

Determination of Cr (VI) and SO₄²⁻ Using UV-Vis Spectrophotometry in River Water Samples at the Environment Office of Semarang City

Penentuan Cr (VI) and SO₄²⁻ Menggunakan Spektrofotometri UV-Vis dalam Sampel Air Sungai di Dinas Lingkungan Hidup Kota Semarang

Rizky Zenita Sulistyowati^a dan Ika Yanti^{a,*}

^aProgram Studi Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Islam Indonesia

*Corresponding author: ika.yanti@uii.ac.id

Diterima: 21 Oktober 2021, Direvisi: 14 November 2021, Diterbitkan: 3 Desember 2021

Abstract

Analysis of hexavalent chromium (Cr-VI) and sulfate ions (SO₄²⁻) in river water in the city of Semarang aims to find out the quality of river water compared to Government Regulation No. 22 of 2021. Concentration of chromium (Cr-VI) were determined using the spectrophotometry method with 1,5-diphenylcarbazide reagent and analyzed with a UV-Vis spectrophotometer at a wavelength of 540 nm, while the determination of sulfate levels (SO₄²⁻) using the turbidimetric method uses the same spectrophotometer at a wavelength of 420 nm. The results of the analysis obtained Cr(VI) of 0.0094 mg/L and 0.0096 mg/L while SO₄²⁻ amounted to 17.2105 mg/L and 20.6842 mg/L. The results showed that river water based on PP Number 22 of 2021 on class II river water quality standards, river water quality is still good and can be used according to its designation because it is still below the maximum threshold of Cr(VI) and SO₄²⁻ which is 0.05 mg/L for Cr (VI) and 300 mg/L levels for SO₄²⁻ levels.

Keywords: river water, chromium, sulfate, spectrophotometry

Abstrak

Analisis Kromium heksavalen (Cr-VI) dan ion sulfat (SO₄²⁻) pada air sungai yang ada di lingkungan kota Semarang bertujuan untuk mengetahui kualitas air sungai yang dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021. Konsentrasi Kromium (Cr-VI) ditentukan dengan menggunakan metode spektrofotometri dengan pereaksi 1,5-diphenylcarbazide dan dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 540 nm, sedangkan penentuan kadar kadar sulfat (SO₄²⁻) menggunakan metode turbidimetri menggunakan spektrofotometer yang sama pada panjang gelombang 420 nm. Hasil analisis pengujian didapatkan kadar Cr(VI) sebesar 0,0094 mg/L dan 0,0096 mg/L sedangkan kadar SO₄²⁻ sebesar 17,2105 mg/L dan 20,6842 mg/L. Hasil tersebut menunjukkan bahwa air sungai berdasarkan PP Nomor 22 Tahun 2021 tentang baku mutu air sungai kelas II, kualitas air sungai masih baik dan dapat digunakan sesuai peruntukannya karena masih di bawah ambang batas maksimum kadar Cr(VI) dan SO₄²⁻ yaitu berturut-turut 0,05 mg/L untuk kadar Cr(VI) dan 300 mg/L untuk kadar SO₄²⁻.

Kata kunci: air sungai, kromium, sulfat, spektrofotometri.

PENDAHULUAN

Kualitas sungai akan mengalami perubahan-perubahan sesuai dengan perkembangan lingkungan sungai yang dipengaruhi oleh berbagai aktivitas dan kehidupan manusia (Mardhia & Abdullah, 2018). Kualitas air dapat diketahui dengan melakukan pengujian di laboratorium. Pengujian kualitas air dilakukan dengan menguji parameter fisik, kimia, dan biologi. Parameter kualitas air terdiri dari parameter fisika seperti bau, warna suhu, kekeruhan, dan sebagainya, parameter kimia terdiri dari COD, BOD, pH, DO dan sebagainya, serta parameter biologi seperti keberadaan bakteri dan sebagainya (Sahabuddin et al., 2014). Semarang adalah salah satu kota industri di Jawa Tengah, yang letaknya tidak jauh dari lingkungan masyarakat. Industri merupakan komponen perekonomian yang penting karena memungkinkan meningkatkan perekonomian dengan pesat sehingga dapat membawa perubahan (Julianto & Suparno, 2016).

Pencemaran air sungai disebabkan oleh banyaknya air limbah yang masuk ke dalam sungai yang berasal dari berbagai sumber pencemaran yaitu dari limbah industri, domestik, rumah sakit, peternakan, pertanian dan sebagainya. Sumber pencemaran air yang berasal dari limbah domestik umumnya berasal dari kawasan

permukiman penduduk. Air limbah cair yang berasal dari hasil kegiatan manusia masuk ke perairan melalui limpasan yang bersumber dari wilayah pertanian, permukiman dan perkotaan (Sahabuddin et al., 2014). Perubahan struktur kandungan kimia dalam air sungai juga menyebabkan penurunan kualitas air sungai. Kandungan unsur kimia yang dapat mempengaruhi perubahan kualitas air contohnya seperti kromium heksavalen (Cr-VI) dan sulfat (SO_4^{2-}). Kromium (VI) atau kromium heksavalen merupakan bentuk kromium yang paling berbahaya dan dapat menimbulkan efek yang merugikan bagi lingkungan dan kesehatan manusia (Suminar, 2007).

Kromium heksavalen mempunyai sifat persisten, bioakumulatif, toksik, dan tidak mampu terurai di dalam lingkungan. Hal ini tentu akan berdampak negatif apabila manusia mengonsumsi makanan atau minuman yang mengandung logam berat kromium heksavalen. Kadar kromium yang cukup besar dan melebihi nilai ambang batas akan mengakibatkan kerusakan pada sistem pencernaan seperti nyeri perut, muntah, ulkus lambung, perdarahan dan nekrosis serta diare berdarah (Kurniawati et al., 2017). Sulfat merupakan salah satu zat pencemar yang sangat beracun dan dapat menaikkan keasaman air dalam konsentrasi besar.

Keberadaan ion sulfat dapat menyebabkan kesadahan air yang berupa kesadahan tetap dan menyebabkan turunnya kualitas air. Sulfat di perairan dapat berada secara ilmiah dan/atau dari aktivitas manusia, seperti dari limbah domestik dan industri (Helard et al., 2016). Oleh karena itu perlu dilakukan monitoring terhadap kadar kromium dan sulfat yang diperlukan untuk mencegah pencemaran lingkungan.

METODE PENELITIAN

Alat

Alat yang digunakan adalah Spektrofotometer UV-Vis *single beam* Agilent Technologies Cary 60 UV-Vis, pH Universal, kuvet, labu ukur, pipet volum, pipet ukur, *ball* pipet, pipet tetes, timbangan analitik Uni Bloc, gelas arloji, spatula, magnetic stirrer, stirrer, gelas beker, Erlenmeyer, mortir, oven dan botol semprot.

Bahan

Bahan yang digunakan pada analisis Krom heksavalen adalah sampel dengan kode: Ca.02.16.5 dan Ca.02.16.6, akuades (H_2O), kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$), Asam Sulfat (H_2SO_4), Asam Ortopospat (H_3PO_4), Difenilkarbazida ($C_{13}H_{14}N_4O$), Aseton (C_3H_6O), Natrium Hidroksida ($NaOH$) dan tissue.

Bahan yang digunakan pada analisis Sulfat adalah sampel dengan kode: Ca.02.16.5 dan Ca.02.16.6, akuades (H_2O), kertas saring, barium klorida ($BaCl_2$), larutan baku sulfat 1000 mg SO_4^{2-}/L , larutan buffer A dan larutan buffer B.

Analisis Krom Heksavalen (Cr-VI)

Metode analisis yang digunakan berdasarkan Standar Nasional Indonesia 6989.71:2009. Analisis Cr (VI) ini dilakukan melalui tiga tahap yaitu pertama menyiapkan sampel larutan uji yang telah diawetkan dengan NaOH, kemudian disaring menggunakan kertas saring berpori 0,45 μm . Kemudian kedua membuat larutan induk Cr(VI) dan larutan baku, larutan induk Cr(VI) 500 mg/L dibuat dari $K_2Cr_2O_7$ yang telah dikeringkan dalam oven ditimbang sebanyak $\pm 141,4$ mg dan dilarutkan dalam labu ukur 100 mL dengan akuades. Larutan baku Cr(VI) 1, 5 dan 50 mg/L dibuat dari pengenceran larutan induk Cr(VI) 500 mg/L. Langkah ketiga yaitu membuat larutan standar Cr(VI) 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1 mg/L dari larutan baku Cr(VI) 1 mg/L dan uji sampel. Masing-masing larutan standar dan sampel sebanyak 50 mL ditambahkan 0,25 mL (5 tetes) H_3PO_4 dan diatur pH hingga $2 \pm 0,5$ dengan menambahkan H_2SO_4 . Kemudian ditambahkan akuades 50 mL dan ditambahkan masing-masing 2 mL larutan

difenilkarbazida dan diukur serapannya pada panjang gelombang 540 nm dengan Spektrofotometer UV-Vis *single beam* Agilent Technologies Cary 60 UV-Vis.

Analisis Sulfat (SO_4^{2-})

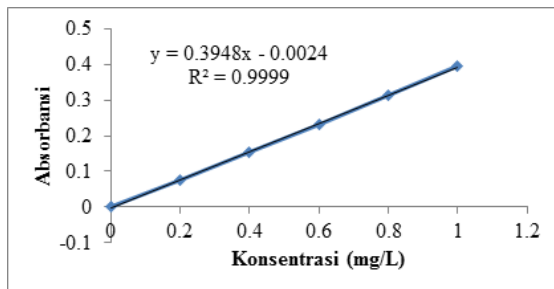
Metode analisis yang digunakan berdasarkan Standar Nasional Indonesia 6989.20:2009. Analisis SO_4^{2-} ini dilakukan melalui tiga tahap yaitu pertama menyiapkan sampel larutan uji yang telah disimpan pada suhu 4°C kemudian sampel disaringan kertas saring berpori $0,45\ \mu\text{m}$ untuk menghilangkan zat tersuspensi. Tahap kedua yaitu pembuatan larutan standar. Larutan baku sulfat dipipet 100 mL kemudian dimasukkan pada labu ukur ukuran 1000 mL. Larutan baku sulfat ditambahkan aquades hingga tanda batas labu ukur (tanda tera) dan digojog hingga homogen. Larutan ini menjadi larutan kerja sulfat dan memiliki konsentrasi 100 mg/L. Larutan kerja sulfat dipipet masing-masing 40 mL, 60 mL, 80 mL dan 100 mL dan dimasukkan pada labu ukur ukuran 100 mL. Larutan kerja sulfat ditambahkan aquades hingga tanda tera, dan gojog hingga homogen sehingga diperoleh deret larutan kerja sulfat kadar 40, 60, 80 dan 100 mg/L. Tahap ketiga yaitu pembuatan kurva kalibrasi dan uji sampel. Larutan kerja 40, 60, 80, 100 mg/L dan sampel, masing-masing ditambahkan 20 mL larutan buffer

A dan dihomogenkan. Larutan kemudian ditambahkan 1 sendok takar BaCl_2 dan dibuat homogen kembali. Larutan dimasukkan ke dalam kuvet dan diukur serapan dengan Spektrofotometer UV-Vis *single beam* Agilent Technologies Cary 60 UV-Vis pada panjang gelombang 420 nm, catat nilai absorbansinya.

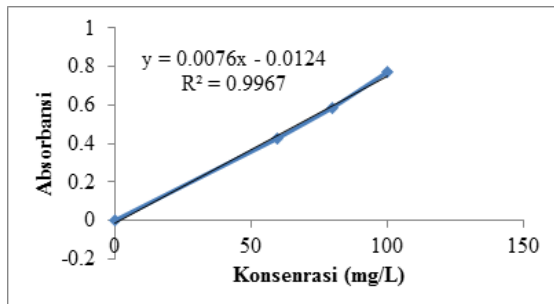
PEMBAHASAN

Penentuan kadar Kromium Heksavalen (Cr-VI) dan Sulfat (SO_4^{2-}) pada air sungai di Laboratorium Lingkungan Dinas Lingkungan Hidup Kota Semarang dilakukan dengan metode spektrofotometri menggunakan Spektrofotometer UV-Vis *single beam* Agilent Technologies Cary 60 UV-Vis yang mengacu pada SNI 6989.71:2009 untuk uji Cr(VI) dan SNI 6989.20:2009 untuk uji SO_4^{2-} .

Kadar Kromium Heksavalen (Cr-VI) dan Sulfat (SO_4^{2-}) yang tinggi menunjukkan adanya bahan pencemar dalam air sungai yang dapat berbahaya bagi makhluk hidup dalam perairan. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 ambang batas maksimum kadar Kromium Heksavalen (Cr-VI) adalah 1 mg/L dan Sulfat (SO_4^{2-}) adalah 400 mg/L.



Gambar 1. Kurva kalibrasi larutan standar Cr(VI)



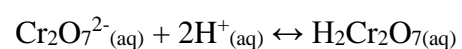
Gambar 2. Kurva kalibrasi larutan standar SO_4^{2-}

Logam Kromium pada air buangan dijumpai dalam bentuk Kromium trivalent (Cr-III) dan Kromium heksavalen (Cr-VI). Kromium heksavalen (Cr-VI) lebih toksik dan bersifat oksidator sangat kuat dibanding Cr(III) yang merupakan bentuk yang lebih stabil dalam perairan. Kromium heksavalen (Cr-VI) dalam sistem perairan lebih berbahaya dan beracun dari Cr(III), hal ini disebabkan karena Cr(VI) mempunyai kelarutan sangat tinggi, sedangkan Cr(III) kelarutannya dan mobilitasnya sangat rendah. Kromium heksavalen (Cr-VI) bersifat sangat aktif dan beracun apabila terdapat dalam sistem biologis dikarenakan senyawa ini dapat berdifusi sebagai anion kromat (CrO_4^{2-})

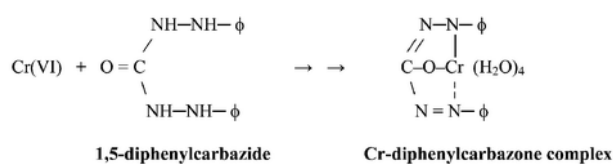
yang mampu menembus membran sel dan menyebabkan oksidasi (Nurfitriyani et al., 2013).

Penentuan (Cr-IV) dilakukan dengan menambahkan 1,5-*diphenylcarbazide* ke dalam sampel kemudian dilakukan analisis menggunakan Spektrofotometer UV-Vis *single beam* Agilent Technologies Cary 60 UV-Vis yang mengacu pada SNI 6989.71:2009. Prinsip dari metode ini adalah ion krom heksavalen yang bereaksi dengan pereaksi *diphenylcarbazide* dalam suasana asam akan membentuk senyawa kompleks berwarna merah-ungu yang akan menyerap cahaya tampak dari Spektrofotometer UV-Vis. Serapan yang terukur akan sebanding dengan konsentrasi Kromium Heksavalen.

Penentuan kadar Cr(VI) pada sampel dengan metode spektrofotometri dilakukan dengan menambahkan larutan H_3PO_4 dan diatur pH-nya hingga $2 \pm 0,5$ dengan menambahkan H_2SO_4 . Penambahan asam dalam larutan uji berfungsi untuk mempertahankan larutan uji dalam suasana asam sehingga terbentuk anion kompleks (Cr-VI). Larutan (Cr-VI) akan berikatan dengan H^+ sehingga membentuk asam dikromat, dengan reaksi:



Sampel kemudian ditambahkan larutan difenilkarbazida untuk membentuk kompleks (Cr-VI) difenilkarbazida berwarna ungu yang disebabkan transisi elektronik oleh kompleks Cr(VI). Orbital d pada atom Cr tidak terisi elektron, maka transisi elektronik yang terjadi bukan transisi orbital d-d akan tetapi adanya reaksi transfer muatan dalam molekul yang menyebabkan terbentuknya warna ungu (Ashley, 2003). Larutan diukur serapannya pada panjang gelombang 540 nm dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis single beam Agilent Technologies Cary 60 UV-Vis.



Gambar 3. Reaksi Cr(VI) dengan difenilkarbazida (Wirawan et al., 2018)

Penentuan kadar ion sulfat (SO_4^{2-}) dilakukan dengan metode turbidimetri menggunakan Spektrofotometer UV-Vis single beam Agilent Technologies Cary 60 UV-Vis yang mengacu pada SNI 6989.20:2009. Prinsip dari pengujian ini adalah senyawa sulfat dalam suasana asam bereaksi dengan barium klorida (BaCl_2) membentuk kristal barium sulfat (BaSO_4). Sinar yang diserap oleh *suspense* Barium Sulfat diukur dengan spektrofotometer dan

kadar sulfat dihitung secara perbandingan pembacaan kurva kalibrasi.

Larutan sampel yang akan diuji kadar ion sulfat (SO_4^{2-}) ditambahkan dengan larutan buffer basa untuk menjaga pH larutan, karena apabila pada $\text{pH} > 8$ kandungan sulfida akan membentuk ion sulfida, sedangkan apabila $\text{pH} < 8$ kandungan sulfida cenderung dalam bentuk H_2S . Kemudian penambahan BaCl_2 bertujuan agar ion sulfat dapat bereaksi membentuk BaSO_4 yang berupa endapan putih. Penambahan BaCl_2 pada suatu larutan yang mengandung ion sulfat dapat membentuk endapan putih barium sulfat yang menunjukkan adanya anion sulfat. Larutan yang membentuk endapan putih kemudian digojog, sehingga endapan larut dan menjadi koloid tersuspensi dan larutan menjadi keruh. Kekeruhan tersebut kemudian diukur dengan menggunakan spektrofotometer (Kortazar et al., 2014). Pengukuran absorbansi larutan sampel dilakukan dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis single beam Agilent Technologies Cary 60 UV-Vis pada panjang gelombang 420 nm.

Tabel 1. Data analisis kadar Cr(VI) dan SO_4^{2-} dalam sampel air sungai

Sampel	Absorbansi	Konsentrasi (mg/L)
<i>Analisis kadar Cr(VI)</i>		
Ca.02.16.5	0,0013	0,0094
Ca.02.16.6	0,0014	0,0096
<i>Analisis kadar SO_4^{2-}</i>		
Ca.02.16.5	0,1184	17,2105
Ca.02.16.6	0,1448	20,6842

Tabel 1. merupakan data analisis kadar Cr(VI) yang diperoleh dari hasil perhitungan menggunakan persamaan kurva kalibrasi. Hasil tersebut kemudian dibandingkan dengan baku mutu air sungai berdasarkan PP Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Sampel dengan kode Ca.02.16.5 dan Ca.02.16.6 berada di bawah ambang batas kadar Cr(VI) sesuai standar baku mutu air sungai. Baku mutu yang digunakan adalah baku mutu air kelas II yaitu dengan kadar Cr(VI) sebesar 0,05 mg/L. Artinya air sungai tersebut masih dapat digunakan sesuai peruntukannya dan aman untuk kehidupan makhluk hidup pada perairan tersebut. Namun, harus tetap dilakukan pemantauan pada daerah perairan tersebut agar kadar Cr(VI) tidak semakin meningkat dan mengganggu ekosistem pada perairan tersebut.

Hasil pengukuran kadar ion sulfat (SO_4^{2-}) berdasarkan Tabel 1 menunjukkan bahwa kadar SO_4^{2-} masih di bawah ambang

batas kadar SO_4^{2-} sesuai standar baku mutu air sungai berdasarkan PP Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Baku mutu yang digunakan adalah baku mutu air kelas II yaitu 300 mg/L. Artinya air sungai tersebut masih dapat digunakan sesuai peruntukannya dan aman untuk kehidupan makhluk hidup pada perairan tersebut. Namun, harus tetap dilakukan pemantauan pada daerah perairan tersebut agar kadar SO_4^{2-} tidak semakin meningkat dan mengganggu ekosistem pada perairan tersebut.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran kadar kromium heksavalen (Cr-VI) dan ion sulfat (SO_4^{2-}) dalam sampel air sungai dengan masing-masing mengacu pada SNI 6989.71:2009 dan SNI 6989.20-2009 diperoleh kadar Cr(VI) sebesar 0,0094 dan 0,0096 mg/L serta kadar SO_4^{2-} sebesar 17,2105 dan 20,6842 mg/L. Hasil tersebut masih dibawah batas maksimum baku mutu Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengolahan Lingkungan Hidup.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashley, K., Howe, A.M., Demange, M. and Nygren, O., 2003, Sampling and analysis considerations for the determination of hexavalent chromium in workplace air. *J. Environ. Monit.*, 5, 707–71.
- Helard, D., Indah, S., & Fitria, N., 2016, Analisis Variasi Spasial Konsentrasi Sulfat di Sungai Batang Arau, Padang, Sumatera Barat, *Jurnal Dampak*, 13(2), 68–75.
- Julianto, F. T., & Suparno, 2016, Analisis Pengaruh Jumlah Industri Besar Dan Upah Minimum Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Di Kota Surabaya, *Ekonomi Dan Bisnis*, 1(2), 229–256.
- Kortazar, L., Sáez, J., Agirre, J., Izaguirrea, J.K., and Fernández, L.A., 2014, Application of multivariate analysis to the turbidimetric determination of sulphate in seawater, *Analytical Method*, 10.
- Kurniawati, S., Nurjazuli, & Raharjo, M., 2017, Risiko Kesehatan Lingkungan Pencemaran Logam Berat Kromium Heksavalen (Cr VI) pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Aliran Sungai Garang Kota Semarang, *Higiene*, 3(3), 152–160.
- Mardhia, D., & Abdullah, V., 2018, Studi Analisis Kualitas Air Sungai Brangbiji Sumbawa Besar, *Jurnal Biologi Tropis*, 18(2).
- Nurfitriyani, A., Wardhani, E., & Dirgawati, M., 2013a, Penentuan efisiensi penyisihan kromium heksavalen (Cr⁶⁺) dengan adsorpsi menggunakan tempurung kelapa secara kontinyu, *Jurnal Reka Lingkungan*, 1(2), 57–68.
- Nurfitriyani, A., Wardhani, E., & Dirgawati, M., 2013b, Penentuan Efisiensi penyisihan Kromium Heksavalen (Cr⁶⁺) dengan Adsorpsi Menggunakan Tempurung Kelapa Secara Kontinyu. *Jurnal Reka Lingkungan*, 20(10), 1–12.
- Sahabuddin, H., Harisuseno, D., & Yuliani, E., 2014, Analisa status mutu air dan daya tampung beban pencemaran sungai wanggu kota Kendari, *Jurnal Teknik Pengairan*, 5(1), 19–28.
- Suminar, M., 2007, Pencarian Kondisi Pembentukan Senyawa Kompleks Cr (III & VI) dengan Pereaksi Kromogenik Campuran, *Skripsi*, Fakultas MIPA, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Wiryawan, A., Retnowati, R., Perry Burhan, R.Y., Syekhfani, 2018, Method of Analysis For Determination of The Chromium (Cr) Species in Water Samples by Spectrophotometry with Diphenylcarbazide, *Journal of Environmental Engineering & Sustainable Technology*, 05(01), 37–46.