

ANALISIS LOGAM BERAT Cd, Fe DAN Pb PADA AIR SUNGAI WAY UMPU KABUPATEN WAY KANAN SECARA SPEKTROFOTOMETER SERAPAN ATOM

Agung Abadi Kiswandono¹, Sangaji Ilham Prasetyo¹, Rinawati¹, Anisa Rahmawati¹, Anang Risgiyanto²

¹Departemen Kimia FMIPA Universitas Lampung

²Program Doktor Ilmu Lingkungan Universitas Lampung

email korespondensi : agung.abadi@fmipa.unila.ac.id

Diterima
04.04.2022

Direvisi
20.04.2022

Dipublikasikan
21.04.2022

© Penulis 2022

PISSN 2540-8224
EISSN 2540-8267



Penerbit:
Jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung

ABSTRAK

Telah dilakukan analisis kandungan logam berat Cd, Fe dan Pb pada empat titik lokasi Air Sungai di Sungai Way Umpu, Kabupaten Way Kanan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kandungan dan mengetahui tingkat pencemaran Logam Berat pada air sungai menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom. Metode pengambilan sampel dilakukan sesuai SNI 6989.59:2008. Hasil analisis dari menunjukkan konsentrasi logam Cd berada pada rentang 0,011-0,020 ppm, logam Fe 0,196-0,268 ppm, dan logam Pb 0,201-0,254 ppm. Berdasarkan hasil analisis, kadar logam Cd dan Pb menunjukkan bahwa konsentrasi logam tersebut melebihi baku mutu menurut PP.RI. No. 22 Tahun 2021, sedangkan kandungan logam Fe masih berada dibawah baku mutu yang ditetapkan. Validasi metode pada analisis konsentrasi logam Cd, Fe dan Pb menunjukkan nilai koefisien korelasi masing-masing yaitu 99,8%, 99,9% dan 99,7%. Limit deteksi masing-masing yaitu 0,0126; 0,1222; 0,8293 ppm. Sedangkan limit kuantifikasi masing-masing yaitu 0,0422; 0,4072; 2,7645 ppm. Serta akurasi masing-masing 99,03%-99,15%, 100,26%-101,06%, dan 101,04%-102,01%.

Kata kunci: logam berat, sungai, way umpu.

ABSTRACT

Analysis of the heavy metal content of Cd, Fe and Pb has been carried out at four water points in the Way Umpu River, Way Kanan Regency. This study aims to determine the content and level of heavy metal pollution in river water using the Atomic Absorption Spectrophotometry method. The sampling method was carried out according to SNI 6989.59:2008. The analysis results showed that the concentration of Cd metal was in the range of 0.011-0.020 ppm, Fe metal 0.196-0.268 ppm, and Pb metal 0.201-0.254 ppm. Based on the analysis results, the concentrations of Cd and Pb indicate that the concentrations of these metals exceed the quality standard according to Government Regulation of the Republic of Indonesia Number 22 of 2021, while the content of Fe is still below the specified quality standard. Validation of the analysis method for metal concentrations of Cd, Fe and Pb showed the correlation coefficient values of 99.8%, 99.9% and 99.7%, respectively. Each detection limit is 0.0126; 0.1222; 0.8293 ppm. While the quantification limit for each metal is 0.0422; 0.4072; 2.7645 ppm. And the accuracy of each metal is 99.03%-99.15%, 100.26%-101.06%, and 101.04%-102.01%.

Keywords: heavy metal, river, way umpu.

PENDAHULUAN

Sungai Way Umpu merupakan salah satu sungai yang terletak di Kabupaten Way Kanan yang memiliki panjang kurang lebih 100 km dengan luas areal tubuh sungai kurang lebih 1,179 km². Menurut Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung (2019) sektor pertanian di Provinsi Lampung menduduki peringkat pertama dalam mata pencaharian masyarakat dengan persentase sebesar 47,97%. Selain faktor pertanian, sungai Way Umpu dimanfaatkan oleh masyarakat pada sektor perikanan, industri, pertambangan dan kebutuhan domestik masyarakat. Pencemaran lingkungan pada sungai Way Umpu sudah terjadi sejak tahun 2014. Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang pengelolaan lingkungan hidup menyatakan bahwa pencemaran lingkungan hidup adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan atau aktivitas manusia sehingga melampaui baku mutu yang telah ditetapkan. Jenis limbah yang berpotensi merusak lingkungan perairan serta kesehatan masyarakat adalah Bahan Beracun dan Berbahaya (B3) termasuk logam berat.

Logam berat tentunya logam yang dikategorikan berbahaya jika masuk ke dalam lingkungan terutama ke dalam tubuh makhluk hidup. Logam berat sangat beracun, bahkan pada konsentrasi yang sangat rendah karena sifat kumulatifnya (Sharma *et al.*, 2008). Logam berat memiliki densitas lebih dari 5 g/cm³. Logam-logam seperti merkuri (Hg), kadmium (Cd), besi (Fe), mangan (Mn), timbal (Pb), arsen (As), tembaga (Cu), kromium (Cr), dan nikel (Ni) dapat ditemukan dalam lingkungan perairan yang tercemar limbah (Agustina, 2014, Murtini *et al.*, 2003). Logam berat dapat menimbulkan keracunan serta penurunan kesehatan bagi manusia, hewan maupun tumbuhan apabila melebihi batas toleransi.

Meningkatnya kegiatan pada sektor industri maupun pertambangan menyebabkan kerusakan lingkungan berupa pencemaran lingkungan semakin meningkat. Kerusakan yang terjadi diantaranya kerusakan bantaran sungai, air menjadi keruh dan ikan-ikan banyak yang mati. Sungai Way Umpu dijadikan salah satu sarana tempat pembuangan limbah. Salah satunya terjadi di Kecamatan Blambangan Umpu, yaitu sektor tambang emas menyebabkan kerusakan lingkungan yang cukup parah (Fitria, 2017).

Penyebab utama logam berat menjadi bahan pencemar berbahaya karena logam berat tidak dapat dihancurkan (*non degradable*) oleh organisme hidup di lingkungan dan terakumulasi ke lingkungan (Milasari *et al.*, 2020). Kegiatan Industrialisasi yang semakin pesat menyebabkan sungai-sungai di daerah perkotaan banyak difungsikan sebagai tempat pembuangan polutan yang

dapat membahayakan biota perairan serta memperburuk kualitas air (Zeng *et al.*, 2020). Selain limbah industri, pencemaran logam berat juga berasal dari limbah rumah tangga seperti sampah-sampah metabolik, korosi pipa-pipa air yang mengandung logam berat (Connel dan Miller, 1995). Pertambangan batuan keras yang beroperasi sekitar 5-15 tahun juga dapat menyebabkan kontaminasi logam yang terjadi pada perairan selama ratusan tahun (Srikanth *et al.*, 2013). Kontaminasi juga bisa berasal dari sektor bidang pertanian contohnya penggunaan pupuk pada proses budidaya tanaman pertanian dan juga pestisida yang digunakan untuk membasmi hama yang mengandung logam berat (Agustina, 2014).

Kandungan logam berat pada air sungai yang sudah tercemar dapat dianalisis menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Pemilihan metode spektrometri serapan atom karena mempunyai sensitifitas tinggi, mudah, murah, sederhana, cepat, dan cuplikan yang dibutuhkan sedikit (Supriyanto *et al.*, 2007). Spektrofotometri Serapan Atom digunakan untuk analisis kuantitatif unsur-unsur logam berat. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka akan dilakukan analisis terhadap kandungan logam berat yang terdapat pada air Sungai Way Umpu di Kasui, Ojolali, Negeri Baru dan Blambangan Umpu dengan metode SSA.

METODE

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat-alat gelas laboratorium, oven, neraca analitik, *hot plate*, termometer, *cool box*, kaca arloji, botol polypropylene (botol plastik), eutech instrument PCD 650, Seperangkat alat pengambilan sampel air sungai dan Spektrofotometer Serapan Atom (Shimadzu AA 7000). Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Air Sungai Way Umpu, HNO_3 65% (Merck), $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4\text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dan akuades. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan uji perbandingan antara sampel dengan standar. Selanjutnya metode diuji validasi metode dengan parameter linieritas, presisi, LoD, LoQ dan akurasi.

Prosedur

Pembuatan Pelarut dan Larutan Standar

Pelarut yang digunakan dalam penelitian ini adalah HNO_3 5% yang berfungsi sebagai penstabil larutan logam agar tidak terjadi proses pengendapan pada sampel. Larutan standar

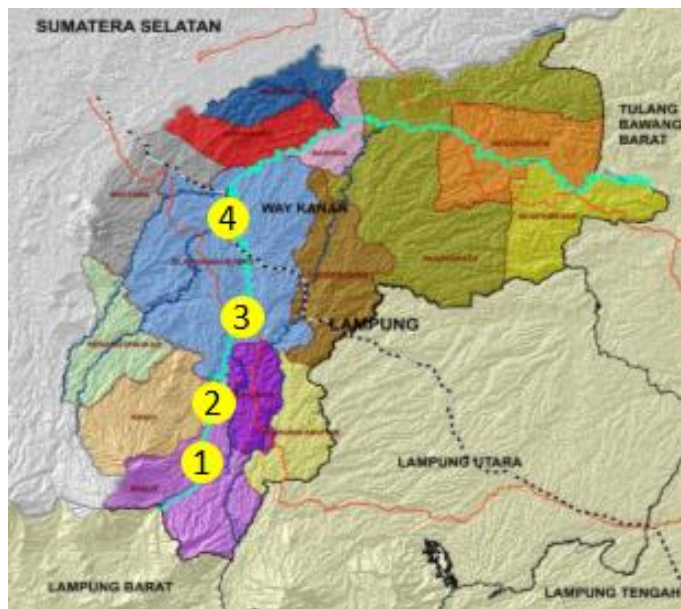
dibuat dengan variasi macam konsentrasi. Untuk larutan standar Cd digunakan 0,05; 0,3; 0,4; 0,8 dan 1 ppm, larutan standar Pb yaitu 1; 2; 3; 4 dan 5 ppm dan larutan standar Fe yaitu 0,3; 0,6; 1; 1,5 dan 2 ppm Nilai absorbansi kemudian diproses dengan metode kuadrat terkecil untuk selanjutnya dapat ditentukan nilai kemiringan (*slope*), intersep, dan koefisien korelasinya.

Persiapan Pengambilan Sampel

Sebelum sampel diambil terlebih dahulu dipersiapkan beberapa hal, yakni pencucian wadah sampel dengan air sabun dan dibilas hingga bersih dengan air, setelah itu semua wadah direndam dengan HNO_3 5% selama 24 jam yang berfungsi untuk menghilangkan kontaminasi logam yang menempel dalam wadah sampel. Proses yang dilakukan selanjutnya yaitu pengeringan dan penyimpanan yang dilakukan dalam keadaan tertutup hingga wadah digunakan.

Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan di empat titik koordinasi berbeda. Titik lokasi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel

Koordinat keempat titik pengambilan sampel antara lain.

1. Kasui (BT:104°31 '60,3" ; LS:04° 29'89.5")
2. Ojolali (BT:104°29'50,2" ; LS:04° 41 '08.9")

3. Negeri Baru (BT:104°34'45,3" ; LS:04° 31 '20.6")
4. Blambangan Umpu (BT:104°42'34,9"; LS:04°28'41.4")

Mula-mula sampel air diambil dari setiap stasiun penelitian sebanyak 1200 mL. Dengan cara memasukkan wadah sampel dari atas permukaan air sampai kira-kira setengah kedalaman sehingga air masuk kedalam wadah sampel, wadah sampel dinaikkan sampai air terisi penuh. Sampel diuji parameter secara insitu. Kemudian sampel dalam wadah dimasukkan kedalam botol plastik lalu ditutup. Selanjutnya botol plastik tersebut dimasukkan ke dalam cool box yang sudah diisi dengan es batu, diawetkan dengan HNO₃.

Preparasi Sampel

Sampel dihomogenkan lalu diambil secara kuantitatif sebanyak 100 mL dari tiap-tiap stasiun. Lalu sampel tiap-tiap stasiun ditambahkan HNO₃ pekat sebanyak 5 mL. Kemudian sampel dipanaskan di atas hot plate secara perlahan-lahan hingga volume sampel tiap-tiap stasiun berkisar sekitar 10 - 20 mL. Lalu dilakukan pengenceran dengan memasukkan sampel kedalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan akuades hingga tanda tera lalu dihomogenkan (SNI, 2019). Sampel siap untuk dianalisis pada instrumen SSA dengan empat kali pengulangan untuk penentuan absorbansinya. Kemudian, pengukuran sampel uji dilakukan dengan cara mengukur sampel uji yang telah dipreparasi dengan SSA pada panjang gelombang tertentu.

Untuk menentukan kandungan kadar logam berat pada air sungai, digunakan rumus (Rizkiana et al, 2017).

$$\text{Kadar logam (mg/L)} = \frac{C_{reg} \times P \times V_1}{V_2}$$

Dimana

C_{reg} = Konsentrasi terbaca (mg/L)

P = Faktor Pengenceran

V₁ = Volume sampel yang diukur (L)

V₂ = Volume sampel yang dilarutkan (L)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian analisis penentuan kadar logam berat total pada air sungai di Sungai Way Umpu dengan metode SSA dilakukan di Laboratorium Analisis Dinas Lingkungan Hidup Provinsi

Lampung. Berdasarkan ISO/IEC 17025:2017 validasi metode merupakan standar perlakuan yang harus dilakukan oleh laboratorium pengujian, untuk menjamin kepastian data hasil pengujian (Badan Standardisasi Nasional, 2017).

Parameter *in situ*

Penelitian ini dimulai dengan melakukan pengujian parameter secara *in situ*. Setiap lokasi pengambilan sampel dilakukan empat uji parameter, yaitu *dissolved oxygen* (DO), pH, suhu dan warna seperti terlihat pada Tabel 1. Uji parameter *in situ* ini dilakukan pada lokasi Blambangan Umpu, Negeri Baru, Ojolali dan Kasui.

Tabel 1. Parameter *in situ*

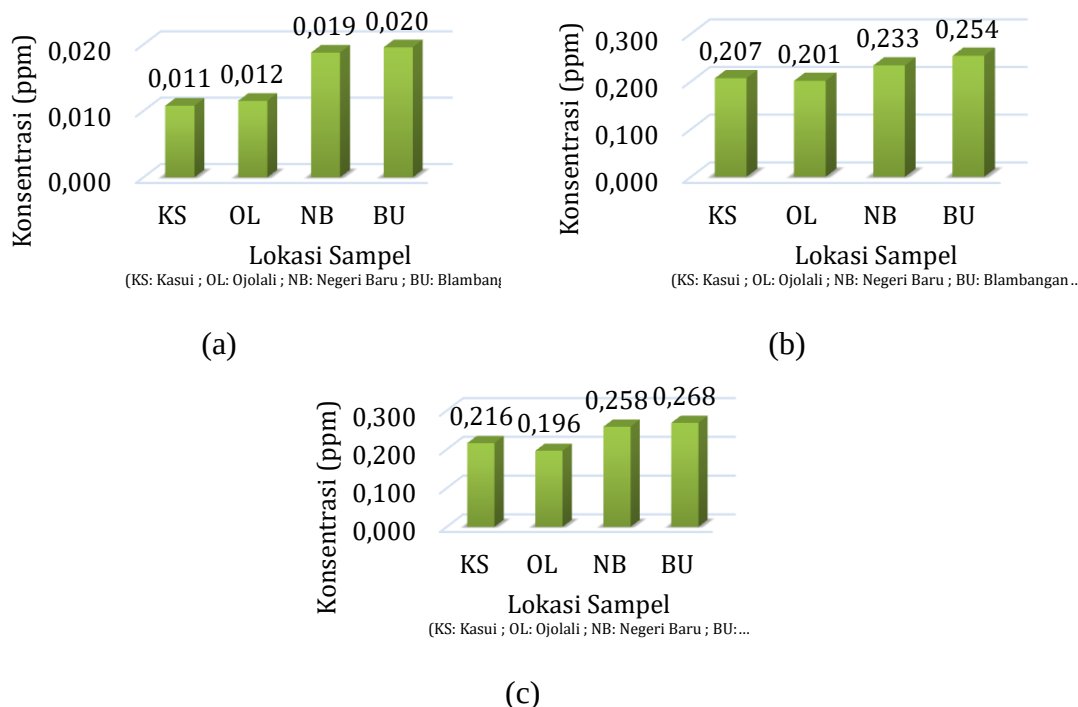
Parameter	Lokasi			
	Kasui	Ojolali	Negeri Baru	Blambangan Umpu
DO (mg/L)	4,4	4,7	5,1	4,6
pH	7,71	6,9	6,77	6,82
Suhu (°C)	27,8	39,8	31,1	30,6
Warna	Coklat	Coklat	Coklat	Coklat

Kandungan Logam Berat Cd, Fe dan Pb

Hasil pengukuran logam berat dalam sampel air Sungai Way Umpu dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2a, dapat dilihat bahwa rerata kandungan logam Cd dari keempat lokasi sampel adalah lokasi Kasui 0,011 ppm, lokasi Ojolali sebesar 0,012 ppm, lokasi Negeri Baru 0,019 ppm dan lokasi Blambangan Umpu 0,020 ppm. Kemudian pada Gambar 2b, dapat dilihat bahwa rerata kandungan logam Pb dari keempat lokasi sampel adalah lokasi Kasui 0,207 ppm, lokasi Ojolali 0,201 ppm, lokasi Negeri Baru 0,233 ppm dan lokasi Blambangan Umpu 0,254 ppm. Lalu pada Gambar 2c, dapat dilihat bahwa rerata kandungan logam Fe dari keempat lokasi sampel adalah lokasi Kasui 0,216 ppm, lokasi Ojolali 0,196 ppm, lokasi Negeri Baru 0,258 ppm dan lokasi Blambangan Umpu 0,268 ppm.

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021 baku mutu logam Cd, Pb dan Fe masing-masing adalah 0,01; 0,03; dan 0,3 mg/L. Dengan demikian logam Cd dan Pb di lokasi Sungai Way Umpu berada diatas baku mutu yang ditetapkan. Sedangkan logam Fe berada dibawah baku mutu yang ditetapkan. Tingginya kandungan logam Cd dan Pb disebabkan oleh kegiatan pertambangan liar yang ada di sekitar aliran Sungai Way Umpu. Selain itu, terdapat banyak kegiatan perkebunan dan pertanian masyarakat di sekitar Sungai Way Umpu.

Menurut Agustina (2014) dan Darmono (1995) logam Cd dan Pb terdapat dalam bidang pertanian, Pb terdapat dalam pestisida dan Cd berasal dari pupuk fosfat .

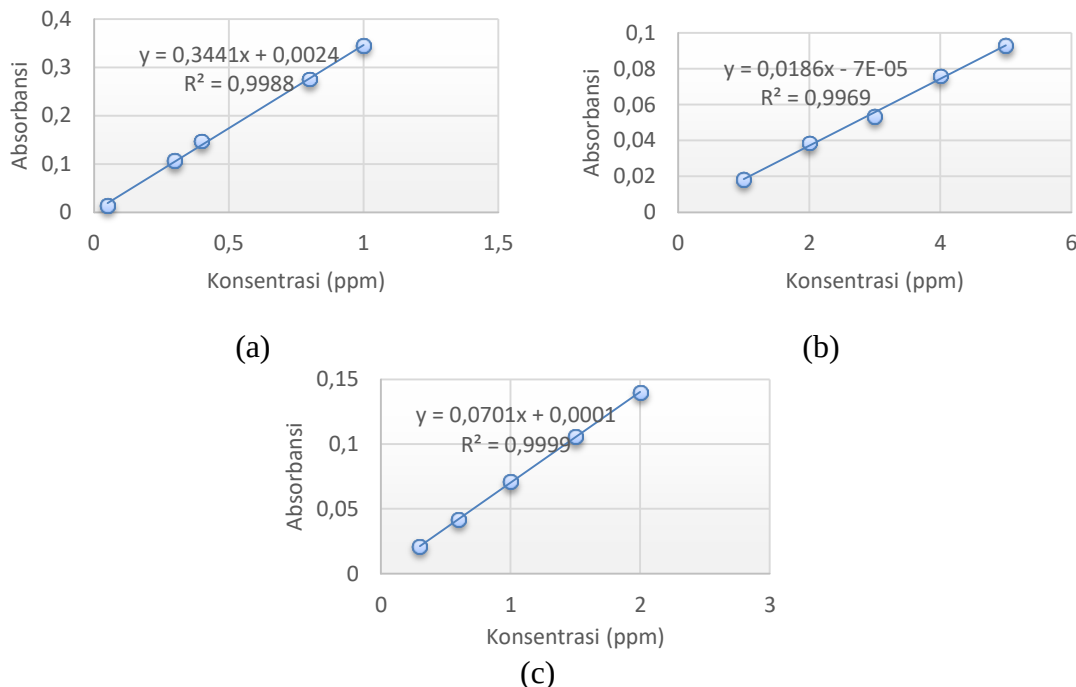


Gambar 1. Kandungan Logam (a) Kadmium, (b) Timbal (c) Besi

Linieritas

Uji linieritas dilakukan dengan membuat kurva kalibrasi larutan standar, dari kurva kalibrasi diperoleh persamaan garis lurus atau regresi dan koefisien korelasi yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara korelasi yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara korelasi larutan standar dengan nilai absorbansi yang dihasilkan. Uji linieritas dapat dilihat pada Gambar 3. Kurva kalibrasi Cd memiliki persamaan garis linier $y = 0,3441x + 0,0024$ dengan koefisien korelasi (r) yaitu $= 0,9988$. Nilai koefisien korelasi tersebut menunjukkan bahwa grafik larutan standar Cd memberikan korelasi sebesar 99,8%. Kurva kalibrasi logam Pb memiliki persamaan garis linier $y = 0,0186x - 7E-05$ dengan koefisien korelasi (r) adalah 0,9969. Kurva regresi menunjukkan bahwa grafik larutan standar Pb memberikan korelasi sebesar 99,7%. Pada logam Fe diperoleh persamaan garis linier $y = 0,0701x + 0,0001$ dengan koefisien korelasi (r) yaitu 0,9999 sehingga nilai korelasinya 99,9%. Grafik diatas menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi maka akan semakin tinggi pula absorbansi. Berdasarkan nilai koefisien korelasi dari logam Cd, Pb dan Fe maka metode ini dapat digunakan untuk

menganalisis logam Cd, Pb dan Fe dengan baik karena angka dari koefisien korelasi mendekati 1 (AOAC, 2005) atau $1 \geq 0,995$ (SNI, 2019).



Gambar 2. Linieritas Larutan Standar Logam (a) Cd, (b) Pb dan (c) Fe

Limit Deteksi (LoD) dan Limit Kuantifikasi (LoQ)

$$\text{LoD} = \frac{3 \times \text{Sb}}{\text{SI}}$$

$$\text{LoQ} = \frac{10 \times \text{Sb}}{\text{SI}}$$

Dimana

LoD = limit deteksi

LoQ = limit kuantifikasi

Sb = simpangan baku respon analitik dari blanko

SI = arah garis linier (kepekaan arah) dari kurva antar respon terhadap konsentrasi
= slope (b pada persamaan garis $y = a + bx$).

Batas deteksi (LoD) dan batas kuantifikasi (LoQ) merupakan uji sensitifitas metode. Penentuan batas deteksi dan batas kuantifikasi diperoleh dengan cara perhitungan statistik melalui garis regresi linier dan kurva kalibrasi. Batas deteksi (LoD) merupakan parameter yang

menunjukkan jumlah terkecil analit dalam suatu sampel yang masih dapat terdeteksi oleh metode analisis. Batas kuantifikasi (LoQ) menunjukkan konsentrasi analit terkecil yang dapat terkuantifikasi serta masih diterima secara presisi dan akurasi pada metode analisis. Blangko sampel sebanyak 4 replikasi pada penelitian ini diukur absorbansinya dengan menggunakan instrument spektrofotometer serapan atom lalu diberi perlakuan yang sama seperti sampel air sungai. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai LoD dan LoQ untuk masing-masing logam dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai LoD dan LoQ

Pengulangan	Absorbansi		
	Cd	Pb	Fe
1	0,0011	0,0001	0,0006
2	0,0002	0,0001	0,0002
3	0,0001	0,0002	0,0002
4	0,0009	0,0003	0,0002
LoD	0,0126	0,8293	0,1222
LoQ	0,0422	2,7645	0,4072

Limit Deteksi yang diperoleh dari masing-masing logam Cd, Pb dan Fe adalah 0,0126; 0,8293 dan 0,1222 ppm. Sedangkan Limit Kuantifikasi yang diperoleh masing-masing logam Cd, Pb dan Fe adalah 0,0422; 2,7645; dan 0,4072 ppm.

Presisi

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$RSD = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100\%$$

Dimana

SD = Standar deviasi

RSD = Simpangan baku relatif

x = Kadar sampel yang diperoleh

$\bar{x}$ = Kadar rata-rata

n = Jumlah pengulangan analisis

Hasil perhitungan RSD (%) sampel air sungai pada logam Cd, Pb dan Fe didapatkan bahwa untuk logam Cd pada air sungai memiliki RSD pada lokasi Kasui 3,80%, lokasi Ojolali 1,78%,

lokasi Negeri Baru 1,48% dan lokasi Blambangan Umpu 1,42%. Berdasarkan perhitungan, bahwa untuk logam Pb pada air sungai memiliki RSD pada lokasi Kasui 4,44%, lokasi Ojolali 4%, lokasi Negeri Baru 2,20% dan lokasi Blambangan Umpu 4,05%, untuk logam Fe pada air sungai memiliki RSD pada lokasi Kasui 3,07%, lokasi Ojolali 3,81%, lokasi Negeri Baru 3,19% dan lokasi Blambangan Umpu 3,31%. Ketelitian diukur sebagai simpangan baku (SD) atau simpangan baku relatif (RSD) dengan syarat suatu metode yang baik pada konsentrasi 10 ppm yaitu memiliki nilai simpangan baku relatif RSD berada pada kisaran $RSD < 7,3\%$ (AOAC, 2005). Nilai RSD yang semakin kecil menunjukkan semakin baik metode yang telah dilakukan, hal ini menunjukkan bahwa ketelitian analisis pada penelitian ini cukup baik.

Akurasi

$$\% \text{ perolehan kembali} = \frac{(CF - CA)}{CA^*} \times 100\%$$

Dimana

Keterangan :

CF= Konsentrasi total sampel yang diperoleh dari pengukuran

CA = Konsentrasi sampel sebenarnya

CA* = Konsentrasi analit yang ditambahkan

Hasil perhitungan persen perolehan kembali sampel didapatkan bahwa terdapat perbedaan antara %R yang satu dengan %R yang lainnya. Perbedaan ini tidak dapat dihindari. Jika terjadi perbedaan pada pengukuran serapan, sehingga perbedaan konsentrasi langsung menjadi signifikan Berdasarkan Tabel 6, didapatkan nilai persen perolehan kembali Logam Cd pada lokasi Kasui 99,15%, lokasi Ojolali 99,10%, lokasi Negeri Baru 99,02% dan lokasi Blambangan Umpu 99,03%. Berdasarkan Tabel 7, didapatkan nilai persen perolehan kembali Logam Pb pada lokasi Kasui 101,04%, lokasi Ojolali 102,01%, lokasi Negeri Baru 101,69% dan lokasi Blambangan Umpu 101,61%. Berdasarkan Tabel 8, didapatkan nilai persen perolehan kembali Logam Pb pada lokasi Kasui 101,06%, lokasi Ojolali 100,26%, lokasi Negeri Baru 101% dan lokasi Blambangan Umpu 100,89%. Suatu metode memiliki akurasi yang baik bila kisaran perolehan kembali dengan konsentrasi berada di antara 85 – 115% (SNI, 2019). Hasil perhitungan persen perolehan kembali (%R), menunjukkan bahwa dari keempat sampel pada masing-masing logam (Cd, Pb dan Fe) berada pada kisaran 98 - 102%, maka metode yang

digunakan dalam penelitian ini dapat dinyatakan baik karena dalam proses nya tidak terdapat zat yang hilang sehingga hasil pengukuran akhir dapat memberikan hasil yang mendekati dengan hasil yang sebenarnya.

KESIMPULAN

Kesimpulan hasil analisis rerata logam berat Cd pada keempat lokasi Kasui, Ojolali, Negeri Baru dan Blambangan Umpu masing-masing sebesar 0,011 ppm, 0,012 ppm, 0,019 ppm dan 0,020 ppm, logam berat Pb sebesar 0,207 ppm, 0,201 ppm, 0,233 ppm dan 0,254 ppm. Limit Deteksi yang diperoleh dari masing-masing logam Cd, Pb dan Fe adalah 0,0126; 0,8293 dan 0,1222 ppm. Sedangkan Limit Kuantifikasi yang diperoleh masing-masing logam Cd, Pb dan Fe adalah 0,0422; 2,7645; dan 0,4072 ppm. Persen RSD yang diperoleh dari masing-masing logam adalah pada logam Cd berkisar 1,42 – 3,80%, logam Pb berkisar 2,20 – 4,44% dan logam Fe berkisar 3,07 -3,81%. Persen perolehan kembali yang didapat dari masing-masing logam adalah logam Cd berkisar 99,02 – 99,15%, logam Pb berkisar 101,04 – 102,01% dan logam Fe berkisar 100,26 – 101,06%.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, T. (2014). Kontaminasi Logam Berat Pada Makanan dan Dampaknya Pada Kesehatan. *Jurnal Teknobuga*, Vol. 1(1).
- AOAC. (2005). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist*. AOAC Inc. Washington.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung. (2019). *Keadaan Ketenagakerjaan Provinsi Lampung Februari 2019*. No. 42/05/19/Th.XII.
- Connel, D.W., dan Miller, G.J. (1995). *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran*. Terjemahan Yanti Koestoer. 1995. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Darmono. (1995). *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. UI Press. Jakarta.
- Fitria, A.L. (2017). Strategi Kantor Lingkungan Hidup Dalam Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan. *Skripsi*. Universitas Lampung. Lampung.
- Milasari, F., Hidayat, D., Rinawati, Supriyanto, R., Kiswandono, A.A. (2020). Kajian Sebaran Logam Berat Timbal (Pb) dan Kromium (Cr) Pada Sedimen Di Sekitar Perairan Teluk Lampung. *Jurnal Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, Vol 5(1).
- Murtini, J.T., Yennie, Y., dan Peranginangin, R. (2003). Kandungan Logam Berat Pada Kerang Darah (*Anadara granosa*), Air Laut dan Sedimen di Perairan Tanjung Balai dan Bagan Siapi-api. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 9(5):77–84.

-
- Sharma, R.K., Agrawal. M., dan F. M. Marshall. (2008). Atmospheric Deposition of Heavy Metals (Cu, Zn, Cd, and Pb) in Varanasi City, India. *Journal Environ Monit Assess*, 142:269–278.
- SNI. (2019). Air dan air limbah – Bagian 84 : Cara uji kadar logam terlarut dan logam total secara Spektrometri Serapan Atom (SSA) – nyala. SNI 6989-84:2019.
- Srikanth, P., Somasekhar, S.A., Kanthi, G.K. dan Raghu, B.K. (2013). Analysis Of Heavy Metals By Using Atomic Absorption Spectroscopy From The Samples Taken Around Visakhapatnam. *International Journal of Environment, Ecology, Family and Urban Studies (IJEEFUS)*, Vol. 3(1):127-132.
- Supriyanto, C., Samin, dan Zainul, K. (2007). *Analisis Cemar Logam Berat Pb, Cu, dan Cd pada Ikan Air Tawar dengan Metode Spektrometri Nyala Serapan Atom (SSA)*. Prosiding 3rd Seminar Nasional. Yogyakarta: BATAN.
- Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, Perlu Menetapkan Peraturan Menteri Lingkungan Tentang Pengelolaan Baku Mutu Air Limbah. Jakarta.
- Zeng, Y., Bi, C., Jia, J., Deng, L., dan Chen, Z. (2020). Impact Of Intensive Land Use On Heavy Metal Concentrations and Ecological Risks In An Urbanized River Network of Shanghai. *Journal of Ecological Indicators*, 116.