Membandingkan cara kerja metode AAS dan XRF dengan melihat kelebihan dan kekurangannya.

3. ISI

3.1 Prinsip Metode *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS)

AAS adalah metode analisis yang didasarkan pada proses penyerapan energi radiasi oleh atom-atom bebas dalam keadaan dasar. AAS digunakan untuk menganalisis kandungan logam pada suatu sampel, baik itu logam berat maupun logam ringan. AAS memiliki keunggulan spesifisitas dan sensitivitas yang tinggi.



Gambar 1. Skema Alat *Atomic Absorption Spectrophotometer* (Sumber : Kasat et al., 2008)

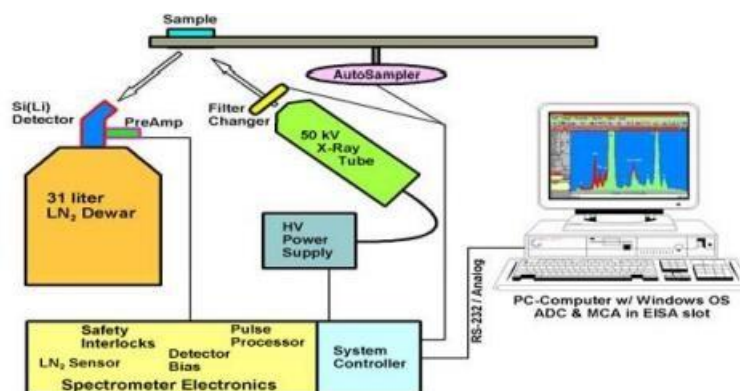
Prinsip kerja AAS terdiri dari beberapa tahap. Pertama, sampel diatomisasi menjadi atom bebas menggunakan nyala api atau graphite furnace. Kemudian, cahaya dari lampu katoda berongga dengan panjang gelombang spesifik melewati sampel. Atom dalam sampel menyerap cahaya tersebut, dan detektor mengukur absorpsi, mengubahnya menjadi sinyal listrik. Terakhir, sistem komputer mengolah sinyal untuk menentukan konsentrasi logam dalam sampel (Natsir, 2019).

3.1.1 Destruksi

Destruksi digunakan untuk sampel sadimen karena destruksi berfungsi untuk mengubah dari fasa padat ke fasa cair. Metode tersebut digunakan untuk menghilangkan efek matriks pada sampel. Destruksi basah dilakukan dengan cara menguraikan bahan organik dalam larutan oleh asam pengoksidasi pekat dan panas seperti H_2SO_4 , HNO_3 . Mineral berada dalam bentuk kation logam dan ikatan kimia dengan senyawa organik telah terurai. Larutan selanjutnya disaring dan siap dianalisis dengan AAS (Natsir, 2019).

3.2 Prinsip Metode X-ray fluorescence (XRF)

Prinsip dari alat XRF ialah interaksi antara berkas elektron dan sinar-X dengan sampel dengan panjang gelombang. Prinsip kerjanya yaitu menembakkan radiasi foton elektromagnetik ke material yang diteliti, kemudian radiasi elektromagnetik yang dipancarkan akan berinteraksi dengan elektron yang berada di kulit K suatu unsur. Elektron yang berada di kulit K akan memiliki energi kinetik yang cukup untuk melepaskan diri dari ikatan inti, sehingga elektron itu akan terpental keluar (Rasyid, 2011).



Gambar 2. Skema Alat X-ray fluorescence (Sumber : Sumantry, T., 2002)

Sinar-X yang khas dihasilkan bila sebuah elektron turun dari level energi tertinggi ke level energi terendah. Hal ini terjadi bila sebuah atom di eksitasi oleh 24 sebuah elektron dalam sebuah tabung X-ray. Sebagai contoh, pengusiran elektron dari kulit elektron K menghasilkan kekosongan dalam kulit itu. Kekosongan ini disebut kekosongan primer dan dapat diisi dengan sebuah elektron dari kulit L. Perbedaan energi antara kulit K dan L dipancarkan sebagai photon X-ray yang khas (Rasyid, 2011).

3.2 Hasil Pengukuran Menggunakan Metode AAS dan XRF

Pengukuran logam berat di air dan sedimen menggunakan metode AAS dan XRF sudah banyak dilakukan oleh penelitian terdahulu karena pada dasarnya logam berat di perairan menjadi masalah utama pencemaran di air dan sedimen sungai. Berikut beberapa hasil penelitian terdahulu terkait pengukuran logam berat menggunakan metode AAS dan XRF.

Penelitian dari Febrita et al., (2022) dengan judul Analisis Beban Pencemar Logam Berat Industri terhadap Kualitas Sungai Citarum Hulu. Penelitian ini diukur menggunakan metode AAS dan di dapat Hasil pengukuran menunjukkan Sungai Citarum Hulu mengandung logam berat Cr, Cu, Zn, dan Ni baik pada air maupun sedimen sungai dari Danau Cisanti hingga Nanjung. Konsentrasi keempat logam berat pada sedimen lebih besar dari konsentrasi pada air.

Penelitian dari Dhahiyat, (2012). Dengan judul Distribusi kandungan logam berat Pb dan Cd pada kolom air dan sedimen daerah aliran Sungai Citarum Hulu. Penelitian ini diukur menggunakan metode AAS dan di dapat hasil bahwa DAS Citarum telah tercemar oleh logam timbal yang cukup tinggi.

Penelitian dari Aziza, (2023), dengan judul Analisis Konsentrasi Logam Berat pada Permukaan Tanah Berdasarkan Nilai Suseptibilitas Magnetik di Pesisir Teluk Lasolo dan Sekitarnya. Hasil pengukuran XRF diketahui bahwa konsentrasi logam berat yang tertinggi untuk zona pertambangan, zona pesisir dan zona pemukiman adalah Nikel (Ni), Besi (Fe) dan Kobalt (Co), sedangkan logam berat yang tidak melewati ambang batas maksimum adalah Tembaga (Cu) dan Zink (Zn).

Dari ketiga penelitian diatas dapat terlihat bahwa metode AAS sering digunakan untuk mengukur logam berat di perairan, banyak digunakan karena bisa mengukur dua jenis zat yaitu zat cair dan padat sedangkan metode XRF hanya bisa digunakan untuk zat padat seperti sedimen. Meskipun hanya bisa 1 zat saja tetapi XRF masih banyak keunggulan lainnya seperti waktu analisis alat yang cepat dan preparasi sampel yang singkat.

3.3 Perbedaan Metode AAS dan XRF

Kelebihan metode XRF yaitu Non-Destruktif, sampel tetap utuh, memungkinkan pengujian ulang. Cepat dan mudah, hasil diperoleh dalam hitungan detik hingga menit. Analisis Multi-Elemen, mampu mendeteksi banyak unsur sekaligus. Minim persiapan sampel, sebagian besar sampel dapat diuji langsung. Serbaguna, dapat menganalisis logam, mineral, plastik, makanan, dan lainnya. Kekurangan metode XRF yaitu Deteksi unsur rendah terbatas, sulit mendeteksi unsur dengan konsentrasi dan nomor atom rendah. Penetrasi terbatas, kurang efektif untuk sampel padat atau berkontur kompleks. Interferensi matriks, komponen sampel dapat memengaruhi akurasi analisis. Tergantung kalibrasi, memerlukan standar kalibrasi yang tepat dan pemeliharaan rutin. Analisis permukaan, hanya mendeteksi unsur pada lapisan luar sampel (Muller, 2012),

Kelebihan metode AAS yaitu selektif, bebas dari gangguan analit-analit lain, walaupun ada, mudah diatasi, spesifik sensitifitas tinggi, dapat menganalisis ion logam dalam konsentrasi $\mu\text{g/L}$ – mg/L , cepat dan mudah diotomatisasi, relatif mudah digunakan, ketelitian yang tinggi pengoperasian yang mudah, prosedur standarnya tersedia hampir untuk semua logam. Sedangkan Kelemahan Metode AAS yaitu sampel berupa larutan, dan sebagian besar air. Sehingga yang menarik untuk dipelajari seperti, tanah, jaringan hewan, tanaman, mineral membutuhkan preparasi yang rumit untuk membentuk analit siap uji. Dekomposisi material-material ini biasanya membutuhkan treatment yang keras pada temperatur tinggi sehingga berpotensi kehilangan analit

4. KESIMPULAN

pemilihan antara metode AAS dan XRF tergantung pada kebutuhan analisis spesifik, seperti jenis elemen yang dianalisis, konsentrasi elemen, jumlah sampel, dan kecepatan yang diinginkan. AAS cocok untuk analisis elemen jejak dengan sensitivitas tinggi, sedangkan XRF lebih efisien untuk analisis multielemen dan non-destruktif. Pada pengukuran logam berat di sedimen lebih efektif menggunakan metode XRF dari pada AAS karena jenis sampel yang digunakan padat, maka lebih efektif menggunakan XRF karena bisa langsung di analisis tanpa harus harus merubah sifat dari sampel tersebut dari padat ke cair.

DAFTAR RUJUKAN

- Aziza, A. N., Irawati, I., & Hasan, E. S. (2023). Analisis Konsentrasi Logam Berat pada Permukaan Tanah Berdasarkan Nilai Suseptibilitas Magnetik di Pesisir Teluk Lasolo dan Sekitarnya. *Jurnal Rekayasa Geofisika Indonesia*, 5(03), 156-168.
- Dhahiyat, Y. (2012). Distribusi kandungan logam berat Pb dan Cd pada kolom air dan sedimen daerah aliran Sungai Citarum Hulu. *Jurnal Perikanan Kelautan*, 3(3).
- Febrita, J., & Roosmini, D. (2022). Analisis beban pencemar logam berat industri terhadap kualitas Sungai Citarum Hulu. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 7(1), 77-88.
- Galen, w. e. (1985). INSTRUMENTAL METHODS OF CHEMICAL ANALYSIS.
- Kasat, G. R., Khopkar, A. R., Ranade, V., & Pandit, A. B. (2008). CFD simulation of liquid-phase mixing in solid-liquid stirred reactor. *Chemical Engineering Science*, 63(15), 3877-3885.
- Kristianingrum, S. (2012). Kajian berbagai proses destruksi sampel dan efeknya. Paper presented at the Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Lestari, P., Trihadiningrum, Y., Wijaya, B. A., Yunus, K. A., & Firdaus, M. (2020). Distribution of microplastics in Surabaya river, Indonesia. *Science of the Total Environment*, 726, 138560.
- Muller, R. (2012). *Spectrochemical analysis by X-ray fluorescence*: Springer Science & Business Media.
- Rasyid, R. (2011). Perbandingan X-Ray Fluorescence (XRF) Dan Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrophotometer (ICP-OES) Untuk Analisis Nikel Dan Besi Dalam Sampel Converter Slag Pada Industri Pertambangan Nikel.
- Sumantry, T. (2002). Aplikasi Xrf Untuk Identifikasi Lempung Pada Kegiatan Penyimpanan Lestari Limbah Radioaktif. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pengelolaan Limbah VII. Pusat Teknologi Limbah RadioaktifBATAN. ISSN 1410-6086
- Solihuddin, T. e. a. (2019). Sedimentary Environment of a Modern Carbonate Platform of Karimunjawa Islands, Central Java. *Indonesian Journal on Geoscience*, 6(1).