

## PENGUKURAN KADAR LOGAM Hg, KADMIUM, ARSEN, DAN KROMIUM (VALENSI 6) DALAM AIR SUMUR

**Khoirul Ngibad<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi D3 Teknologi Laboratorium Medis, Universitas Maarif Hasyim Latif, Sidoarjo, Indonesia

Email: khoirul\_ngibad@dosen.umaha.ac.id

*Article History:*

*Received: June 11, 2023*

*Revised: November 9, 2023*

*Accepted: November 16, 2023*

*Published: December 12, 2023*

### **ABSTRACT**

*The presence of metals such as Hg, Cd, As, and Cr<sup>6+</sup> in waters can cause health problems. Hg poisoning causes central nervous system symptoms, Cd poisoning can cause digestive problems and kidney disease, As poisoning can cause jaundice, kidney bleeding, and skin cancer and Cr<sup>6+</sup> is highly corrosive and can cause cancer. This study aimed to measure the levels of Hg, Cd, As, and Cr<sup>6+</sup> in water wells in Taman District, Sidoarjo Regency. In this study, the AAS method was used at 253.7 nm for Hg analysis; 228.8 nm for Cd analysis; 193.7 nm on As analysis, and UV-Vis spectrophotometric method at 530/540 nm for Cr(VI) analysis. The water wells in Taman District, Sidoarjo Regency have Hg, As, Cd, and Cr<sup>6+</sup> levels of 0.0006 each; <0.002; <0.0002; and <0.013 mg/L (well water A) and <0.0006; <0.002; <0.0002; and <0.013 mg/L (well water B). Based on the chemical parameters, it can be concluded that the levels of Hg, As, Cd, and Cr<sup>6+</sup> still meet the quality standards (maximum levels).*

**Keywords:** *Well water, As, Cd, Cr (VI), Hg*

### **PENDAHULUAN**

Manusia dan makhluk hidup lainnya selalu membutuhkan air dalam melakukan aktivitas sehari – hari agar dapat bertahan hidup (Ngibad dkk., 2019) (Jannah dkk., 2021) (Triarini dkk., 2021). Kualitas air dapat mengalami penurunan yang diakibatkan oleh adanya air kotor (Rohmania dkk., 2022). Dengan demikian, kualitas air harus selalu dikontrol agar dapat dimanfaatkan oleh semua makhluk hidup. Aspek - aspek penting yang menjadi faktor penentu kualitas air meliputi: aspek fisika, kimia dan biologi (Kementerian Kesehatan RI, 2017). Logam Hg, Kadmium, Arsen, dan Kromium (Valensi 6) merupakan parameter kimia tambahan yang perlu selalu dipantau dalam air untuk kebutuhan higiene sanitasi, misalnya: air sumur (Zhao dkk., 2023). Laporan mengungkapkan bahwa keberadaan logam berat dalam air tanah telah meningkatkan ancaman di dunia karena logam berat dapat menyebabkan berbagai jenis penyakit, termasuk kanker (Shar dkk., 2022). Logam berat Pb, Cd, As, dan Hg sangat

merugikan bagi kehidupan, bahkan pada tingkat renik. Efek yang tidak menguntungkan dari logam beracun termasuk karsinogenesis, penyakit kardiovaskular, penyakit saraf, anemia, gangguan mental, masalah hati, ginjal dan otak, mual, hipertensi, lekas marah, muntah, sakit perut, dan sakit kepala (Riaz dkk., 2018).

Merkuri (Hg) adalah polutan beracun paling keras yang menjadi perhatian global yang membahayakan kesehatan manusia dan lingkungan. Karena volatilitas yang tinggi, bioakumulasi, dan persistensi yang lama, merkuri memasuki rantai makanan dan merusak ekosistem secara parah. Karena merkuri sangat persisten, ia dapat dengan mudah menyebar dan berpindah ribuan kilometer yang beredar di atmosfer selama setahun. Tingkat merkuri di atmosfer dan badan air (seperti lautan, sungai, dan danau) dipengaruhi oleh aktivitas alam dan antropogenik (Teng dkk., 2022).

Kadmium (Cd) merupakan unsur toksik yang tidak dibutuhkan oleh semua organisme hidup. Ini menimbulkan banyak ancaman lingkungan yang pada akhirnya dapat menyebabkan gangguan pada tumbuhan dan penyakit pada manusia. Itu dapat menumpuk di berbagai organ tubuh manusia karena sifatnya yang terus-menerus. Cd dilepaskan ke lingkungan melalui berbagai aktivitas alami dan antropogenik seperti penambangan, peleburan, dan pemurnian (Hayat dkk., 2019). Logam non-esensial seperti kelebihan asupan Cd berbahaya bagi sistem kardiovaskular, tulang, dan ginjal dan kelebihan asupan Pb bertanggung jawab atas kerusakan neurotoksik, hipertensi, gangguan ginjal dan hematologi, dan kanker (Matouke dkk., 2022). Akumulasi Cd dalam jaringan makanan manusia dapat memicu risiko efek kesehatan yang merugikan sehingga Organisasi Kesehatan Dunia mengklasifikasikan Cd sebagai karsinogen manusia (Li dkk., 2023).

Arsenik (As) adalah unsur melimpah yang ditemukan di mana-mana di alam, terutama di kerak bumi dan juga di lingkungan. Arsenik diperlukan untuk makhluk hidup; namun, ini juga merupakan masalah yang muncul karena toksisitas yang ditimbulkannya pada makhluk hidup, termasuk manusia dan hewan. Pada dasarnya, air tanah sangat terpengaruh oleh pencemaran As, yang berasal dari sumber termasuk akuifer yang terkena dampak As, dan telah sangat mengancam umat manusia di seluruh dunia (Haq dkk., 2021). Air menjadi sangat berbahaya ketika kisaran melebihi batas arsenik, fluorida, besi dan pH yang diperbolehkan dan menimbulkan efek yang sangat berbahaya bagi manusia di daerah ini, karena konsumsi kualitas air tersebut menyebabkan berbagai penyakit seperti penyakit jantung, kanker, stroke, penyakit pernapasan bawah kronis, dan diabetes, hemokromatosis, penyakit kaki hitam, leuko-melanosis (Sarkar dkk., 2021).

Kromium adalah logam alami yang digunakan dalam banyak proses antropogenik. Keadaan valensi mayor adalah Cr(0), Cr(III), dan Cr(VI). Cr(III) dianggap sebagai unsur esensial dan penting untuk status kesehatan gizi pada manusia. Namun, baru-baru ini dianggap tidak relevan secara nutrisi dan tidak penting pada manusia. Cr(VI) dikenal sebagai karsinogen manusia dengan efek kesehatan lain yang mungkin terjadi setelah paparan di tempat kerja dan lingkungan (Wise dkk., 2019). Toksisitas Cr(VI) adalah dianalisis menjadi 100 kali lipat lebih tinggi dari Cr(III) karena kelarutan air, gerak, dan sifat reduksinya yang lebih tinggi. Toksisitas Cr(VI) umumnya berasal dari sifat oksidasinya maupun dari kemampuannya membentuk radikal bebas melalui proses konversi/reduksi Cr(VI) menjadi Cr(III) di dalam sel. Reduksi Cr(VI) menjadi Cr(III) terjadi di sitoplasma, nukleus, atau darah dan karenanya menghasilkan radikal bebas yang utuh dengan DNA. Dispersi kromium ke dalam air minum membuatnya rentan menyebabkan penyakit seperti disfungsi hati, anemia, hemolisis, pembentukan ginjal, gangguan kognisi, penyimpangan persepsi dan kromosom, kerusakan DNA, dan penipisan enzim antioksidan, pada hewan melalui rantai makanan (Samuel dkk., 2021).

Pengukuran kadar logam Hg (Priyanto dkk., 2008; Yulis, 2018; Maddusa dkk., 2017), Kadmium (Pulungan dkk., 2021; Sasongko dkk., 2017; Dewa, 2015; Azhar dkk., 2012; Dhahiyat, 2012; Permanawati dkk., 2013), Arsen (Maddusa dkk., 2017; Mabaat dkk., 2017; Maksuk, 2012) dalam banyak sampel perairan banyak dilakukan menggunakan metode AAS sedangkan pengukuran kadar Kromium (Valensi 6) (Andini, 2017; Supriyanto, 2012; Sulistyowatia dkk., 2021) dalam banyak perairan banyak dideteksi dengan spektrofotometer UV-Vis. Menurut PerMenKes RI No 32 Tahun 2017, kadar maksimum yang diperbolehkan untuk logam air raksa, Kadmium, Arsen, dan Kromium (valensi 6) adalah 0,001; 0,005; 0,05 dan 0,05 mg/L, berturut – turut. Lokasi pengambilan sampel air sumur dalam penelitian ini adalah sampel air sumur dari warga Kecamatan Taman di sekitar sungai pelayaran dan sampel air sumur yang diambil air sumur warga Kecamatan Taman di sekitar sungai X. Warna sampel air sumur tersebut keruh dan agak berwarna kuning muda. Padahal air sumur tersebut digunakan warga untuk kebutuhan sehari – hari. Mengingat bahaya logam Hg, Kadmium, Arsen dan Kromium (Valensi 6) dalam perairan, maka perlu dilakukan pengukuran kadar Hg, Kadmium, Arsen dan Kromium (Valensi 6) dalam air sumur di Taman, Sidoarjo.

## **METODE PENELITIAN**

### **Bahan**

Akuades, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> HP, gas argon HP, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,2 N, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2,5 N, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pa, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> pekat p.a, HCl pekat, HNO<sub>3</sub> pekat p.a., K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> 5 %;, kalium persulfat, kertas indikator pH, KMnO<sub>4</sub>, larutan baku Hg, larutan difenilkarbazida, larutan hidrosilamin sulfat-natrium klorida, larutan baku As, logam Cd, NaBH<sub>4</sub>, NaOH 1N, natrium iodida (NaI)/Kalium Iodida (KI), serbuk K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, silika gel, SnCl<sub>2</sub>, dan udara tekan HP.

### **Alat**

Labu digestion, labu ukur bertutup asah, *Hollow Cathode Lamp*/HCL kadmium, oven, pemanas listrik, penangas air, pH meter, saringan membran 0,45 µm, seperangkat alat saring vakum, Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) yang dilengkapi dengan aksesoris generator hidrida (*Hydride Generation Accessories*) dan lampu katoda arsen.

### **Pengukuran Kadar Hg**

Masing – masing konsentrasi larutan baku Hg ( 0; 0,2; 0,5; 1,0; 2,5; 5,0; 7,5; dan 10 mg/L) . Selanjutnya, masing – masing larutan baku Hg diambil dan masing-masing dimasukkan ke dalam masing-masing Erlenmeyer dan ditambahkan dengan 5 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat dan 2,5 mL HNO<sub>3</sub>. Kemudian, serangkaian prosedur dilakukan sesuai SNI. Selanjutnya, sampel air sumur diperlakukan sama seperti larutan standar Hg (BSN, 2011).

### **Pengukuran Kadar Cd**

Masing – masing konsentrasi larutan baku Cd (0; 0,25; 0,5; 0,75; 1; 1,5; 2, 3, dan 5 mg/L) Cd diambil dan serapannya diukur menggunakan SSA-nyala pada 228,8 nm. Kemudian, serangkaian prosedur dilakukan sesuai SNI. Selanjutnya, sampel air sumur diperlakukan sama seperti larutan standar Cd (BSN, 2009a).

### **Pengukuran Kadar As**

Masing – masing konsentrasi larutan baku As (0, 10, 20, 30, 40, dan 50 mg/L) diambil dan serapannya diukur menggunakan SSA-nyala. Kemudian, serangkaian prosedur dilakukan sesuai SNI. Selanjutnya, sampel air sumur diperlakukan sama seperti larutan standar As (BSN, 2018).

## **Pengukuran Kadar Cr(VI)**

Masing – masing konsentrasi larutan baku Cr(VI) (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; dan 1 mg/L). diambil dan serapannya diukur menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis. Kemudian, serangkaian prosedur dilakukan sesuai SNI. Selanjutnya, sampel air sumur diperlakukan sama seperti larutan baku Cr(VI) (BSN, 2009b). Penelitian pengukuran kadar Hg, Cd, As dan Cr(VI) ini dilakukan di Laboratorium Kimia dan Lingkungan Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri Surabaya.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

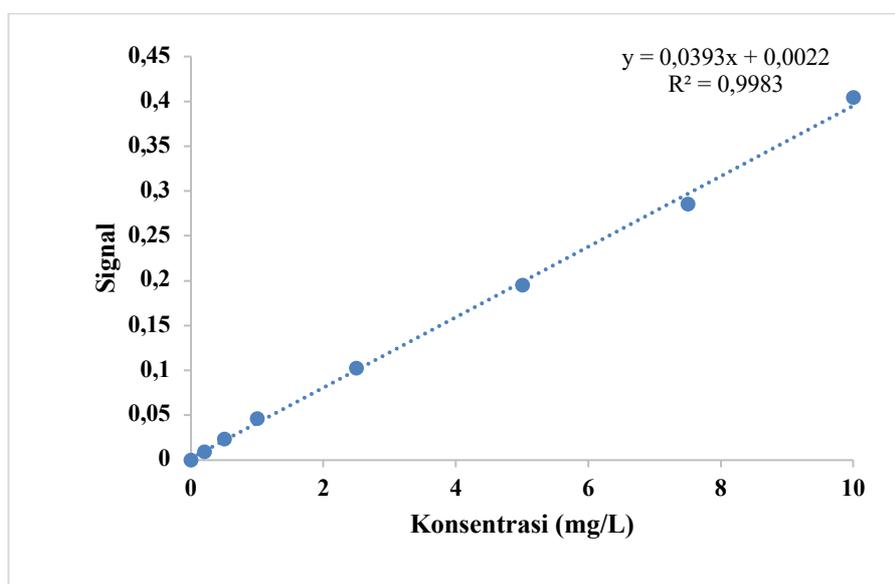
### **Prinsip Pengukuran Kadar Hg, Kadmium, Arsen, dan Kromium (Valensi 6)**

Dalam penelitian ini, pengukuran kadar Hg dilakukan menggunakan metode AAS. Prinsip analisisnya adalah  $\text{Sn}^{2+}$  mereduksi ion  $\text{Hg}^{2+}$  menjadi Hg. Kemudian, atom tersebut diukur kadarnya menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom-uap dingin atau menggunakan *Mercury Analyzer* pada 253,7 nm (BSN, 2011). Di sisi lain, pengukuran kadar Cd juga dilakukan menggunakan metode AAS. Prinsip analisisnya adalah pengubahan analit logam kadmium dalam nyala udara-asetilen menjadi bentuk atomnya. Kemudian, menyerap energi radiasi elektromagnetik yang berasal dari lampu katoda. Besarnya serapan tersebut berbanding lurus dengan kadar Cd (BSN, 2009a).

Adapun pengukuran kadar As juga dilakukan dengan metode AAS. Prinsip analisisnya adalah Arsen dalam suasana asam bereaksi dengan natrium boronhidrida menjadi senyawa hidridanya ( $\text{AsH}_3$ ) yang mudah menguap. Kemudian, senyawa hidrida tersebut didorong dengan gas inert (Argon/Nitrogen) ke dalam sel kuarsa yang dipanaskan sehingga membentuk atom fasa gas dari arsen. Atom fasa gas arsen tersebut menyerap radiasi yang dipancarkan oleh lampu katoda secara kuantitatif dan diukur kadarnya pada 193,7 nm (BSN, 2018). Lebih lanjut, pengukuran kadar Cr(VI) dilakukan dengan metode spektrofotometri UV-Vis. Prinsip analisisnya adalah adanya reaksi antara ion krom heksavalen dengan difenilkarbazida dalam suasana asam membentuk senyawa kompleks dengan warna merah-ungu. Selanjutnya, serapannya diukur pada 530 nm atau 540 nm dimana serapan tersebut sebanding dengan kadar kadar Cr(VI) (BSN, 2009b).

### Pembuatan Kurva Kalibrasi

Dalam analisis kadar logam Hg, Kadmium, dan Arsen menggunakan metode SSA dan kadar Kromium (Valensi 6) menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis, sebelum pengukuran konsentrasi Hg, Cd, As dan Cr (VI) dalam air sumur terlebih dahulu harus dilakukan pembuatan kurva kalibrasi. Konsentrasi larutan seri standar Hg yang digunakan pada pembuatan kurva kalibrasi antara lain: 0; 0,2; 0,5; 1,0; 2,5; 5,0; 7,5; dan 10 mg/L. Konsentrasi standar Hg dan respon signal dari SSA memiliki hubungan linear yang ditunjukkan dengan persamaan garis linear  $y = 0,0393x + 0,0022$  (Gambar 1). Dalam pembuatan kurva kalibrasi Hg diperoleh hasil koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,9983 dan koefisien linearitas kurva kalibrasi ( $r$ ) sebesar 0,9991. Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai  $r$  yang dihasilkan dari penelitian ini adalah  $\geq 0,995$ . Dengan demikian, kurva kalibrasi linear untuk Hg dapat digunakan untuk pengukuran kadar Hg dalam sampel air sumur.

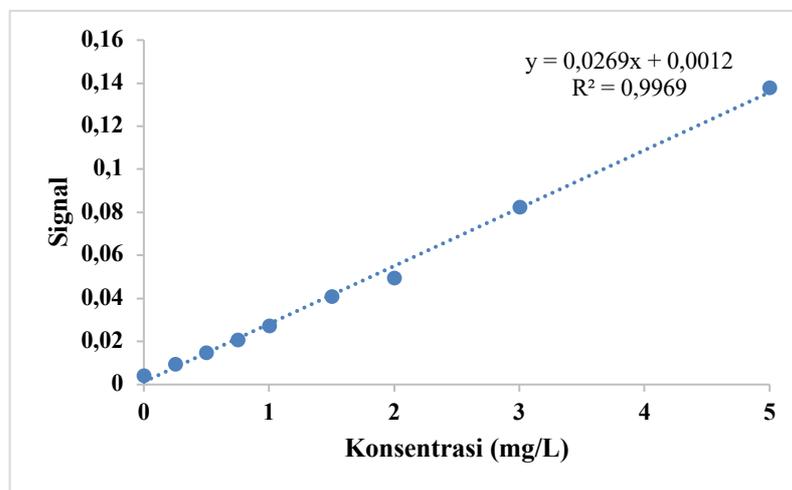


**Gambar 1.** Kurva kalibrasi standar Hg

Dalam beberapa penelitian lain yang bertujuan untuk mengukur kadar Hg menggunakan metode SSA juga mematuhi aturan bahwa nilai  $r \geq 0,995$ . Misanya, nilai  $r$  yang dihasilkan pada pengukuran kadar Hg dalam sampel *Wastewater Treatment Plant* menggunakan metode SSA adalah sebesar 0,9994 (Anggraini dkk., 2018). Selain itu, nilai  $r$  yang dihasilkan pada penentuan

batas linearitas metode pengujian air raksa dalam air secara SSA adalah sebesar 0,9996 (Hadi dkk., 2015). Lebih lanjut, linearitas ( $R^2$ ) yang didapatkan pada analisis Hg dalam sedimen dengan menggunakan metode SSA adalah sebesar 0,9990 (Amalia dkk., 2020).

Adapun konsentrasi larutan seri standar Cd yang digunakan untuk pembuatan kurva kalibrasi adalah 0 - 5 mg/L. Konsentrasi standar Cd dan respon signal SSA memiliki hubungan linear yang ditunjukkan dengan persamaan garis linear  $y = 0,0269x + 0,0012$  (Gambar 2). Dalam pembuatan kurva kalibrasi Cd diperoleh hasil  $R^2$  sebesar 0,9969 dan  $r$  sebesar 0,9984. Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai  $r$  yang dihasilkan dari penelitian ini adalah  $\geq 0,995$ . Dengan demikian, kurva kalibrasi linear untuk Cd dapat digunakan untuk pengukuran kadar Cd dalam sampel air sumur.

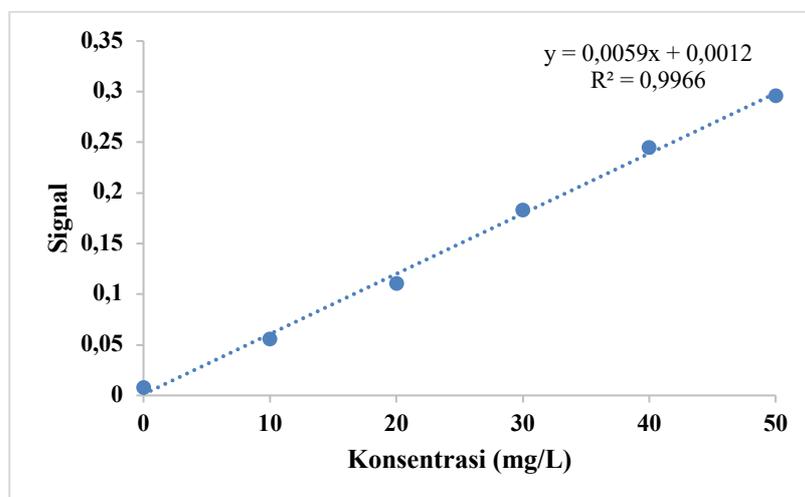


**Gambar 2.** Kurva kalibrasi standar Kadmium

Dalam beberapa penelitian lain yang bertujuan untuk mengukur kadar Cd menggunakan metode SSA juga mematuhi aturan bahwa nilai  $r \geq 0,995$ . Misanya, nilai  $r$  yang dihasilkan pada pengukuran kadar Cd dalam sampel tanah menggunakan metode SSA adalah sebesar 0,9990 (Rosita dkk., 2022). Selain itu, nilai  $r$  yang dihasilkan pada analisis kadar Cd dalam air limbah domestik adalah sebesar 0,9998 (Sasongko dkk., 2017).

Konsentrasi larutan seri standar As yang digunakan dalam pembuatan kurva kalibrasi adalah 0 - 50 mg/L. Konsentrasi standar As dan respon signal SSA mempunyai hubungan linear yang ditunjukkan dengan persamaan garis linear  $y = 0,0059x + 0,0012$  (Gambar 3). Dalam pembuatan kurva kalibrasi As diperoleh hasil  $R^2$  sebesar 0,9966 dan  $r$  sebesar 0,9982. Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai  $r$  yang dihasilkan dari penelitian ini adalah  $\geq 0,995$ . Dengan

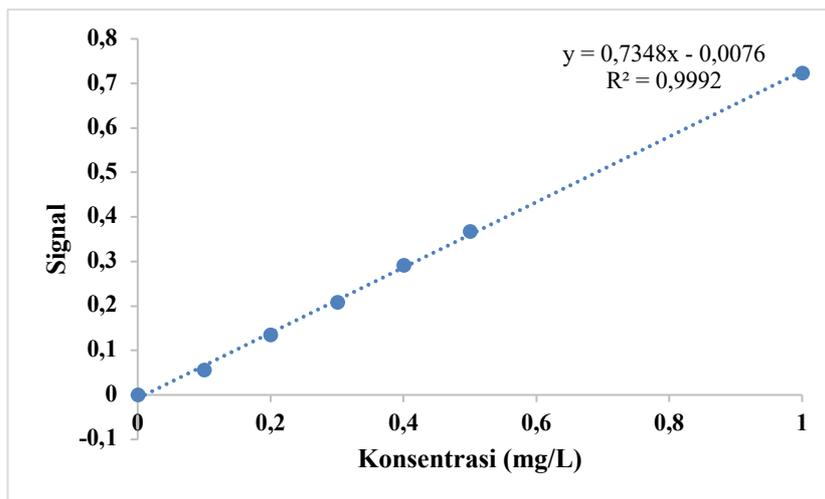
demikian, kurva kalibrasi linear untuk As dapat digunakan untuk pengukuran kadar As dalam sampel air sumur.



**Gambar 3.** Kurva kalibrasi standar Arsen

Dalam beberapa penelitian lain yang bertujuan untuk mengukur kadar As menggunakan metode SSA juga mematuhi aturan bahwa nilai  $r \geq 0,995$ . Misanya, nilai  $r$  yang dihasilkan pada penentuan kadar As dalam limbah cair menggunakan metode SSA adalah sebesar 0,9981 (Nurhidayanti dkk., 2021). Selain itu, nilai  $R^2$  yang dihasilkan pada pengukuran As dalam makanan pendamping air susu ibu adalah sebesar 0,997 (Lioe dkk., 2021).

Adapun konsentrasi larutan seri standar Cr(VI) yang digunakan dalam pembuatan kurva kalibrasi adalah 0 – 1 mg/L. Konsentrasi standar Cr(VI) dan absorbansi dari SSA mempunyai hubungan linear yang ditunjukkan dengan persamaan garis linear  $y = 0,7348x - 0,0076$  (Gambar 4). Dalam pembuatan kurva kalibrasi Cr(VI) diperoleh hasil  $R^2$  sebesar 0,9992 dan  $r$  sebesar 0,9995. Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai  $r$  yang dihasilkan dari penelitian ini adalah  $\geq 0,995$ . Dengan demikian, kurva kalibrasi linear untuk Cr(VI) dapat digunakan untuk pengukuran kadar Cr(VI) dalam air sumur.



**Gambar 4.** Kurva kalibrasi standar Cr<sup>6+</sup>

Dalam penelitian lain yang bertujuan untuk mengukur kadar Cr(VI) menggunakan metode Spektrofotometri UV-Vis juga mematuhi aturan bahwa nilai  $r \geq 0,995$ . Misanya, nilai  $r$  yang dihasilkan pada pengukuran kadar Cr(VI) dengan pengompleks 1,5 difenilkarbazida secara Spektrofotometri UV-Vis adalah sebesar 0,9963 (Sari dkk., 2021). Nilai  $r$  tersebut masih memenuhi standar SNI (BSN, 2009b).

### **Penetapan Kadar Kadar Hg, Kadmium, Arsen, dan Kromium (Valensi 6) dalam Air Sumur**

Tabel 1 memperlihatkan bahwa kadar Hg, As, Cd, dan Cr<sup>6+</sup> dalam air sumur A adalah masing – masing 0,0006; <0,002;<0,0002; dan <0,013 mg/L sedangkan kadar kadar Hg, As, Cd, dan Cr<sup>6+</sup> dalam air sumur B adalah masing – masing <0,0006; <0,002; <0,0002; dan <0,013 mg/L. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa untuk parameter kimia Hg, As, Cd, dan Cr<sup>6+</sup>, air sumur A dan B masih memenuhi standar baku mutu. untuk media air untuk keperluan higiene sanitasi (Kementerian Kesehatan RI, 2017)

**Table 1.** Hasil pengukuran konsentrasi Hg, Kadmium, Arsen, dan Kromium (Valensi 6) dalam air sumur

Sampel	Konsentrasi (mg/L)			
	Hg	As	Cd	Cr <sup>6+</sup>
Air Sumur A	0,0006	<0,002	<0,0002	<0,013
Air Sumur B	<0,0006	<0,002	<0,0002	<0,013

## Ngibad: Pengukuran Kadar Logam.....

Keracunan Hg menyebabkan gejala gangguan sistem saraf pusat, seperti: gangguan kepribadian dan tremor, kejang, kepikunan, insomnia, kehilangan kepercayaan diri, lekas marah, depresi dan kecemasan. Di sisi lain, keracunan Cd akut dapat menyebabkan masalah pencernaan dan penyakit ginjal. Lebih lanjut, gejala klinis keracunan Cd sangat mirip dengan glomerulonefritis biasa. Selain itu, keracunan As akut dapat menyebabkan muntah darah yang diikuti koma. Keracunan arsen kronis dapat menyebabkan anoreksia, kolik, mual, diare atau konstipasi, penyakit kuning, pendarahan ginjal dan kanker kulit. Karena dapat menyebabkan iritasi, alergi dan cacat lahir. Selain itu, senyawa  $\text{Cr}^{6+}$  bersifat sangat mengiritasi dan korosif. Menghirup Cr dapat merusak tulang hidung. Di paru-paru, Cr ini bisa menyebabkan kanker (Said, 2010).

Adapun metode – metode yang banyak dikembangkan oleh para peneliti sebagai upaya untuk penurunan kadar Hg dalam sampel perairan antara lain: penggunaan kayu apu (*Pistia stratiotes*) (Khasanah dkk., 2018), tumbuhan parupuk (*Phragmites karka*) (Ni'mah dkk., 2019), eceng gondok (*Eichornia crassipes*) (Lahenda dkk., 2015), dan tanaman azolla (*Azolla microphylla*) (Arifin dkk., 2018) sebagai fitoremediasi logam Hg serta penggunaan adsorben 2-mercaptobenzothiazole (MBT)-lempung aktif (Wicakso dkk., 2012). Di sisi lain, metode – metode yang banyak dikembangkan oleh para peneliti sebagai upaya untuk penurunan kadar Cd dalam sampel perairan antara lain: pemanfaatan filter biomassa menggunakan sabut kelapa (*Cocos nucifera*) (Pinandari dkk., 2011), penggunaan adsorben arang aktif dan zeolit sintetis (Angraini dkk., 2022) serta penggunaan tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) (Oktavia dkk., 2016) dan tanaman kayu apu (Jamil dkk., 2016) sebagai fitoremediasi logam Cd.

Adapun metode – metode yang banyak dikembangkan oleh para peneliti sebagai upaya untuk penurunan kadar As dalam sampel perairan antara lain: perendaman menggunakan air perasan jeruk nipis (Agustina, 2018) dan penggunaan kitosan dan karbon aktif dari ampas teh (Nurhidayanti dkk., 2022). Di sisi lain, metode – metode yang banyak dikembangkan oleh para peneliti sebagai upaya untuk penurunan kadar  $\text{Cr}^{6+}$  dalam sampel perairan antara lain: penggunaan sekam padi sebagai adsorben  $\text{Cr}^{6+}$  (Nurhasni dkk., 2010), penggunaan tanaman eceng gondok, kayu apu, dan kayambang sebagai fitoremediasi  $\text{Cr}^{6+}$  (Setiyono dkk., 2017) dan penggunaan zeolit ZSM-5 (Nurropiah dkk., 2015).

## KESIMPULAN

Kadar Hg, As, Cd, dan  $\text{Cr}^{6+}$  dalam air sumur di sekitar Kecamatan Taman Kabupaten Sidoarjo masing – masing adalah 0,0006; <0,002; <0,0002; dan <0,013 mg/L (air sumur A) dan

<0,0006; <0,002; <0,0002; dan <0,013 mg/L (air sumur B). Kadar Hg, As, Cd, dan Cr<sup>6+</sup> tersebut masih memenuhi standar baku mutu secara parameter kimia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, I. (2018). Penurunan Kadar Arsen Pada Selada Keriting (*Lactuca Sativa Crispa*) Menggunakan Air Perasan Jeruk Nipis (*Citrus Aurantifolia Swingle*). *Gema Lingkungan Kesehatan*, 16(2).
- Amalia, V., Rianty, A. N., Rohmatulloh, Y., & Hadisantoso, E. P. (2020). Optimasi digesti asam pada analisis merkuri (Hg) dalam sedimen dengan menggunakan teknik Vapor Generation Accessory-Atomic Absorption Spectrophotometer (VGA-AAS). *Al Kimiya: Jurnal Ilmu Kimia Dan Terapan*, 7(2), 67–74.
- Andini, A. (2017). Analisa Kadar Kromium VI [Cr (VI)] Air di Kecamatan Tanggulangin Sidoarjo. *Jurnal SainHealth*, 1(2), 55–58.
- Anggraini, R., Hairani, R., & Panggabean, A. S. (2018). Validasi Metode Penentuan Hg Pada Sampel Waste Water Treatment Plant Dengan Menggunakan Teknik Bejana Uap Dingin-Spektrofotometer Serapan Atom (Cv-Aas). *Jurnal Kimia Mulawarman Volume16Nomor1November2018 P-ISSN, 1693*, 5616.
- Angraini, N., Agustina, T. E., & Hadiah, F. (2022). Pengaruh pH dalam Pengolahan Air Limbah Laboratorium Dengan Metode Adsorpsi untuk Penurunan Kadar Logam Berat Pb, Cu, dan Cd. *Journal Ilmu Lingkungan*, 20(2), 345–355.
- Arifin, M. Y., & Goang, M. A. (2018). Penyerapan Senyawa Merkuri (Hg) di Karamba Jaring Apung oleh Tanaman *Azolla* dengan Kepadatan Berbeda. *Jurnal Akuakultur Sungai Dan Danau*, 3(1), 35–42.
- Azhar, H., Widowati, I., & Suprijanto, J. (2012). Studi kandungan logam berat Pb, Cu, Cd, Cr pada kerang simping (*Amusium pleuronectes*), air dan sedimen di Perairan Wedung, Demak serta analisis maximum tolerable intake pada manusia. *Journal of Marine Research*, 1(2), 35–44.
- BSN. (2009a). *SNI 6989.16:2009 tentang Air dan air limbah – Bagian 16: Cara uji kadmium (Cd) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) – nyala*.
- BSN. (2009b). *SNI 6989.71:2009 tentang Air dan air limbah – Bagian 71: Cara uji krom heksavalen (Cr-VI) dalam contoh uji secara spektrofotometri*.
- BSN. (2011). *SNI 6989.78: 2011 tentang Air dan air limbah – Bagian 78 : Cara uji raksa (Hg) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) – uap dingin atau Mercury Analyzer*.
- BSN. (2018). *SNI 6989-81:2018 tentang Air dan air limbah – Bagian 81: Cara uji arsen (As) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-generator hidrida*.
- Dewa, R. P. (2015). Analisa Kandungan Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Pada Air Minum Dalam Kemasan Di Kota Ambon. *Majalah Biam*, 11(2), 76–82.

- 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).
- Hadi, A., & Asiah, A. (2015). Penentuan Batas Linearitas Metode Pengujian Air Raksa Dalam Air Secara Spektrofotometri Serapan Atom Uap Dingin Sesuai SNI 6989.78: 2011. *Ecolab*, 9(1), 36–45.
- Haq, I., Singh, A., & Kalamdhad, A. S. (2021). *Chapter 4 - Arsenic: environmental contamination, health hazards, and bioremediation approaches for detoxification* (G. Saxena, V. Kumar, & M. P. B. T.-B. for E. S. Shah (eds.); pp. 73–90). Elsevier. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820524-2.00004-3>.
- Hayat, M. T., Nauman, M., Nazir, N., Ali, S., & Bangash, N. (2019). Environmental hazards of cadmium: past, present, and future. In *Cadmium toxicity and tolerance in plants* (pp. 163–183). Elsevier.
- Jamil, A., Darundiati, Y. H., & Darundiati, N. A. Y. (2016). Pengaruh Variasi Lama Waktu Kontak Dan Jumlah Tanaman Kayu Apu (*Pistia Stratiotes*) Terhadap Penurunan Kadar Cadmium (Cd) Limbah Cair Batik Home Industry “X” Di Magelang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (Undip)*, 4(4), 763–770.
- Jannah, Z. N., Herawati, D., & Ngibad, K. (2021). REVIEW: Analisis Konsentrasi Ion Sulfat dalam Air Menggunakan Spektrofotometri. *Jurnal Pijar Mipa*, 16(2), 203–206. <https://doi.org/10.29303/jpm.v16i2.1907>
- Kementerian Kesehatan RI. (2017). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum*.
- Khasanah, M., Moelyaningrum, A. D., & Pujiati, R. S. (2018). Analisis Perbedaan Tanaman Kayu Apu (*Pistia stratiotes*) sebagai Fitoremediasi Merkuri (Hg) pada Air. *Sanitasi: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 9(3), 105–110.
- Lahenda, S. S., Ellyke, E., & Khoiron, K. (2015). Pemanfaatan Eceng Gondok Terhadap Penurunan Kadar Merkuri (Hg) Limbah Cair Pada Pertambangan Emas Tanpa Izin (PETI) The Use of *Eichornia Crassipes* to Reduce Mercury (Hg) Levels on Liquid Waste in Illegal Gold Mines. *Pustaka Kesehatan*, 3(2), 356–361.
- Li, G., Yan, L., Chen, X., Lam, S. S., Rinklebe, J., Yu, Q., Yang, Y., Peng, W., & Sonne, C. (2023). Phytoremediation of cadmium from soil, air and water. *Chemosphere*, 138058.
- Lioe, H. N., Suyanto, S., Giriwono, P. E., & Fardiaz, D. (2021). Penetapan Kadar Total Arsenik Dalam Makanan Pendamping Air Susu Ibu Dengan Instrumen Aas-Hvg: Verifikasi Metode Dan Perbandingan Program Microwave. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 22(2), 129–138.
- Mabuat, J. C., Maddusa, S. S., & Boky, H. (2017). Analisis Kandungan Logam Berat Arsen (As) Pada Air, Ikan, Kerang, Dan Sedimen Di Daerah Aliran Sungai Tondano Tahun 2017.

*Kesmas*, 6(3).

- Maddusa, S. S., Paputungan, M. G., Syarifuddin, A. R., Maambuat, J., & Alla, G. (2017). Kandungan logam berat timbal (Pb), merkuri (Hg), zink (Zn) dan arsen (As) pada ikan dan air Sungai Tondano, Sulawesi Utara. *Al-Sihah: The Public Health Science Journal*, 9(2).
- Maksuk, M. (2012). Kadar Arsenik Dalam Air Sungai, Sedimen, Air Sumur Dan Urin Pada Komunitas di Daerah Aliran Sungai Musi Provinsi Sumatera Selatan Tahun 2009. *JPP (Jurnal Kesehatan Poltekkes Palembang)*, 1(10), 117–125.
- Matouke, M. M., Remawa, A. A., & Ndaghu, N. N. (2022). Copper, zinc, lead, cadmium contents and health hazard inference of consuming *Pseudotolithus senegalensis* (Valenciennes, 1833) from Usuma dam, Abuja, Nigeria. *Scientific African*, 17, e01354.
- Ngibad, K., & Herawati, D. (2019). Analisis Kadar Klorida Dalam Air Sumur Dan Pdam Di Desa Ngelom Sidoarjo. *Jkpk (Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimia)*, 4(1), 1–6.
- Ni'mah, L., Anshari, M. A., & Saputra, H. A. (2019). Pengaruh variasi massa dan lama kontak fitoremediasi tumbuhan parupuk (*Phragmites karka*) terhadap derajat keasaman (pH) dan penurunan kadar merkuri pada perairan bekas penambangan intan dan emas kabupaten Banjar. *Jurnal Konversi*, 8(1), 8.
- Nurhasni, N., Hendrawati, H., & Saniyyah, N. (2010). Penyerapan ion logam Cd dan Cr dalam air limbah menggunakan sekam padi. *Jurnal Kimia Valensi*, 1(6).
- Nurhidayanti, N., Ilyas, N. I., & Suwazan, D. (2021). Efektivitas Kombinasi Kitosan dan Ampas Kopi sebagai Adsorben Alami dalam Menurunkan Konsentrasi Arsen Pada Limbah Cair PT PXI. *Jurnal Tekno Insentif*, 15(2), 76–87.
- Nurhidayanti, N., Suwazan, D., Fahmi, A. B., & Riyadi, A. (2022). Pemanfaatan Kitosan Dan Karbon Aktif Dari Ampas Teh Dalam Menurunkan Logam Kadmium Dan Arsen Pada Limbah Industri Pt X. *Jurnal Reka Lingkungan*, 10(2), 91–102.
- Nurropiah, P., & Mukaromah, A. H. (2015). Penurunan kadar krom (vi) dalam air menggunakan zeolit zsm-5 dengan variasi konsentrasi dan lama waktu perendaman. *Prosiding Seminar Nasional & Internasional*.
- Oktavia, Z., Budiyo, B., & Dewanti, N. A. Y. (2016). Pengaruh Variasi Lama Kontak Fitoremediasi Tanaman Kiambang (*Salvinia Molesta*) Terhadap Kadar Kadmium (Cd) Pada Limbah Cair Home Industry Batik "X" Magelang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 4(5), 238–245.
- Permanawati, Y., Zuraida, R., & Ibrahim, A. (2013). Kandungan logam berat (Cu, Pb, Zn, Cd, dan Cr) dalam air dan sedimen di perairan Teluk Jakarta. *Jurnal Geologi Kelautan*, 11(1), 9–15.
- Pinandari, A. W., Fitriana, D. N., Nugraha, A., & Suhartono, E. (2011). Uji Efektifitas dan efisiensi filter biomassa menggunakan sabut kelapa (*Cocos Nucifera*) Sebagai bioremoval untuk menurunkan kadar logam (Cd, Fe, Cu), Total padatan tersuspensi (TSS) dan meningkatkan pH pada limbah air asam tambang batubara. *Jurnal Presipitasi*, 1(1), 1–12.

- Priyanto, N., & Ariyani, F. (2008). Kandungan logam berat (Hg, Pb, Cd, dan Cu) pada ikan, air, dan sedimen di Waduk Cirata, Jawa Barat. *Jurnal Pascapanen Dan Bioteknologi Kelautan Dan Perikanan*, 3(1), 69–78.
- Pulungan, A. F., & Wahyuni, S. (2021). Analisis kandungan logam kadmium (Cd) dalam air minum isi ulang (AMIU) di kota Lhokseumawe, aceh. *AVERROUS: Jurnal Kedokteran Dan Kesehatan Malikussaleh*, 7(1), 75–83.
- Riaz, A., Khan, S., Muhammad, S., Liu, C., Shah, M. T., & Tariq, M. (2018). Mercury contamination in selected foodstuffs and potential health risk assessment along the artisanal gold mining, Gilgit-Baltistan, Pakistan. *Environmental Geochemistry and Health*, 40, 625–635.
- Rohmania, S. Y., Eri Iva, R., & Marlik, M. (2022). Jarak Tempat Pembuangan Sampah Dan Kondisi Fisik Sumur Gali Terhadap Kualitas Air Sumur Di Wilayah Kelurahan Cemengkalang Sidoarjo. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 12(1), 110–115. <https://doi.org/10.47718/jkl.v10i2.1179>
- Rosita, T., Ningrum, D. A. P., & Yanti, Y. (2022). Validasi Metode Penetapan Kadar Logam Kadmium (Cd) dalam Sampel Tanah Menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)-Nyala. *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 8(3), 326–335.
- Said, N. I. (2010). Metoda penghilangan logam berat (As, Cd, Cr, Ag, Cu, Pb, Ni dan Zn) di dalam air limbah industri. *Jurnal Air Indonesia*, 6(2).
- Samuel, M. S., Selvarajan, E., Chidambaram, R., Patel, H., & Brindhadevi, K. (2021). Clean approach for chromium removal in aqueous environments and role of nanomaterials in bioremediation: Present research and future perspective. *Chemosphere*, 284, 131368.
- Sari, I., Mariadi, P. D., & Sebayang, R. (2021). Perbedaan Hasil Pemeriksaan Kromium Heksavalen (Cr VI) Dengan Pengompleks 1, 5 Difenilkarbazida Pada Waktu 5 Menit Dan 15 Menit Secara Spektrofotometri UV-VIS. *THE JOURNAL OF MUHAMMADIYAH MEDICAL LABORATORY TECHNOLOGIST*, 4(2), 135–140.
- Sarkar, M., & Pal, S. C. (2021). Human health hazard assessment for high groundwater arsenic and fluoride intact in Malda district, Eastern India. *Groundwater for Sustainable Development*, 13, 100565.
- Sasongko, A., Yulianto, K., & Sarastri, D. (2017). Verifikasi Metode Penentuan Logam Kadmium (Cd) dalam Air Limbah Domestik dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom. *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, 6(2), 228. <https://doi.org/10.23887/jst-undiksha.v6i2.10699>
- Setiyono, A., & Gustaman, R. A. (2017). Pengendalian kromium (Cr) yang terdapat di limbah batik dengan metode fitoremediasi. *Unnes Journal of Public Health*, 6(3), 155–160.
- Shar, A. R., Shar, G. Q., Jumani, Z. A., Pathan, A. K., Bhatti, Z., Rind, A. R., & Jogi, G. M. (2022). Risk Assessment of Toxic Metals from Drinking Water of Taluka Ghorābari,

- Sindh, Pakistan. *Indonesian Journal of Chemistry*, 22(2), 468–477.
- Sulistiyowatia, R. Z., & Yanti, I. (2021). Determination of Cr (VI) and SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-Using UV-Vis Spectrophotometry in River Water Samples at the Environment Office of Semarang City. *INDONESIAN JOURNAL OF CHEMICAL RESEARCH*, 6(2), 51–58.
- Supriyanto, R. (2012). Studi analisis spesiasi ion logam Cr (III) dan Cr (VI) dengan asam tanat dari ekstrak gambir menggunakan spektrometri UV-Vis. *Jurnal Sains MIPA Universitas Lampung*, 9(1).
- Teng, H., & Altaf, A. R. (2022). Elemental mercury (Hg<sup>0</sup>) emission, hazards, and control: A brief review. *Journal of Hazardous Materials Advances*, 100049.
- Triarini, L. J., Amalia, L. R., Damayanti, N. K., & Ngibad, K. (2021). Analisis Kadar COD Pada Air Sumur Desa Ngelom Sepanjang Menggunakan Metode Titrimetri. *Universitas Maarif Hasyim Latif*, 7, 914–918.
- Wicakso, D. R., Mirwan, A., & Abdullah, A. (2012). Upaya Penurunan Kadar Merkuri Dalam Media Air Menggunakan Adsorben 2-Mercaptobenzothiazole (Mbt)–Lempung Aktif. *Konversi*, 1(1), 7–12.
- Wise, J. T. F., Shi, X., & Zhang, Z. (2019). *Toxicology of Chromium(VI)* (J. B. T.-E. of E. H. (Second E. Nriagu (ed.); pp. 1–8). Elsevier. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.11455-1>
- Yulis, P. A. R. (2018). Analisis kadar logam merkuri (Hg) dan (Pb) air Sungai Kuantan terdampak penambangan emas tanpa izin (PETI). *Orbital: Jurnal Pendidikan Kimia*, 2(1), 28–36.
- Zhao, R., Cao, X., Li, X., Li, T., Zhang, H., Cui, X., & Cui, Z. (2023). Ecological toxicity of Cd, Pb, Zn, Hg and regulation mechanism in *Solanum nigrum* L. *Chemosphere*, 313, 137447.