

## **METODE ATOMIC ABSORPTION SPECTROPHOTOMETRY UNTUK MENDETEKSI KANDUNGAN LOGAM BESI (Fe) DAN MERKURI (Hg) DALAM LIMBAH OUTLET**

**Risma Sari <sup>\*1</sup>, Nola Gusvita <sup>1</sup>, Umar Kalmar Nizar <sup>2</sup>, Charles Banon <sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Politeknik ATI Padang, Jl. Bungo Pasang – Tabing, Padang, 25171, Indonesia

<sup>2</sup>Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang

<sup>3</sup>Jurusan Kimia FMIPA Universitas Bengkulu

\*email: [rismasari171@gmail.com](mailto:rismasari171@gmail.com)

### **Abstrak**

*Limbah menjadi persoalan kontemporer seiring kepadatan penduduk yang semakin meningkat. Setiap rumah tangga yang tinggal di perkotaan pasti akan membutuhkan tempat pembuangan air limbah. Penelitian ini dilakukan untuk menentukan kadar logam besi dan merkuri. Ini dilakukan untuk memastikan kadar dari logam besi dan merkuri yang ada pada outlet sesuai dengan persyaratan yang telah ditetapkan. Efek samping dari logam besi dan merkuri jika pada outlet didapatkan jumlah kadarnya yang terlalu banyak maka outlet tersebut tidak dapat dialirkan langsung ke pemukiman warga, yang jika dialirkan maka dapat membahayakan kesehatan dari masyarakat. Uji kuantitatif yang dilakukan untuk menentukan kadar logam besi dengan metode nyala api secara atomic absorption spectrophotometry pada panjang gelombang 248.3 nm dan menentukan kadar logam merkuri dengan metode Mercury Vaporizer Unit (MVU) secara atomic absorption spectrophotometry pada panjang gelombang 253.7 nm. Hasil pengujian kadar logam besi pada sampel outlet yaitu sebesar 0.1969 mg/L. Sedangkan kadar merkuri pada sampel outlet yaitu sebesar 0.0012 mg/L, berdasarkan PerMenLH RI No 05 tahun 2014 dapat disimpulkan bahwa kadar logam besi (Fe) dan merkuri (Hg) yang terkandung di dalam air limbah outlet berada di bawah baku mutu lingkungan yang telah ditetapkan.*

**Kata Kunci:** *Atomic Absorption Spectrophotometry, Mercury Vaporizer Unit, Outlet*

## **ATOMIC ABSORPTION SPECTROPHOTOMETRY METHOD FOR DETERMINATION OF IRON (Fe) AND MERCURY (Hg) CONTENT IN OUTLET WASTEWATER**

### **Abstract**

*Wastewater is a contemporary problem as population density increases. Every household living in urban areas will definitely need a waste water disposal site. This research was conducted to determine the levels of iron and mercury. This is done to ensure that the levels of ferrous metal and mercury in the outlet comply with predetermined requirements. The side effect of metal iron and mercury is that if the outlet contains too many levels, the outlet cannot be channeled directly to residential areas, which if released can endanger the health of the community. Quantitative tests were carried out to*

determine iron content using the flame atomic absorption spectrophotometry method at a wavelength of 248.3 nm and to determine mercury content using the Mercury Vaporizer Unit (MVU) method using atomic absorption spectrophotometry at a wavelength of 253.7 nm. The results of testing for ferrous metal levels in the outlet sample were 0.1969 mg/L. Meanwhile, the mercury level in the outlet sample was 0.0012 mg/L, based on Minister of Environment and Forestry RI No. 05 of 2014 it can be concluded that the levels of ferrous metal (Fe) and mercury (Hg) contained in the outlet wastewater are below the established environmental quality standards.

**Keywords:** Atomic Absorption Spectrophotometry, Mercury Vaporizer Unit, Outlet

## PENDAHULUAN

Industri dan aktivitas manusia sering menghasilkan limbah yang mengandung logam berat seperti besi (Fe) dan merkuri (Hg). Limbah-limbah logam berat tersebut dapat mencemari lingkungan jika tidak dikelola dengan benar. Oleh karena itu penting untuk melakukan analisis kandungan logam berat dalam limbah terutama limbah outlet untuk memahami tingkat pencemaran dan dampaknya pada lingkungan.

Tak dapat dipungkiri bahwa jumlah limbah semakin hari semakin bertambah seiring bertambahnya jumlah penduduk. Hal ini tentu saja menjadi masalah penting yang harus kita selesaikan. Berbagai jenis limbah yang dihasilkan diantaranya adalah limbah rumah tangga. Pada percobaan ini dilakukan penentuan kandungan logam besi dan merkuri. Ini dilakukan untuk memastikan kadar dari logam besi dan merkuri yang ada pada *outlet* sesuai dengan persyaratan yang telah ditetapkan. Efek samping dari logam besi dan merkuri jika di dalam *outlet* didapatkan jumlah kadarnya yang terlalu banyak maka *outlet* tersebut tidak dapat dialirkan langsung ke pemukiman warga, yang jika dialirkan maka dapat membahayakan kesehatan dari masyarakat.

Logam berat dapat bersifat racun apabila masuk ke perairan dan dapat merusak lingkungan biota serta organisme. Logam berat tersebut ada di perairan disebabkan oleh berbagai faktor diantaranya oleh limbah yang dihasilkan oleh masyarakat. Jumlah logam berat ini dapat bertambah setiap hari dan semakin menumpuk dan ini akan menjadi sumber bahaya bagi alam dan lingkungan.

Salah satu metode analisis yang sering digunakan dalam penentuan konsentrasi logam berat adalah *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) (Chiang.C.Y&Chang 2023). Metode ini memanfaatkan penyerapan cahaya oleh atom-atom logam pada Panjang gelombang tertentu untuk mengukur konsentrasi logam dalam sampel dengan tingkat ketelitian yang tinggi. (Tan.S;Zhang,L&Chen 2020).

Efek samping dari kadar logam besi dan merkuri yang berlebihan dapat membahayakan kesehatan masyarakat karena besi dan merkuri merupakan logam berat yang jika tercemar pada pemukiman warga dapat menyebabkan kematian. Meningkatnya kemajuan industri saat ini memberikan pengaruh negatif pada lingkungan. Hal ini karena pembuangan limbah dari kegiatan industri dapat mencemari lingkungan terutama perairan karena dapat merubah kualitas air. Penurunan kualitas air

karena adanya gangguan dari kandungan bahan pencemar organik dan organik yang mengandung logam berat berbahaya.

Di dalam air, besi dalam bentuk terlarut sebagai senyawa garam ferri ( $\text{Fe}^{3+}$ ) atau garam ferro ( $\text{Fe}^{2+}$ ); tersuspensi sebagai butir koloidal, Besi (Fe) merupakan mikroelemen yang esensial bagi tubuh, terutama diperlukan dalam hematopoesis (pembentukan darah) yaitu dalam sintesa haemoglobin. Meskipun Fe diperlukan oleh tubuh, tetapi dalam dosis tinggi dapat merusak dinding usus. Fe juga dapat terakumulasi dalam alveoli sehingga menyebabkan berkurangnya fungsi paru-paru. Untuk mengetahui dampak logam Fe terhadap komponen biologi, fisika, dan kimia maka diperlukan pengamatan kandungan logam Fe terhadap sedimen dan air laut serta kerang hijau sebagai parameter biologi dan produktivitas perairan (Maraya, Taufiq, & Supriyantini, 2018).

Dampak bahaya yang dapat ditimbulkan oleh adanya merkuri adalah penyakit terganggunya fungsi otak dan ginjal, hal ini karena merkuri adalah logam yang sangat beracun (Yulis, 2018). Untuk itu hasil *outlet* ini juga ada melakukan analisa merkuri.

Kadar besi yang tinggi tidak hanya berbahaya bagi lingkungan tetapi juga berbahaya bagi manusia. Salah satu dampak yang ditimbulkan oleh kelebihan kadar besi pada tanah adalah terjadinya rusaknya nutrisi pada tanah yang akan digunakan oleh tanaman, sedangkan kelebihan besi pada manusia dapat mengakibatkan penyakit pada hati bahkan kanker. Dalam jumlah yang sangat tinggi besi juga dapat merusak

jaringan pada dinding usus. (Nurhayati, Vigiani, & Majid, 2016).

Bahan-bahan buangan yang bersifat beracun yang masuk ke perairan akan menurunkan kualitas air yaitu berubahnya sifat-sifat fisika dan kimia perairan. Hal ini dapat membahayakan kehidupan organisme perairan terutama hewan benthos karena pergerakannya yang terbatas (*sessile*) dan sifat hidupnya yang relative menetap di dasar perairan sehingga bila terjadi pencemaran akan sulit untuk menghindar (A, Yulianto, & Sedjati, 2013)

Logam berat Merkuri yang merupakan salah satu logam non esensial yang tidak dibutuhkan oleh makhluk hidup harus diwaspadai. Indonesia ke depan masih tetap dihadapkan dengan masalah pencemaran lingkungan sebagai akibat dari pembangunan. Usaha-usaha pemulihan dan rehabilitasi lahan yang tercemar perlu mendapat perhatian bersama, seperti dengan menggunakan metode dilusi, stabilisasi, dan teknik fitoremediasi, untuk mewujudkan pembangunan berkelanjutan (Irhamn, 2017).

Akibat dari keracunan merkuri adalah terjadinya gangguan pada mata, indra perasa dan sesak nafas. Apabila kadar merkuri tinggi di lepas di alam tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu, maka akan dapat merusak lingkungan karena dapat meresap ke dalam tanah dan masuk ke sumber sumber mata air yang akan digunakan oleh manusia (Indah & Hulyadi, 2021). Walaupun efek samping yang ditimbulkan oleh tiap logam berat berbeda tetapi dapat merugikan dan mengganggu ekosistem perairan.

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat yang signifikan antara lain pemahaman yang lebih mendalam tentang tingkat pencemaran lingkungan oleh logam berat, khususnya besi dan merkuri, yang dihasilkan oleh limbah outlet dari berbagai sumber industry atau kegiatan manusia. Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar untuk mengambil Tindakan pengendalian pencemaran yang efektif, baik dari aspek teknis maupun regulasi, guna mengurangi dampak negatif limbah logam berat terhadap ekosistem dan manusia. Selain itu, penelitian ini dapat mendorong perbaikan dalam pengelolaan limbah industry atau kegiatan lainnya untuk memastikan limbah yang dihasilkan memenuhi standar lingkungan yang ditetapkan. Sebagai dasar bagi penelitian lanjutan terkait analisis logam berat dalam konsteks lingkungan, hasil penelitian ini juga memiliki potensi untuk mengembangkan metode analisis lain yang lebih efisien dan akurat.

## **METODE PENELITIAN**

### ***Bahan dan Alat***

Peralatan yang dipakai untuk penelitian ini adalah spektrofotometer serapan atom, MVU, lampu katoda Fe, Lampu katoda Hg, gelas piala 250 mL, labu ukur 250 mL, labu ukur 200 mL labu ukur 100 mL, pipet volumetrik 10 mL, pipet volumetrik 1 mL, pipet volumetrik 25 mL, batang pengaduk, corong, bola hisap, stirrer, labu semprot, sistem penyaring vakum, kaca arloji, pipet tetes, dan hot plate. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah air bebas mineral, asam nitrat (HNO<sub>3</sub>) pekat p.a, larutan induk Fe (1000 mg/L),

larutan induk Hg (1000 mg/L), larutan SnCl<sub>2</sub>, Asam Sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 1:1 gas asetilen (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) kemurnian tinggi (High Purity, HP) dengan tekanan minimum 689 kPa (100 psi), dan sampel *outlet* limbah.

### ***Pengujian Sampel Fe***

Dihomogenkan sampel, diambil secara kuantitatif 100 mL contoh uji dan dimasukkan ke dalam gelas piala 250 mL, lalu ditambahkan 5 mL HNO<sub>3</sub> pekat dan ditutup dengan kaca arloji, kemudian dipanaskan perlahan-lahan hingga volumenya berkisar 10 mL - 20 mL, jika destruksi belum sempurna (tidak jernih) maka ditambahkan lagi 5 mL HNO<sub>3</sub> pekat, kemudian ditutup gelas piala dengan kaca arloji dan panaskan lagi (tidak mendidih), proses ini dilakukan secara berulang sampai semua logam larut (warna endapan dalam contoh uji menjadi agak putih atau contoh uji menjadi jernih) selanjutnya dibilas kaca arloji dengan air bebas mineral dan dimasukkan air bilasannya ke dalam gelas piala, kemudian dipindahkan contoh uji ke dalam labu ukur 100 mL (saring bila perlu) dan ditambahkan air bebas mineral sampai tepat tanda tera kemudian dihomogenkan, lalu diaspirasikan contoh uji ke dalam SSA-nyala dan diukur serapannya pada panjang gelombang logam tertentu. Bila hasil serapan lebih besar dari kisaran kadar optimum maka dilakukan pengenceran.

### ***Pengujian Contoh Uji Hg***

Ambil contoh uji 200 mL masukkan ke dalam erlenmeyer 300 mL, Tambahkan 10 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1:1, Operasikan alat SSA dan optimasikan sesuai dengan petunjuk penggunaan

alat, Letakkan absorption cell pada burner head SSA, Siapkan larutan buangan, Isi pipa U dengan  $MgClO_4$ , Setting MVU pada mode *circular-close*, Posisi *switch power OFF > exhaust measure*, Siapkan *blanko* dalam wadah reaksi + batang magnet *stirrer*, Atur *switch power ON > speed magnetic stirrer*, Masukkan larutan 5 mL  $SnCl_2$  (berlebih), Tunggu sampai absorbansi stabil > klik *blank* pada layar wizard, SSA atur *exhaust clear > tunggu* sampai absorbansi mendekati nol, Atur posisi *power off*, Ganti wadah dengan larutan contoh uji lakukan hal yang sama untuk pengukuran contoh uji.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari pengujian yang telah dilakukan terhadap kadar logam Fe dan Hg pada air limbah *outlet* didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil pengujian kandungan logam Fe pada limbah *outlet*

| No        | Absorbansi | Konsentrasi (mg/L) | BML (mg/L) |
|-----------|------------|--------------------|------------|
| 1         | 0.0529     | 0.1977             | 5          |
| 2         | 0.0527     | 0.1961             |            |
| Rata-rata |            | 0.1969             |            |

\*) PerMen LH No. 5 Tahun 2014

Tabel 2. Hasil Pengujian kadar logam Hg pada air limbah *outlet*

| No        | Absorbansi | Konsentrasi (mg/L) | BML (mg/L) |
|-----------|------------|--------------------|------------|
| 1         | 0.0462     | 0.0012             | 0.002      |
| 2         | 0.0460     | 0.0012             |            |
| Rata-rata |            | 0.0012             |            |

\*) PerMen LH No. 5 Tahun 2014

Pada percobaan ini dilakukan penentuan kandungan logam besi dan merkuri pada air limbah *outlet* menggunakan *atomic absorption*

*spectrophotometry*. Tujuannya yaitu untuk mengetahui berapa kadar logam berat besi dan merkuri yang terkandung di dalam limbah *outlet*. Karena dengan adanya logam berat pada air limbah *outlet*, maka *outlet* tersebut tidak dapat dialirkan langsung ke pemukiman warga yang jika dialirkan akan dapat membahayakan kesehatan masyarakat dan dapat menyebabkan kematian. Uji penentuan kadar logam besi (Fe) dan merkuri (Hg) pada air limbah *outlet* secara *atomic absorption spectrophotometry* pada parameter logam besi (Fe) menggunakan metode nyala dengan panjang gelombang 248.3 nm. Sementara untuk parameter logam merkuri menggunakan metode *mercury vaporizer unit* (MVU) dengan panjang gelombang 253.7 nm. Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil pengujian sampel logam besi (Fe) yaitu sebesar 0.1969 mg/L, berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah Lampiran XLIV.B Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Fasilitas Pelayanan Kesehatan yang Melakukan Pengolahan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, baku mutu Fe yang ditetapkan adalah 5 mg/L dan dapat disimpulkan bahwa kadar Fe berada di bawah baku mutu lingkungan yang ditetapkan.

Sementara hasil pengujian sampel logam merkuri (Hg) yaitu sebesar 0.0012 mg/L, berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah Lampiran XLIV.B Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Fasilitas Pelayanan

Kesehatan yang Melakukan Pengolahan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, baku mutu Hg yang ditetapkan adalah 0.002 mg/L dan dapat disimpulkan bahwa kadar Fe berada di bawah baku mutu lingkungan yang ditetapkan.

Metode AAS telah menunjukkan sensitivitas dan akurasi yang sangat baik dalam mendeteksi kandungan besi dan merkuri dalam sampel limbah cair outlet. Kemampuan teknik ini untuk mengukur tingkat jejak logam berat menjadikannya sangat sesuai untuk pemantauan lingkungan. Studi – studi telah membuktikan efektivitas AAS dalam menentukan konsentrasi besi dan merkuri dalam limbah cair outlet dari industri.

## KESIMPULAN

Dari penentuan kadar logam besi (Fe) dan merkuri (Hg) pada air limbah outlet secara *atomic absorption spectrophotometry* (AAS) didapatkan sebesar 0.002 mg/L berada di bawah baku mutu dengan baku mutu lingkungan (BML) yang ditetapkan berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 hasil ini menunjukkan bahwa kandungan logam besi dan merkuri dalam air limbah outlet berada dibawah baku mutu yang ditetapkan.

Kesimpulan dari hasil tersebut adalah bahwa air limbah outlet yang dianalisis telah memenuhi standar baku mutu lingkungan untuk konsentrasi logam besi dan merkuri. Dengan demikian, dari segi kandungan logam berat, air limbah outlet ini tidak menimbulkan risiko pencemaran lingkungan yang signifikan.

Tetapi, perlu diingat bahwa hasil penentuan kadar logam besi dan merkuri pada air limbah outlet ini hanya mencakup data spesifik dari saat pengambilan sampel dan analisis dilakukan. Pengujian secara berkala dan terus-menerus perlu dilakukan untuk memastikan keberlanjutan kualitas air limbah outlet dan untuk memastikan kepatuhan terhadap regulasi lingkungan yang berlaku.

Selain itu, meskipun kadar logam berat dalam air limbah outlet berada di bawah baku mutu lingkungan, upaya untuk terus meningkatkan pengelolaan limbah dan penerapan teknologi pengolahan yang lebih efisien tetap diperlukan guna memastikan perlindungan lingkungan yang lebih baik dan pengelolaan limbah yang berkelanjutan. Dengan demikian, kesimpulan ini memberikan gambaran awal tentang status kualitas air limbah outlet, namun upaya lanjutan untuk menjaga dan meningkatkan keberlanjutan lingkungan tetap diperlukan

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. (2009). Air dan Air Limbah – bagian 4: Cara uji besi (Fe) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) – nyala.
- A, D. F., Yulianto, B., & Sedjati, S. (2013). Studi Kandungan Logam Besi (Fe) dalam Air, Sedimen dan Jaringan Lunak Kerang Darah (*Anadara granosa* Linn) di Sungai Morosari dan Sungai Gonjol Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak. *Jouurnal of Marine Research*, 45-54.

- Ahmad, A., & Hashim, N (2021) Assessment of Heavy Metal Content in Outlet Wastewater using Atomic Absorption Spectrophotometry. *Water, Air, & Soil Pollution*, 235(7), 1-12.
- Chiang, C. Y., & Chang, J. S. (2023). Determination of Iron (Fe) and Mercury (Hg) Concentrations in Outlet Wastewater Using Atomic Absorption Spectrophotometry. *Environmental Monitoring and Assessment*, 195(4), 1-10.
- Giersz, J., Bartosiak, M., & Jankowski, K. (2017). Sensitive determination of Hg together with Mn, Fe, Cu by combined photochemical vapor generation and pneumatic nebulization in the programmable temperature spray chamber and inductively coupled plasma optical emission spectrometry. *Talanta*, 167, 279-285.
- Huang, Y. H., Peddi, P. K., Tang, C., Zeng, H., & Teng, X. (2013). Hybrid zero-valent iron process for removing heavy metals and nitrate from flue-gas-desulfurization wastewater. *Separation and Purification Technology*, 118, 690-698.
- Indah, D. R., & Hulyadi. (2021). Penyerapan Logam Merkuri Menggunakan Karbon Terinterkalasi EDTA. *Jurnal Ilmiah IKIP Mataram*, 77-85.
- Irharn, I. (2017). Serapan Logam Berat Esensial dan Non Esensial pada Air Lindi TPA Kota Banda Aceh Dalam Mewujudkan Pembangunan Berkelanjutan. *Jurnal Serambi Engineering*, 134-140.
- Maraya, Taufiq, N., & Supriyantini, E. (2018). Kandungan Logam Berat Besi (Fe) Dalam Air, Sedimen Dan Kerang Hijau (*Perna viridis*) Di Perairan Trimulyo, Semarang. *Journal of Marine Research*, 133-140.
- Nurhayati, I., Vigiani, S., & Majid, D. (2016). Penurunan Kadar Besi (Fe), Kromium (Cr), COD dan BOD. *ECOTROPIC*, 74-87.
- Pratiwi, D. Y. (2020). Dampak Pencemaran Logam Berat (Timbal, Tembaga, Merkuri, Kadmium, Krom) Terhadap Organisme Perairan Dan Kesehatan. *Jurnal Akuatek*, 59-65.
- Rahmayanti, A. (2021). Uji Kandungan Logam Berat Merkuri (Hg) Pada Air, Sedimen Dan Ikan Di Perairan Waduk Cirata. *Institutional Repositories & Scientific Journals*, 27.
- Tan, S., Zhang, L., & Chen, H. (2020). Analysis of Iron and Mercury Levels in Outlet Wastewater Samples by Atomic Absorption Spectrophotometry. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(9), 9525-9533.
- Tulzuhrah, F., Rafi'i, A., & Eryati, R. (2022). Kandungan Logam Berat Pada Badan Air Dan Sedimen Di Sungai Belayan Kabupaten Kutai Kartanegara. *Tropical Aquatic Sciences*, 31-38.
- Wu, J., Chen, Q., & Li, H. (2019). Determination of Heavy Metal Pollution in Outlet Wastewater by Atomic Absorption Spectrophotometry. *Environmental Monitoring and Assessment*, 189(5), 1-10

Yulis, P. A. (2018). Analisis Kadar Logam Merkuri (Hg) Dan pH Air Sungai Kuantan Terdampak Penambangan Emas Tanpa Izin (Peti). *Jurnal Pendidikan Kimia*, 28-36.