

Analisis Kualitas dan Tingkat Pencemaran Limbah B3 Terlarut di Aliran Sungai Cideng

Nabila Amalia Izaaz Aanisa¹, Rahmawati², Brainy Happy Ana Tasiman¹, Yayuk Astuti^{1*}

¹Departemen Kimia, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, e-mail: yayuk.astuti@live.undip.ac.id

²Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta

ABSTRAK

Sungai Cideng adalah salah satu sungai yang mengalir di DKI Jakarta. Dengan lokasi berada di tengah kota Sungai Cideng terletak diantara Gedung Perkantoran, Rumah Sakit, Klinik, dan industry dapat menyebabkan tingginya sumber pencemar masuk ke badan air yang menghasilkan limbah dengan kandungan logam berat tinggi seperti limbah yang mengandung merkuri, timbal, cadmium atau bahan kimia beracun berbahaya (B3). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas air sungai Cideng dilihat dari tingkat pencemaran Limbah B3 (Merkuri (Hg), Timbal (Pb), dan Kadmium (Cd)). Pengukuran lapangan dan pengujian laboratorium merupakan metode yang digunakan pada penelitian ini karena bersifat deskriptif yang disebut sebagai metode observasional. Penelitian dilakukan di Tahun 2021 selama 4 periode yang mewakili musim hujan (Periode 1), musim peralihan-1 (Periode 2), musim kemarau (Periode 3) dan musim peralihan-2 (Periode 4). Sampel diambil pada 3 titik sungai (CDG-5, CDG-6, dan CDG-7). Untuk logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) dianalisis dengan Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS), sedangkan logam merkuri (Hg) dianalisis dengan Mercury Analyzer. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa kualitas air Sungai Cideng sesuai batas mutu, kandungan logam Hg bernilai <0,00005-0,001 mg/L, kandungan logam Pb menunjukkan nilai <0,02 mg/L, dan kandungan logam cadmium (Cd) bernilai <0,006 mg/L. Hasil ini menunjukkan bahwa Sungai Cideng tidak tercemar oleh limbah B3 karena nilainya berada di bawah baku mutu yang ditetapkan menurut PP No. 22 Tahun 2021.

Kata kunci: Sungai Cideng, Limbah B3, Pencemaran Air

ABSTRACT

Cideng River is one of the rivers that flows in DKI Jakarta. With the location in the middle of the city, the Cideng River is located between office buildings, hospitals, clinics, and industries, which can cause high sources of pollutants to enter water bodies that produce waste with high heavy metal content such as waste containing mercury, lead, cadmium or toxic chemicals. dangerous (B3). This study aims to analyze the water quality of the Cideng river in terms of the level of contamination of hazardous waste (Mercury (Hg), Lead (Pb), and Cadmium (Cd)). The method used in this research is descriptive observational method, namely through field measurements and also laboratory testing. The research was conducted in 2021 for 4 periods representing the rainy season (Period 1), transitional season-1 (Period 2), dry season (Period 3) and transitional season-2 (Period 4). Samples were taken at 3 river points (CDG-5, CDG-6, and CDG-7). For heavy metals Lead (Pb) and Cadmium (Cd) were analyzed by AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer), while Mercury (Hg) was analyzed by Mercury Analyzer. The results of the study showed that the water quality of the Cideng River was within the quality limits, the metal content of Hg was <0.000005-0.001 mg/L, the metal content of Pb was <0.02 mg/L, and the metal content of cadmium (Cd) was <0.006 mg/L. These results indicate that the Cideng River is not polluted by B3 waste because its value is below the quality standard stipulated according to PP No. 22 Year 2021.

Keywords: Cideng River, B3 Waste, Water Pollution

Citation: Anisa, N. A. I., Rahmaawati., Tasiman, B. H. A., dan Astuti, Y. (2024). Analisis Kualitas dan Tingkat Pencemaran Limbah B3 Terlarut di Aliran Sungai Cideng. Jurnal Ilmu Lingkungan. 22.(1). 215-227. Doi:10.14710/jil.22.1.215-227

1. Latar Belakang

Dengan berkembangnya zaman dan peradaban, peningkatan kebutuhan manusia tidak dapat dihindari khususnya kebutuhan air yang terus meningkat untuk aktifitas sehari-hari manusia.

Aktifitas sehari-hari yang dilakukan oleh manusia sangat mempengaruhi penggunaan air salah satunya air sungai. Sungai merupakan sumber air permukaan yang memiliki berbagai manfaat bagi kehidupan manusia serta makhluk hidup lainnya. Kualitas sungai

dapat berubah sesuai dengan keadaan lingkungan disekitarnya, salah satunya dapat dipengaruhi oleh kegiatan masyarakat yang tinggal di daerah tersebut (Mardhia, 2018).

Industri di wilayah DKI dan sekitarnya saat ini terlihat berkembang cukup pesat. Jumlah limbah yang bertambah, baik berupa padat, cair maupun gas disebabkan oleh peningkatan jumlah industri. Limbah hasil industri tersebut mengandung bahan kimia yang beracun dan berbahaya (B3) kemudian mengalir ke perairan Teluk Jakarta melalui 13 DAS (Daerah Aliran Sungai) yang bermuara ke perairan ini. Logam berat adalah salah satu limbah B3 hasil industri. Logam berat limbah industri memunculkan kekhawatiran terutama limbah pabrik, dimana logam berat banyak digunakan sebagai bahan baku maupun sebagai bahan penolong. Sifat fisik dan kimia suatu bahan dapat menentukan seberapa beracun dan bahaya logam berat baik dari segi kualitas maupun kuantitasnya.

Logam berat yang jumlahnya melebihi ambang batasnya akan bersifat berbahaya jika masuk ke dalam tubuh manusia (Setiawan, 2014). Jumlah limbah logam berat yang masuk ke perairan dapat mempengaruhi besarnya konsentrasi logam berat. Semakin besar limbah yang masuk ke dalam suatu perairan maka semakin besar konsentrasi logam berat tersebut di suatu perairan. Sehingga dengan mudah mengikat bahan organik dan mengendap di dasar perairan kemudian menyatu dengan sedimen adalah suatu sifat dari logam berat, sehingga pada sedimen terdapat logam berat yang lebih banyak dibandingkan di laut (Usman, 2013). Tingkat kelarutan tersebut dapat dikatakan tinggi bila jumlah yang terlarut dalam badan perairan melebihi ambang batas. Logam berat seperti merkuri (Hg), timbal (Pb), arsenik (As), kadmium (Cd), kromium (Cr), dan nikel (Ni) merupakan senyawa yang berbahaya dan sering mencemari lingkungan (Istarani, 2014). Akibat dari logam berat yang menumpuk dalam tubuh dalam jangka waktu yang lama yang terakumulasi dalam tubuh suatu mikroorganisme dapat disebut dengan racun.

Pemilihan logam Hg, Pb, dan Cd sebagai logam yang dianalisa pada penelitian ini didasarkan pada sifat toksisitas pada lingkungan serta tingginya tingkat pencemaran dari ketiga jenis logam tersebut. Menurut hasil penelitian terdahulu logam berat utama yang mencemari teluk Jakarta adalah Hg, Pb, dan Cd (Wahyuningsih et al., 2015). Dilihat dari potensi sumber pencemar disekitar sungai Cideng, lokasi yang dominan adalah pemukiman, perkantoran, dan industri dimana limbah yang dihasilkan oleh masyarakat di sekitar sungai seperti limbah rumah tangga maupun industri dapat menyebabkan masuknya logam Hg, Pb, dan Cd ke dalam perairan dan paling banyak menimbulkan keracunan pada makhluk hidup.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi konsentrasi kandungan logam berat merkuri, timbal dan kadmium yang terdapat pada aliran sungai Cideng, serta mengetahui kualitas dan tingkat

pencemaran di aliran Sungai Cideng dengan mengacu pada baku mutu PP No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Dengan ini diharapkan dapat membantu dalam hal pemeliharaan dan pengelolaan air sungai. Langkah-langkah untuk memudahkan pemahaman deskripsi kualitas air dihitung dengan menggunakan metode Indeks Pencemaran (IP). Penetapan nilai IP mengacu pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003 (Kepmen LH No. 115 Tahun 2003) tentang Pedoman Penetapan Status Kualitas Air.

Penelitian sejenis sudah dilakukan di tempat lain. Mahsyar (2020) telah melakukan penelitian tentang Analisis kualitas Air dan Metode Pengendalian Pencemaran Air Sungai Bangkala Kabupaten Jeneponto. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa Air Sungai Bangkala tidak layak menjadi sumber air bersih dilihat dari parameter toksin, warna, kesadahan, dan bau. Selain itu, Arief (2019) telah meneliti Distribusi Kandungan Logam Berat Pb dan Cd Pada Kolom Air dan Sedimen Daerah Aliran Sungai Citarum Hulu. Dengan hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar logam timbal yang cukup tinggi telah mencemari DAS Citarum. Berbeda dengan penelitian sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan logam berat pada air yang terdapat di Sungai Cideng. Hasil penelitian ini diharapkan dapat mengetahui kondisi kualitas air berdasarkan logam berat yang ada pada air sungai Cideng dan memberikan informasi kepada pemerintah daerah setempat serta warga setempat.

2. Metodologi

2.1. Alat

pH meter, Termometer, DO meter, meteran, stopwatch, pelampung kayu, ember, gayung, Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)-nyala (Hitachi Z-2000), Mercury Analyzer (NIC MA-3000), Lampu Katoda Berongga (Hollow Cathode Lamp, HCL) Pb, Lampu Katoda Berongga (Hollow Cathode Lamp, HCL) Cd, Labu Ukur, 100 ml, dan 1000 ml, Erlenmeyer 250 ml, pipet volumetric, corong gelas, kaca arloji, saringan membrane dengan ukuran pori 0,45 μm .

2.2. Bahan

Aquadest, asam nitrat (HNO_3) pekat, Hydrogen peroksida (H_2O_2), Larutan induk logam timbal (Pb) 1000 mg/L, Larutan induk kadmium (Cd) 1000 mg/L, Larutan induk logam raksa (Hg) 1000 mg/L, Larutan kalium permanganat (KMnO_4), Larutan kalium persulfate ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$), Larutan hidrosilamin silfat-natrium klorida, Larutan timah (II) klorida (SnCl_2), Asam sulfat (H_2SO_4)

2.3. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada tahun 2021 dengan tiga titik ruas sungai Cideng yaitu CDG-5, CDG-6, dan CDG-7 (Gambar 1, 2, 3) yang berada di Jakarta Pusat dan Jakarta Timur, selama 4 periode yang mewakili musim hujan (Periode 1), musim peralihan-1 (Periode

2), musim kemarau (Periode 3) dan musim peralihan-2 (Periode 4). Pemantauan kualitas air sungai periode 1 dilaksanakan pada 23 Februari-18 Maret 2021, periode 2 pada 14 Juni-4 Agustus, periode 3 pada 23 Agustus-8 September, sedangkan periode 4 pada 21 September-6 Oktober 2021. Deskripsi lokasi dan titik koordinat titik sampling disajikan pada Tabel 1.

Pengambilan sampel dilakukan secara instan (*grab sample*) dengan metode pengukuran langsung di lapangan menggunakan alat (*water quality checker*). Alat ini berguna untuk mengukur suhu, pH, dan kadar oksigen terlarut di dalam air. Sampel instan merupakan sampel yang diambil secara langsung dari badan air yang sedang dipantau kemudian dilakukan analisis lebih lanjut di laboratorium, sampel ini hanya merepresentasikan karakteristik air pada saat

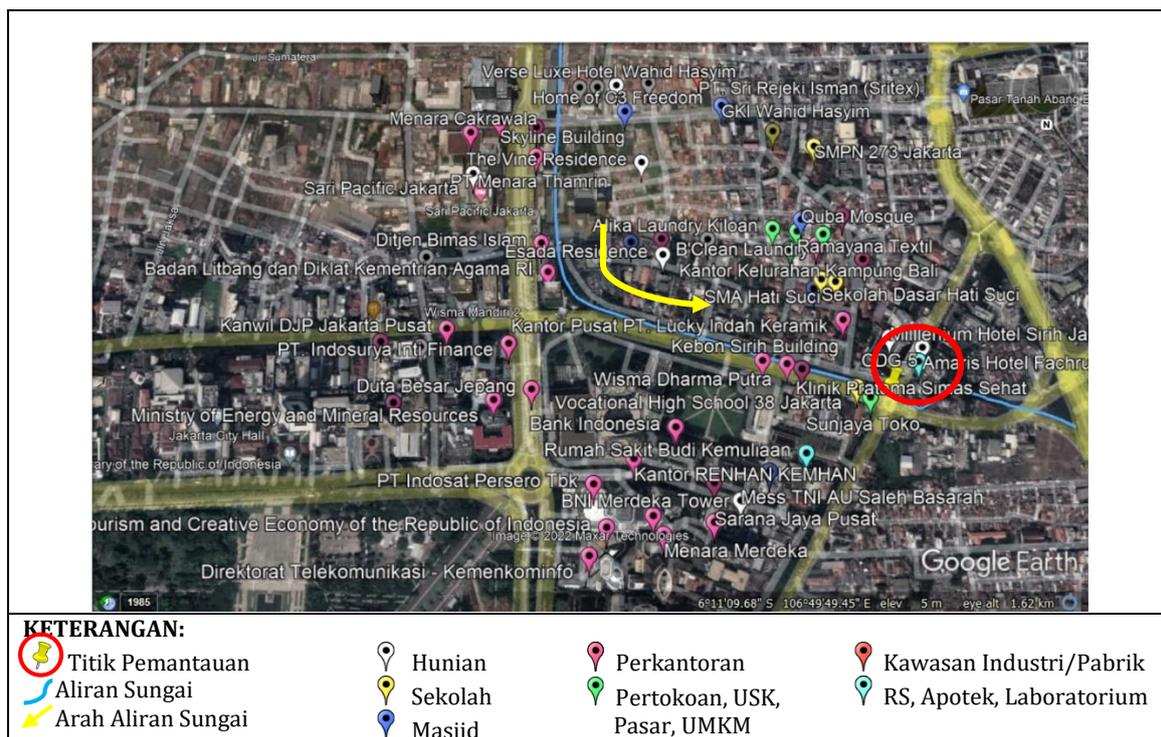
pengambilan sampel. Pengambilan sampel air mengacu pada SNI 8995_2021. Pengambilan sampel dilakukan dengan pengukuran penampang badan air dan/atau laju alir air dan/atau kedalaman badan air, pada titik pengambilan contoh uji di tengah sungai pada kedalaman ½ kali kedalaman dari permukaan dengan debit < 5 m³/detik, persiapan alat pengambil contoh uji, pengambilan contoh uji pada badan air, dan dilakukan pengukuran segera parameter lapangan yang dapat berubah dengan cepat dan tidak dapat diawetkan seperti pH menggunakan pH meter, oksigen terlarut menggunakan DO meter, dan temperature menggunakan termometer, pencatatan dan laporkan seluruh rangkaian kegiatan pengambilan contoh uji, kemudian simpan contoh uji dalam kotak pendingin.

Tabel 1. Lokasi Pengambilan Sampel Air Sungai

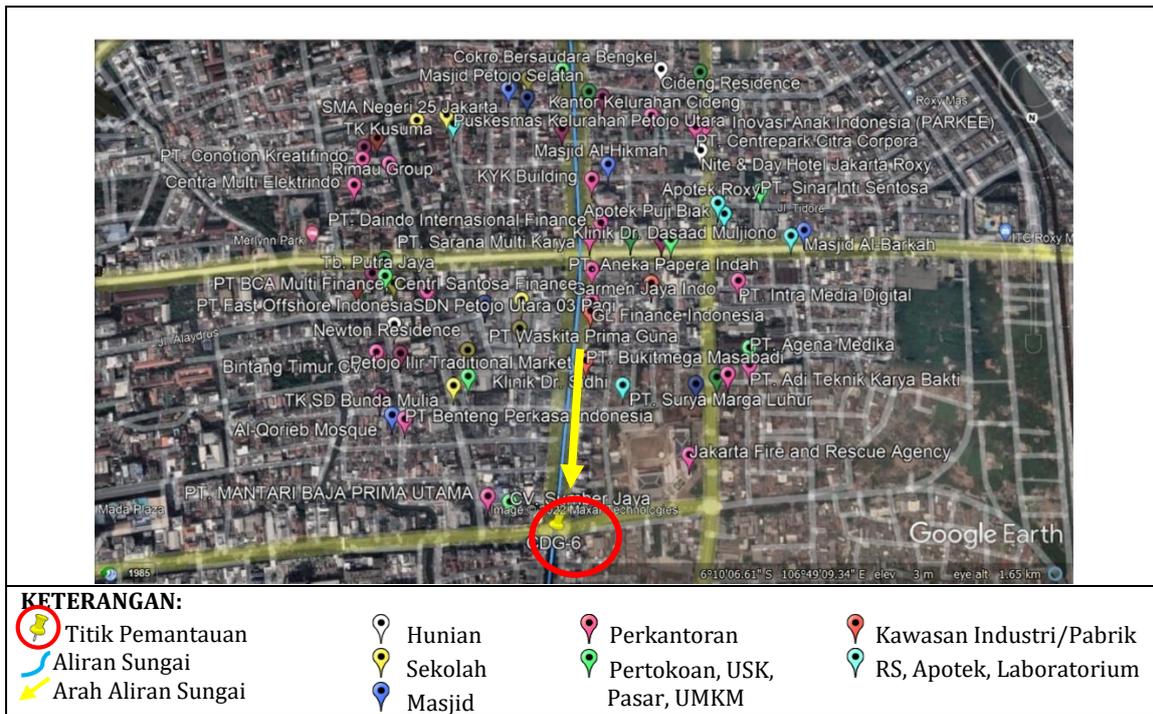
No	Nama Titik Ruas Sungai	Lokasi	Titik Koordinat	
			Lintang Selatan	Bujur Timur
1.	CDG-5	Jl. Kebun Sirih, Tanah Abang, Jakarta Pusat	6°10'55.328"	106°49'0.451"
2.	CDG-6	Jl. Kyai Haji Zainul Arifin, Gambir, Jakarta Pusat	6°9'38.700"	106°48'38.700"
3.	CDG-7	Jl. Kali Besar Tim, Jakarta Utara	6°8'21.200"	106°48'41.100"

Sumber data Laporan pemantauan Sungai DKI 2021

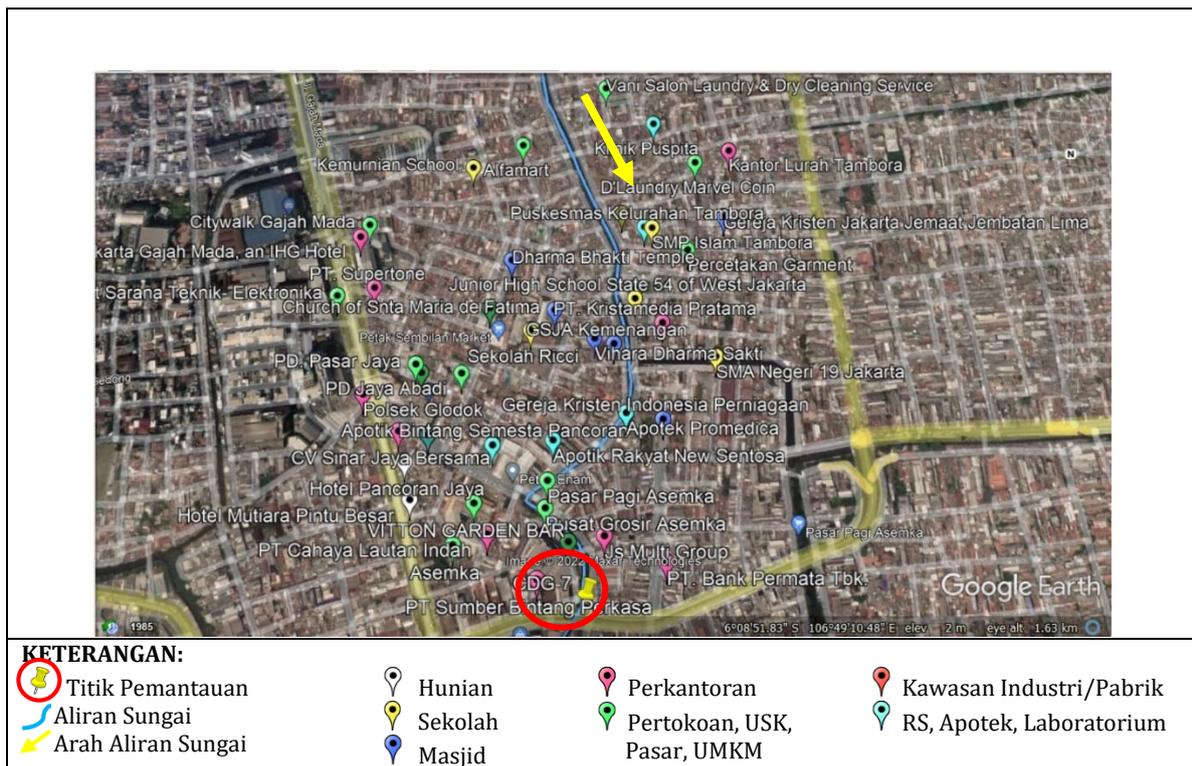
2.4. Pengambilan Sampel



Gambar 1. Peta Lokasi Pemantauan Kualitas Air Sungai Cideng Titik CDG-5



Gambar 2. Peta Lokasi Pemantauan Kualitas Air Sungai Cideng Titik CDG-6



Gambar 3. Peta Lokasi Pemantauan Kualitas Air Sungai Cideng Titik CDG-7

2.5. Penentuan Kandungan Logam Hg

Pengujian kadar Hg dalam air dan air limbah menggunakan Standar Nasional Indonesia SNI 6989.78:2011. Penentuan kadar Hg dengan cara menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) uap dingin atau Mercury analyzer berdasarkan SNI 6989.78: 2011 memiliki kisaran kadar 1 µg Hg/L sampai dengan 20 µg Hg/L. Prinsip yang terjadi adalah proses reduksi ion Hg²⁺ menjadi

atom Hg oleh ion Sn²⁺ dan selanjutnya atom tersebut dianalisis secara kuantitatif dengan spektrofotometer serapan atom-uap dingin pada panjang gelombang 253,7 nm. Pembuatan kurva kalibrasi pada rentang 1 µg Hg/L – 20 µg Hg/L dengan cara memasukkan 100 mL larutan standar kerja Hg pada kadar 1, 2, 4, 8, 10, 15 dan 20 µg Hg/L ke dalam masing-masing Erlenmeyer 250 mL. Kemudian tambahkan 5 mL H₂SO₄ pekat dan 2,5 mL HNO₃ pekat ke dalam masing-

masing Erlenmeyer tersebut, lalu tambahkan 15 mL larutan $KMnO_4$ dan tunggu sampai 15 menit. Bila warna ungu telah hilang setelah itu, tambahkan 8 mL $K_2S_2O_8$ dan panaskan dalam penangas air pada suhu $95^\circ C$ selama 2 jam, kemudian dinginkan sampai suhu kamar. Jika suhu larutan telah dingin, maka tambahkan secukupnya larutan hidrosilamin $NaCl$ untuk mereduksi $KMnO_4$ yang berlebih dan tambahkan 5 mL $SnCl_2$. Kadar Hg harus diukur segera dalam larutan menggunakan Mercury Analyzer yang sudah dioptimalkan sesuai petunjuk alat (Anwar Hadi, 2015)

2.6. Penentuan Kandungan Logam Timbal (Pb)

Pengujian kadar Pb menggunakan Standar Nasional Indonesia SNI 6989-84:2019. Pertama dilakukan pembuatan larutan baku dari larutan induk logam Pb 1000 mg/L, dan di masukkan ke dalam labu ukur 100 mL. Kemudian pembuatan larutan standar dari larutan logam Pb 100 mg/L dengan konsentrasi 0; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2 mg/L dan larutan diukur menggunakan instrumen SSA. Buat kurva kalibrasi dan tentukan persamaan garis lurus nya. Setelah itu ketiga sampel disaring menggunakan media penyaring dengan ukuran $0,45 \mu m$ dan di masukkan ke dalam tabung reaksi. Kemudian tambahkan 3 tetes HNO_3 pekat pada sampel dan larutkan dengan 100 ml aquadest ke dalam Erlenmeyer. Masukkan contoh uji ke dalam SSA-nyala dan ukur serapannya pada Panjang gelombang 283,3 nm. Kemudian catat kadar Pb yang dihasilkan dalam larutan.

2.7. Penentuan Kandungan Logam Kadmium (Cd)

Penentuan kadar Cd menggunakan Standar Nasional Indonesia SNI 6989-84:2019. Pembuatan larutan baku dari larutan induk logam Cd 1000 mg/L, dan di masukkan ke dalam labu ukur 100 mL. Kemudian pembuatan larutan standar dari larutan logam Cd 100 mg/L dengan konsentrasi 0; 0,05, 0,1, 0,3, 0,5, dan 1 mL dan larutan diukur menggunakan instrumen SSA. Buat kurva kalibrasi dan tentukan persamaan garis lurus nya. Setelah itu sampel disaring menggunakan media penyaring dengan ukuran $0,45 \mu m$ dan di masukkan ke dalam tabung reaksi. Kemudian tambahkan 3 tetes HNO_3 pekat pada sampel dan larutkan dengan 100 ml aquadest ke dalam Erlenmeyer. Masukkan contoh uji ke dalam SSA-nyala dan ukur serapannya pada Panjang gelombang 228,8 nm. Kemudian catat kadar Cd yang dihasilkan dalam larutan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis Kualitas Air

Sungai Cideng termasuk ke dalam Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciliwung. Kondisi sekitar di titik pemantauan sungai Cideng cukup padat oleh pemukiman warga, kios/warung, dan perkantoran, serta banyak saluran-saluran pembuangan domestik yang masuk ke sungai. Aktivitas tersebut menyebabkan pembuangan limbah kegiatan ke badan

air sungai yang dapat mencemari sungai. Salah satu limbah yang terdapat di air sungai dan membahayakan manusia adalah limbah B3. Data-data berikut ini merupakan hasil analisis kualitas air sungai Cideng.

3.1.1. Kadar Merkuri (Hg)

Merkuri merupakan salah satu unsur dengan kadar racun paling tinggi diantara logam berat yang ada dan apabila terpapar pada konsentrasi yang tinggi akan mengakibatkan kerusakan otak permanen dan kerusakan ginjal yang termasuk ke dalam limbah B3 (Mirdat, 2013).

Tabel 2. Kadar Merkuri (Hg)

Titik Sungai	Kadar Merkuri (Hg)			
	Periode I	Periode II	Periode III	Periode IV
CDG-5	<0,00005	<0,00005	0,0001	<0,00005
CDG-6	<0,00005	<0,00005	0,0002	<0,00005
CDG-7	0,0001	<0,00005	<0,00005	<0,00005

Hasil analisis konsentrasi logam merkuri (Hg) yang terdapat pada tabel 2 menunjukkan Kadar merkuri (Hg) dalam sungai Cideng tidak didapatkan hasil yang tinggi dan logam merkuri tersebut masih memenuhi baku mutu Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Kelas II yakni sebesar 0,002 mg/L.

Gambar 4 menunjukkan pada titik CDG-5 kadar merkuri tertinggi ada pada Periode III yang dilaksanakan pada 23 Agustus-8 September 2021 dan mewakili musim kemarau, tetapi kadar merkuri tersebut tidak melebihi standar baku mutu yang telah ditetapkan. Kemudian pada titik CDG-6 kadar merkuri tertinggi juga terdapat pada Periode III yang dilaksanakan pada 23 Agustus-8 September 2021 sebesar 0,0002 mg/L. Dan pada titik CDG-7 kadar merkuri tertinggi terdapat pada Periode I yang pelaksanaan pengambilan sampel dilakukan pada tanggal 23 Februari-18 Maret 2021 pada musim hujan. Kadar merkuri tertinggi pada titik CDG-6 dan CDG-7 pun tidak melebihi baku mutu yang telah ditetapkan. Kadar merkuri tertinggi didapatkan pada periode yang berbeda-beda karena kondisi air sungai yang berbeda pula saat pengambilan sampel. Kadar merkuri dapat dipengaruhi oleh parameter lain yaitu suhu, pH, TSS, salinitas. Dan kecepatan aliran air, pada titik CDG-7 kadar merkuri tertinggi pada periode I berbeda dengan CDG-5 dan CDG-6 yang kadar merkuri tertingginya pada periode III, terjadi karena kecepatan aliran air yang cukup lambat atau tidak deras sehingga merkuri tidak terbawa oleh arus dan hasil deteksi kadar merkuri akan semakin besar.

Hal ini dapat dikarenakan Mercury Analyzer yang digunakan untuk mengukur kadar logam Merkuri (Hg) tidak dapat mendeteksi kandungan logam merkuri karena sampel yang diuji memiliki absorbansi yang kecil sehingga kadar logam merkuri dalam sampel pun juga kecil. Faktor lain yang

menyebabkan kadar logam merkuri masih di bawah baku mutu dapat disebabkan pada titik pengambilan sampel yang tidak berdekatan dengan sumber penghasil logam tersebut.

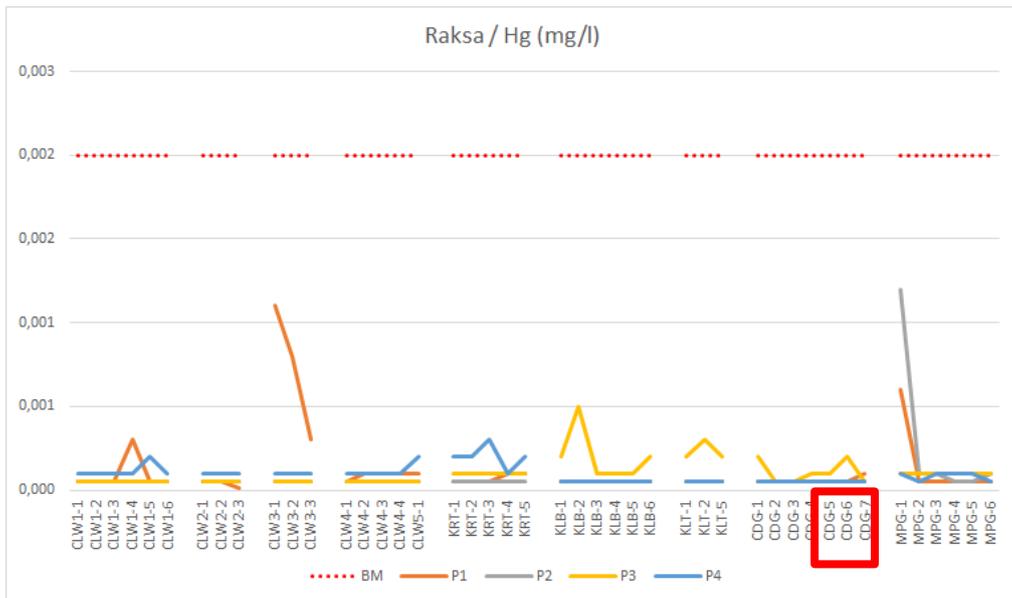
3.1.2. Kadar Timbal (Pb)

Pengujian kadar timbal (Pb) dapat dianalisis menggunakan Spektrofotometer serapan atom (SSA). Zat dengan kadar rendah sangat tepat untuk dianalisis menggunakan teknik ini. Pada prinsipnya sampel cair atau larutan akan mengalami atomisasi, melewati nyala yang sangat panas, sehingga pelarut dari sampel akan menguap dan meninggalkan Pb, kemudian sinar katoda diserap oleh Pb. sinar yang diserap sebanding dengan konsentrasi logam Pb yang kemudian akan

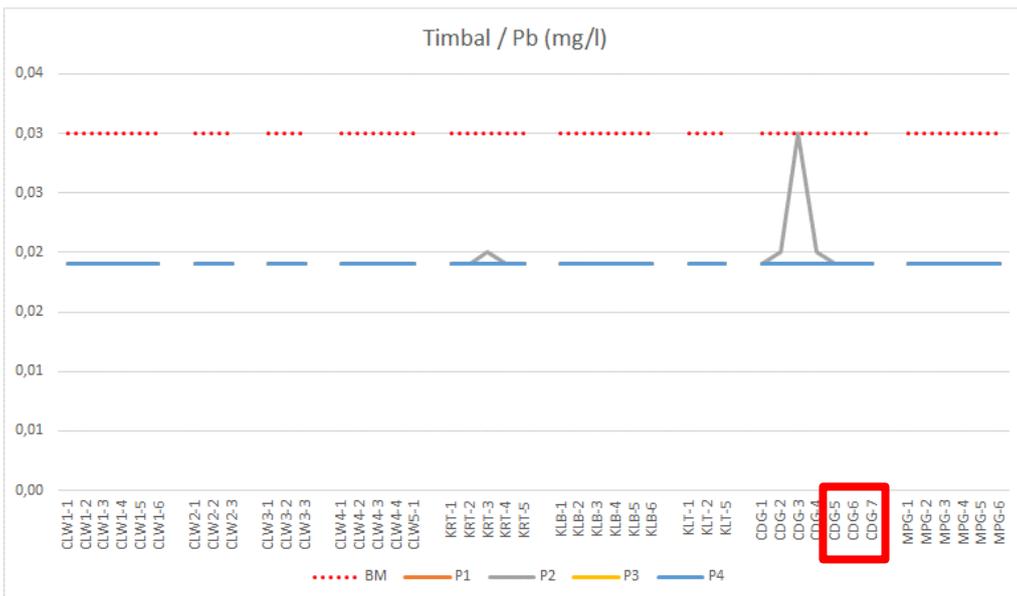
terbaca pada readout. Metode ini digunakan untuk menganalisis baik kualitatif maupun kuantitatif unsur-unsur logam (Skoog dkk, 2014). Tabel 3 menunjukkan pengukuran Timbal (Pb) pada sampel CDG-5, CDG-6, dan CDG-7.

Tabel 3. Kadar Timbal (Pb)

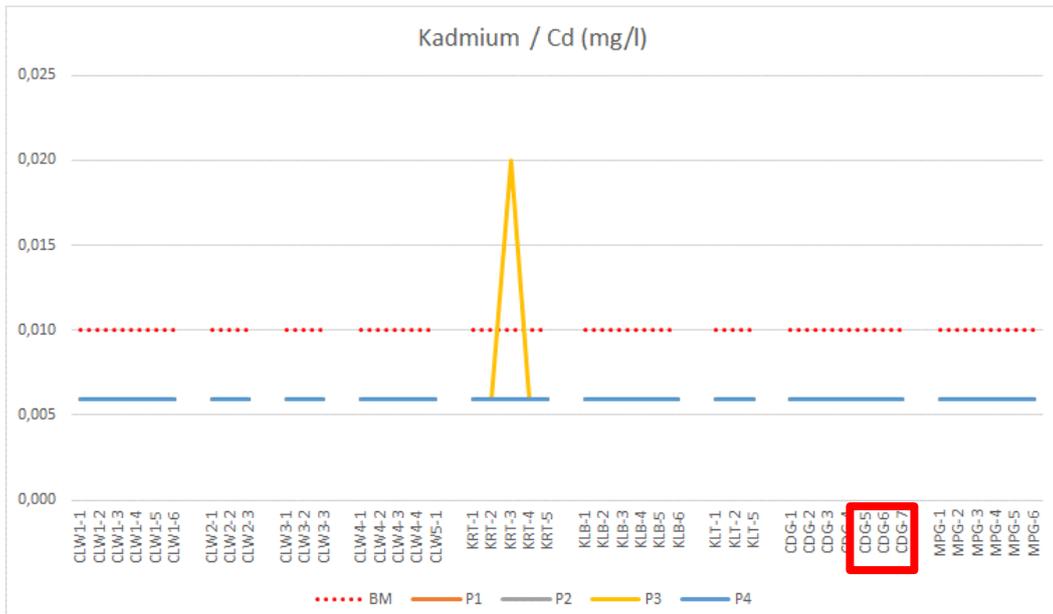
Kadar Timbal (Pb)				
Titik Sungai	Periode I	Periode II	Periode III	Periode IV
CDG-5	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
CDG-6	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
CDG-7	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02



Gambar 4. Konsentrasi Merkuri (Hg) pada sungai di DAS Ciliwung
Sumber data Laporan Pemantauan Sungai DKI 2021



Gambar 5. Konsentrasi Timbal (Pb) pada sungai di DAS Ciliwung
Sumber data Laporan Pemantauan Sungai DKI 2021



Gambar 6. Konsentrasi Kadmium (Cd) pada sungai di DAS Ciliwung
Sumber data Laporan Pemantauan Sungai DKI 2021

Hasil analisis konsentrasi logam timbal (Pb) (Gambar 5) di semua titik sampel CDG-5, CDG-6, CDG-7 dimulai dari periode I – periode IV berdasarkan data tidak didapatkan hasil yang tinggi dan masih di bawah baku mutu standar yang tercantum pada Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Kelas II sebesar 0,03 mg/L. Kadar logam timbal (Pb) tidak dapat dideteksi, karena kecilnya absorbansi terhadap sampel yang diuji. Selain itu jarak sumber penghasil logam timbal yang tidak berdekatan dengan lokasi pengambilan sampel menyebabkan kadar logam timbal (Pb) yang terdeteksi rendah.

3.1.3. Kadar Kadmium (Cd)

Analisis kadar logam kadmium (Cd) pada sampel air sungai dilakukan dengan menggunakan metode AAS. Tabel 4 menunjukkan hasil pengukuran logam Kadmium (Cd) di aliran Sungai Cideng dengan 3 titik pengujian CDG-5, CDG-6, CDG-7.

Tabel 4. Kadar Kadmium (Cd)

Titik Sungai	Kadar Kadmium (Cd)			
	Periode I	Periode II	Periode III	Periode IV
CDG-5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
CDG-6	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
CDG-7	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006

Berdasarkan hasil pengukuran kadmium (Cd) pada setiap titik dan setiap periode, pengukuran logam Cd dalam aliran sungai Cideng tidak didapatkan hasil yang tinggi dan masih memenuhi baku mutu standar yang tercantum pada Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Kelas II sebesar 0,01 mg/L. Hal ini disebabkan pengukuran logam Kadmium pada sampel tidak dapat dideteksi oleh AAS, karena sampel

yang diuji memiliki absorbansi yang kecil sehingga kadar logam cadmium dalam sampel pun juga kecil.

3.2 Hubungan Logam Berat dengan Parameter Kualitas Air Lainnya

3.2.1. pH

Nilai pH merupakan suatu indeks kadar ion hydrogen (H⁺) yang menjadi ciri khas keseimbangan asam dan basa. Nilai pH pada suatu perairan menjadi faktor pembatas karena nilai pH dapat mempengaruhi sifat air menjadi bersifat asam atau basa yang akan mempengaruhi kehidupan organisme dalam perairan, sehingga nilai pH sering digunakan untuk menilai ukuran baik atau buruknya suatu perairan (Andara et al., 2014). Pada tabel 5 dapat dilihat hasil pengukuran nilai pH aliran sungai Cideng pada beberapa titik yaitu CDG-5, CDG-6, CDG-7.

Tabel 5. Derajat Keasaman (pH)

Titik Sungai	pH			
	Periode I	Periode II	Periode III	Periode IV
CDG-5	7,16	7,03	7,43	7,14
CDG-6	7,1	7,7	7,28	6,75
CDG-7	7,15	7,57	7,6	6,75

Berdasarkan nilai pH (Gambar 7) yang didapatkan dari lokasi penelitian dapat diketahui seluruh nilai pH sesuai dengan standar baku mutu Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Kelas II sebesar 6-9. Kelarutan logam berat berkorelasi dengan nilai pH, kelarutan logam berat di kolom air akan lebih tinggi pada pH rendah, sehingga menyebabkan toksisitas logam berat semakin besar. Kenaikan pH air akan menurunkan kelarutan logam dalam air, sementara penurunan pH air akan meningkatkan kelarutan logam dalam air. Nilai pH

daerah aliran sungai Cideng dengan titik sungai CDG-5, CDG-6, CDG-7 menunjukkan angka yang stabil dari periode I sampai ke periode IV dengan kisaran pH 6,75 – 7,6. Hal ini adalah salah satu alasan kandungan logam berat yang terdapat pada aliran sungai Cideng tidak melebihi baku mutu yang ditetapkan dan nilainya masih terkendali walaupun disekitar titik pengambilan sampel terdapat industri, rumah sakit, atau atau daerah yang dapat menghasilkan limbah logam berat Merkuri (Hg), Timbal (Pb), dan Kadmium (Cd). Kadar pH yang rendah akan mengakibatkan kelarutan yang tinggi pada logam berat. Pada logam berat merkuri yang dihasilkan pada setiap titik CDG-5, CDG-6, dan CDG-7 didapatkan hasil dibawah baku mutu sesuai dengan hubungan antara pH, hasil pH yang dihasilkan pun memiliki nilai yang stabil sehingga merkuri tidak banyak larut di air dan lebih banyak mengendap di sedimen. Sama halnya dengan timbal (Pb) dan kadmium (Cd) yang nilainya dibawah baku mutu dan dipengaruhi oleh pH.

3.2.2. Suhu

Suhu adalah parameter fisik paling penting dalam proses metabolisme organisme perairan. Suhu dapat bervariasi tergantung oleh musim, letak menurut lintang dan garis matahari, waktu pengukuran, serta kedalaman air dan tinggi terhadap permukaan air laut (Authority, 2013). Tabel 6 menunjukkan hasil pengukuran parameter suhu yang ada pada aliran sungai Cideng pada beberapa titik CDG-5, CDG-6, dan CDG-7.

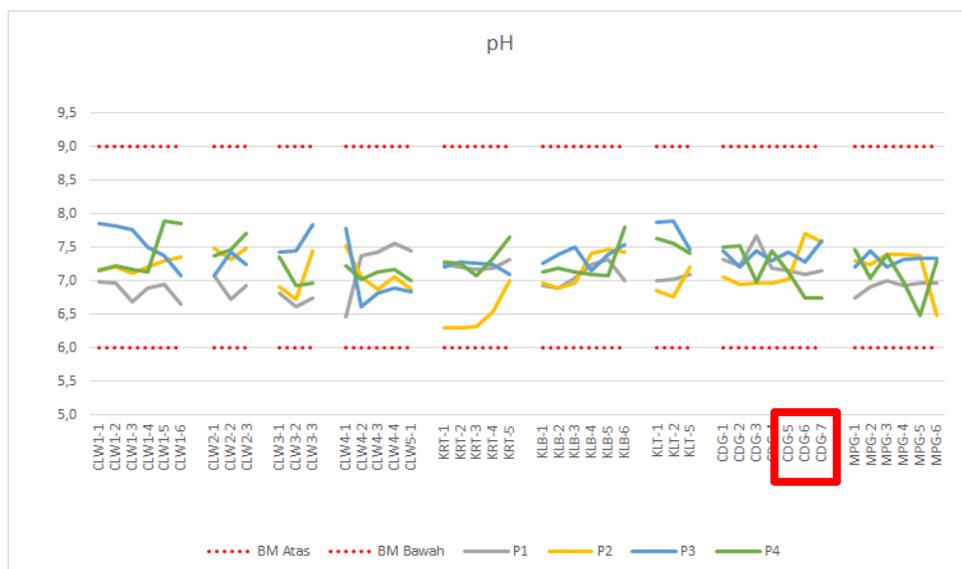
Berdasarkan Tabel 6 dapat diketahui bahwa rata-rata suhu terendah yang dihasilkan terdapat pada Periode II yang dilaksanakan pada tanggal 14 Juni-4 Agustus 2021 dengan musim yang sedang berlangsung adalah musim peralihan-1. Sementara itu, suhu tertinggi terjadi pada aliran sungai Periode I

yang dilaksanakan pada tanggal 23 Februari-18 Maret.

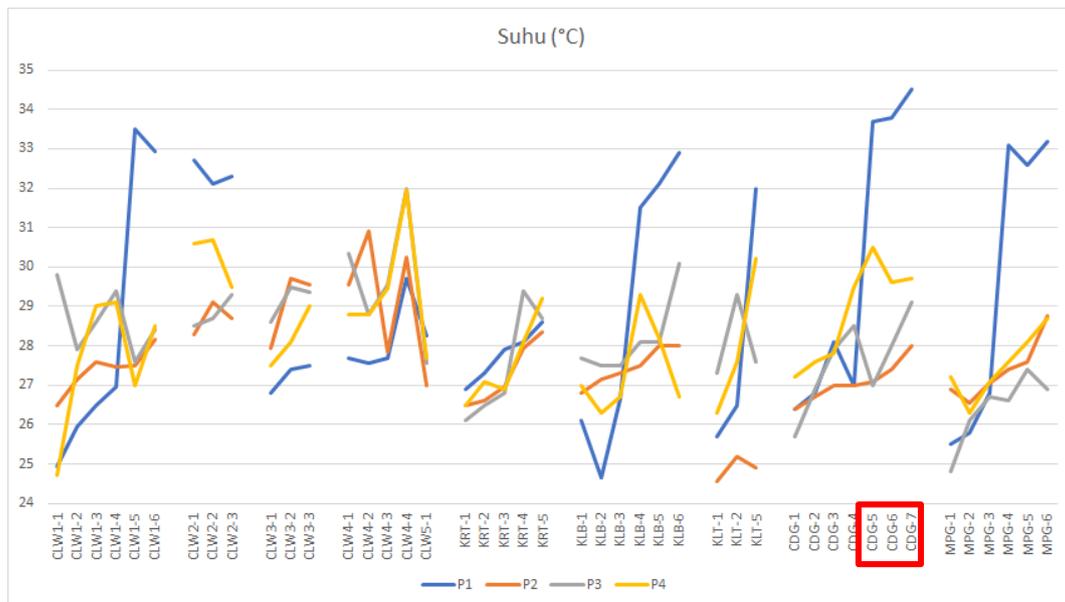
Tabel 1 Hasil Pengukuran Suhu

Titik Sungai	Suhu			
	Periode I	Periode II	Periode III	Periode IV
CDG-5	33,7	27,1	27	30,5
CDG-6	33,8	27,4	28	29,6
CDG-7	34,5	28	29,1	29,7

Dengan musim yang sedang berlangsung adalah musim hujan, meskipun pengambilan sampel dilakukan pada musim hujan suhu yang dihasilkan tinggi karena saat pengambilan sampel dilapangan dilakukan di siang hari saat teriknya matahari sehingga menyebabkan suhu maksimum terletak pada periode I. Faktor suhu juga dapat mempengaruhi konsentrasi logam berat di aliran sungai, kenaikan suhu air yang lebih dingin akan memudahkan logam berat mengendap ke sedimen. Sementara suhu yang tinggi, senyawa logam berat akan larut di air (Suryana, 2013). Proses alami yang terjadi di perairan secara universal dipengaruhi oleh suhu dan dapat mempengaruhi komponen biotik dan komponen abiotik di dalamnya. Toksisitas logam berat terhadap biota juga merupakan salah satu pengaruh yang disebabkan oleh suhu. Proses pemasukan logam berat dalam tubuh akan meningkat dan reaksi pembentukan ikatan antara logam berat dengan protein dalam tubuh semakin cepat jika suhu tersebut juga meningkat (Sajidah, 2019). Pada titik CDG-5, CDG-6, CDG-7 nilai suhu (Gambar 8) di atas baku mutu hanya pada periode I dan nilainya tidak terlalu besar yaitu 33,7 °C, 33,8 °C, 34,5°C sehingga kadar logam berat yang dihasilkan juga masih kecil dan tidak melewati standar baku mutu.



Gambar 7. Nilai pH pada sungai di DAS Ciliwung
Sumber data Laporan Pemantauan Sungai DKI 2021



Gambar 8. Nilai Suhu Perairan Sungai di DAS Ciliwung
Sumber data Laporan Pemantauan Sungai DKI 2021

3.2.3. Dissolved Oxygen (DO)

Parameter oksigen terlarut dapat digunakan sebagai indikator tingkat kesegaran air (Sutriati, 2013). Oksigen terlarut memiliki peran yang sangat penting untuk membantu mengurangi beban pencemaran pada perairan secara alami karena adanya proses oksidasi dan reduksi (Handoco, E. (2021). Tabel 7 menunjukkan hasil pengukuran parameter DO pada beberapa titik sungai CDG-5, CDG-6, dan CDG-7.

Tabel 2. Hasil Pengukuran DO

Titik Sungai	DO			
	Periode I	Periode II	Periode III	Periode IV
CDG-5	4,25	4,4	1,8	5,25
CDG-6	3,35	4,3	1,4	4,9
CDG-7	3,5	6,2	2,82	6,2

Berdasarkan Tabel 7, hasil pengukuran DO pada periode I dititik CDG-5 sudah memenuhi baku mutu yang ditetapkan, sedangkan pada titik CDG-6 dan CDG-7 kadar DO yang dihasilkan berada dibawah baku mutu standar. Pada periode II di titik CDG-5, CDG-6, CDG-7 kadar DO yang dihasilkan sudah memenuhi baku mutu. Kemudian pada periode III kadar DO yang dihasilkan terlalu rendah dibawah baku mutu dan di ketiga titik CDG-5, CDG-6, CDG-7 kadar DO tidak memenuhi baku mutu. Serta pada periode IV kadar DO yang dihasilkan di titik CDG-5, CDG-6, CDG-7 seluruhnya berada di atas baku mutu. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 21 Tahun 2021 Kelas II baku mutu untuk DO adalah 4 mg/L, jika nilai DO lebih dari 4 mg/L maka sudah memenuhi baku mutu sedangkan jika nilai DO yang dihasilkan kurang dari 4 mg/L maka tidak memenuhi baku mutu.

Rendahnya kadar DO pada aliran sungai diprediksi akibat banyaknya limbah yang masuk ke dalam perairan sungai, semakin tingginya masukan limbah seiring dengan semakin banyaknya industri dan pemukiman penduduk di sepanjang sungai sehingga limbah terakumulasi menyebabkan kadar DO rendah (Ratih, 2016). Oksigen terlarut berperan dalam membantu mengurangi beban pencemar pada suatu badan air secara alamiah atau secara aerobik untuk membersihkan pencemaran air limbah domestik maupun non domestik (Aruan, 2017). Maka semakin tinggi DO yang dihasilkan maka semakin optimal untuk membantu mengurangi beban pencemar, sehingga hal ini juga mempengaruhi konsentrasi logam berat di aliran sungai semakin besar DO yang dihasilkan maka oksigen akan semakin optimal untuk menjernihkan air dan bahan pencemar sehingga nilai logam berat yang didapatkan nantinya akan semakin kecil. Nilai DO yang rendah dapat mempengaruhi logam merkuri (Hg), timbal (Pb), dan kadmium (Cd). Gambar 9 menunjukkan pada titik CDG-5 nilai DO pada periode III yang dihasilkan kecil atau di bawah baku mutu sehingga kadar merkuri yang dihasilkan lebih tinggi sebesar 0,0001 mg/L. Pada titik CDG-6 nilai DO pada periode III juga rendah yang dapat menyebabkan toksisitas logam berat naik sehingga kadar merkuri yang didapatkan juga lebih tinggi sebesar 0,0002 mg/L. kemudian pada titik CDG-7 nilai DO pada periode I nilainya juga cukup rendah sehingga kadar merkuri yang didapatkan juga lebih tinggi sebesar 0,0001 mg/L walaupun belum melebihi baku mutu yang ditetapkan.

3.2.4. TSS (Total Suspended Solid)/ Kekeruhan

Padatan tersuspensi atau yang biasa disebut dengan TSS adalah partikel-partikel organik, anorganik serta cairan yang tidak dapat larut dalam air. Senyawa padatan tersuspensi anorganik yakni

meliputi tanah, tanah liat dan lumpur. Tabel 8 menunjukkan hasil pengukuran parameter TSS.

Hasil pemantauan parameter TSS berdasarkan tabel 8 nilai TSS pada aliran sungai Cideng pada titik CDG-5, CDG-6, CDG-7 seluruhnya memenuhi baku mutu yang terdapat pada Peraturan Pemerintah No. 21 Tahun 2021 Kelas II sebesar 50 mg/L. Konsentrasi logam berat dipengaruhi jumlah TSS di aliran sungai cideng (gambar 10), dengan nilai TSS pada titik CDG-5, CDG-6, dan CDG-7 yang rendah menyebabkan nilai logam berat yang ada di aliran sungai cideng juga rendah. Gazali (2013) mengungkapkan bahwa zat padat tersuspensi adalah zat yang terapung dan menyebabkan minimnya oksigen dalam air. Semakin tinggi nilai oksigen terlarut dalam air disebabkan oleh nilai TSS yang semakin turun. Maka dari itu rendahnya nilai TSS juga memengaruhi konsentrasi logam berat di aliran sungai, dengan rendahnya nilai TSS oksigen yang digunakan untuk menjernihkan air dan juga mengurangi beban pencemar limbah yang masuk ke aliran sungai tidak akan terganggu. Sehingga nilai logam berat di aliran air sungai menjadi lebih sedikit dan kemudian mengendap di sedimen sungai.

Kadar logam berat yang rendah dalam air sungai tidak menentukan bahwa limbah industri yang dihasilkan yang mengandung logam berat tersebut tidak berdampak negatif terhadap perairan, tetapi lebih disebabkan oleh kemampuan perairan tersebut untuk mengencerkan bahan cemaran yang cukup tinggi.

Penyebab logam berat seperti merkuri, timbal, dan kadmium tidak mudah terdeteksi di permukaan perairan karena salah satu sifat dari logam berat tersebut memiliki sifat yang mudah mengikat bahan organik cenderung mengalami pengenceran saat air masuk dan mengendap di dasar perairan sehingga kandungan logam berat didalam sedimen memiliki

kemungkinan yang lebih banyak dibandingkan didalam air, kemudian akan diserap oleh organisme yang ada di perairan tersebut (Maddusa et al, 2017). Hal ini juga berkorelasi dengan pendapat Li dkk (2013) yang mengungkapkan bahwa fluktuasi kadar logam berat dalam sedimen lebih tinggi dibandingkan dalam air dan dipengaruhi oleh tingkat keasaman (pH), suhu, oksigen terlarut, dan kecepatan arus.

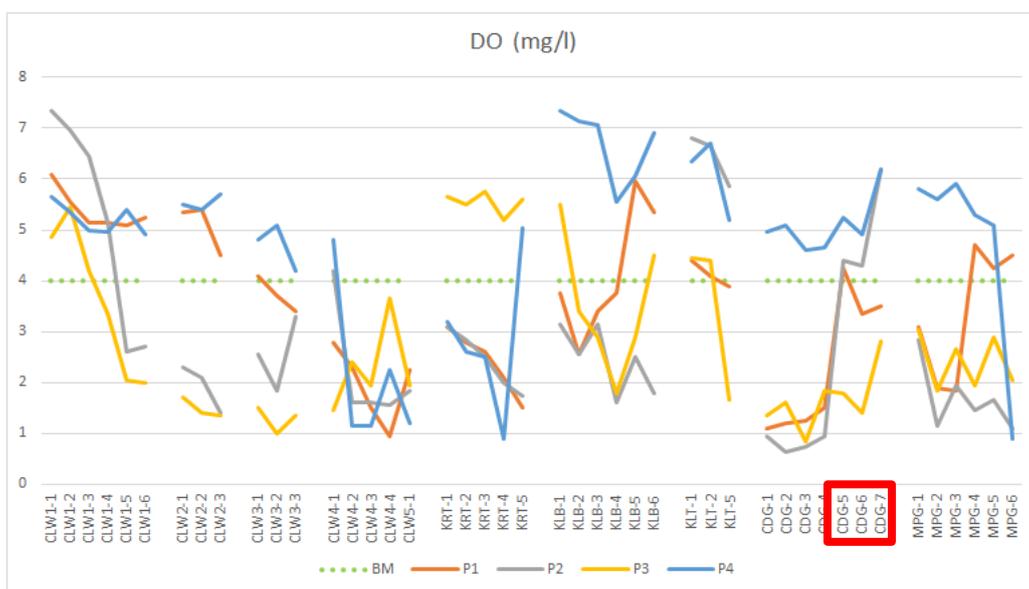
Tabel 3. Hasil Pengukuran TSS

Titik Sungai	TSS			
	Periode I	Periode II	Periode III	Periode IV
CDG-5	15	15	3	29
CDG-6	10	29	12	22
CDG-7	12	39	3	13

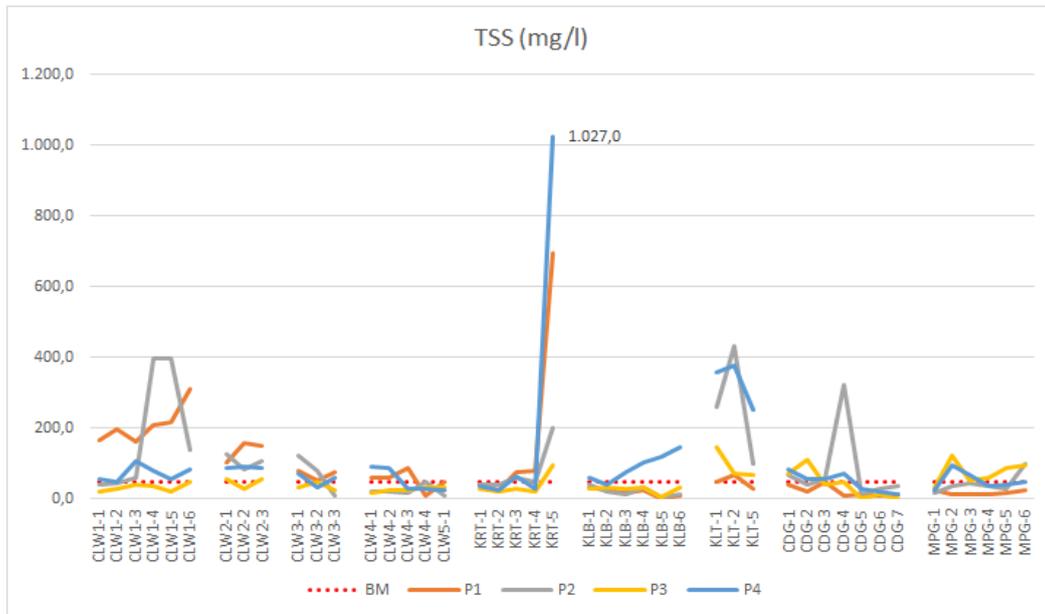
3.3 Analisis Status Mutu Air Sungai

Status mutu air merupakan parameter kondisi mutu air yang menunjukkan kondisi tercemar maupun dalam kondisi baik pada suatu perairan dalam waktu tertentu kemudian membandingkannya dengan baku mutu yang telah ditetapkan. Kualitas air dapat dibedakan menjadi beberapa tingkat tertentu seperti cemar ringan, sedang ataupun berat (Pardamean, 2015)

Indeks Pencemaran (IP) merupakan salah satu metode yang dapat digunakan dalam menentukan status mutu air sungai yang mengacu pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003. Status mutu ditentukan pada setiap kedalaman sampling dengan membandingkan nilai parameter terukur dengan baku mutu yang ditetapkan. Baku mutu air yang digunakan mengacu pada PP 22 Tahun 2021 Kelas II.



Gambar 9. Konsentrasi DO pada Sungai di DAS Ciliwung
Sumber data Laporan Pemantauan Sungai DKI 2021

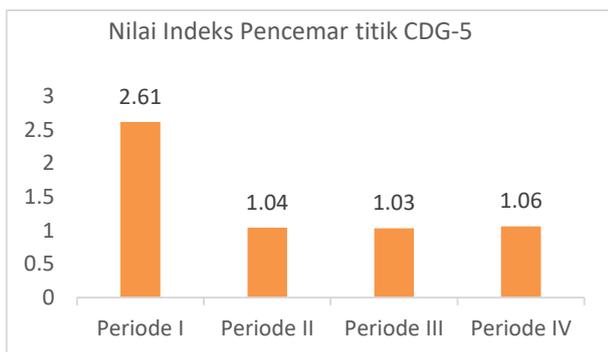


Gambar 10. Konsentrasi TSS pada Sungai di DAS Ciliwung
Sumber data Laporan Pemantauan Sungai DKI 2021

3.3.1. Indeks Pencemaran CDG-5

Dilihat dari data potensi sumber pencemar lokasi yang dominan yang ada pada titik CDG-5 adalah perkantoran, hotel, dan pemukiman. Bangunan dan rumah warga terlihat lebih banyak di titik pengambilan sampel. Berikut adalah nilai dari indeks pencemar titik CDG-5.

Indeks Pencemaran (IP) pada titik CDG-5 sesuai dengan Gambar 11 menunjukkan bahwa nilai berada dalam rentang hasil $1,0 < Plj \leq 5,0$ dengan hasil antara 2,61 – 1,03. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 menyebutkan bahwa angka Indeks Pencemaran yang terletak pada $1,0 < Plj \leq 5,0$ termasuk dalam kategori cemar ringan. Oleh karena itu, Indeks Pencemaran pada titik CDG-5 dikatakan tercemar ringan.

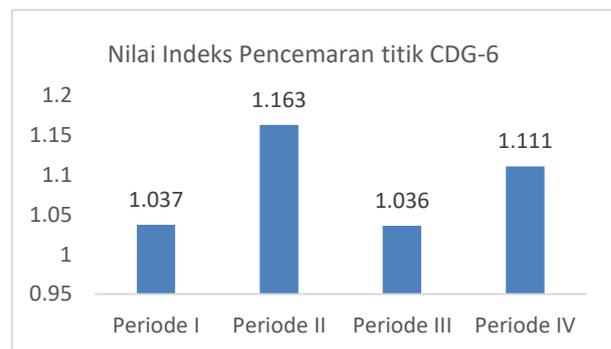


Gambar 11. Nilai IP titik CDG-5

3.3.2. Indeks Pencemaran CDG-6

Berdasarkan data potensi sumber pencemar lokasi yang dominan yang ada pada titik CDG-6 adalah perkantoran, pertokoan, klinik dan industry. Gambar 12 menunjukkan nilai IP titik CDG-6. Indeks Pencemaran pada titik CDG-6 sesuai Gambar 12 menunjukkan bahwa nilai berada dalam rentang $1,0 < Plj \leq 5,0$ dengan hasil sekitar 1,163 – 1,036. Keputusan

Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 menyebutkan bahwa nilai IP yang terletak pada $1,0 < Plj \leq 5,0$ termasuk dalam kategori cemar ringan. Oleh sebab itu, Indeks Pencemaran pada titik CDG-6 dinyatakan tercemar ringan. Walaupun terdapat klinik dan rumah sakit di sekitar lokasi CDG-6 yang dapat menghasilkan limbah dengan kandungan logam berat tinggi seperti limbah yang mengandung merkuri atau cadmium atau bahan kimia beracun berbahaya (B3). Data kadar logam berat limbah B3 masih memenuhi baku mutu Peraturan Pemerintah No. 21 Tahun 2021 Kelas II. Mungkin dari rumah sakit, klinik, atau industry garmen yang ada sudah memanfaatkan dan memelihara dengan baik fasilitas pengolahan limbah IPAL komunal yang sudah ada.



Gambar 12. Nilai IP titik CDG-6

3.3.3. Indeks Pencemaran CDG-7

Berdasarkan data potensi sumber pencemar lokasi yang dominan ada pada titik CDG-7 adalah perkantoran, pertokoan, dan juga pasar. Menunjukkan sumber pencemar dominan berasal dari limbah domestic. Gambar 13 adalah nilai IP yang dihasilkan titik CDG-7 dari Periode I – Periode IV.

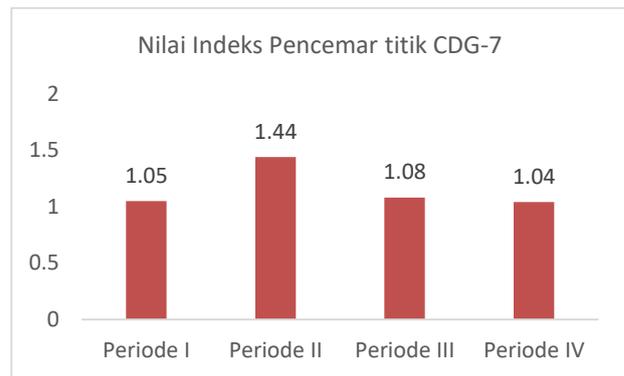
Berdasarkan hasil analisis pengukuran parameter kualitas air di sungai Cideng diketahui bahwa aliran

sungai masih memenuhi baku mutu Peraturan Pemerintah dan dikategorikan pencemaran ringan dengan kadar Merkuri yang ada pada sungai Cideng dengan titik CDG-5, CDG-6, CDG-7 memiliki nilai kisaran <0,00005- 0,0002, kadar Timbal pada semua titik memiliki nilai <0,02, dan kadar Kadmium pada setiap titik dan periode <0,006. Sehingga konsentrasi logam berat Hg, Pb, Cd antara titik CDG-5, CDG-6, CDG-7 tidak mengalami perubahan yang signifikan dan masih dalam batas aman.

Untuk parameter pH semua titik pengambilan sampel berkisar 6,75-7,6 dan mendapatkan hasil analisis sama yaitu memenuhi baku mutu. Pada parameter suhu antar titik pengamatan juga mendapatkan hasil sama yaitu terdapat kenaikan suhu pada periode I yang hasilnya melebihi baku mutu tetapi pada periode selanjutnya semua titik berada dibawah baku mutu standar. Untuk parameter DO mendapatkan hasil analisis berbeda di setiap titik pengambilan sampel, dan disetiap titiknya terdapat hasil analisis melebihi baku mutu. Dan untuk parameter TSS semua titik pengambilan sampel berkisar 3-39 dan seluruhnya memenuhi baku mutu. Dapat disimpulkan bahwa kondisi kualitas air antar titik CDG-5, CDG-6, CDG-7 tidak terjadi perubahan yang signifikan karena sungai Cideng umumnya memiliki debit yang rendah sehingga daya tampung beban pencemaran juga menjadi rendah.

Berdasarkan penelitian sebelumnya belum terdapat analisis kualitas air dan tingkat pencemaran yang terletak di sungai Cideng, tetapi penelitian sejenis sudah dilakukan di tempat lain yang dilakukan oleh Edward, E. (2020) telah melakukan penelitian tentang penilaian pencemaran logam berat dalam sedimen di Teluk Jakarta dan menunjukkan bahwa kadar rata-rata logam berat dalam sedimen adalah $Pb > Hg > Cd$. Hasil analisis indeks menunjukkan nilai rerata faktor kontaminasi (CF) berturut-turut adalah Hg 0,685, Pb 0,352 dan Cd 0,380 (kontaminasi rendah) dan nilai indeks geo akumulasi berturut-turut adalah Hg 0,227, Pb 1,098 dan Cd 0,633 (tidak tercemar sampai tercemar sedang). Secara keseluruhan, berdasarkan nilai indeks beban pencemaran sedimen perairan ini belum tercemar oleh Hg, Pb, dan Cd. Selain itu (Nurhidayah, 2017) menyatakan bahwa kandungan Pb terlarut di Teluk Jakarta nilainya berkisar 0,006-0,016 mg/kg. Sedangkan logam Cd terlarut berkisar antara 0,001-0,003 mg/kg. Dan kandungan Hg terlarut berkisar antara 0,0002-0,0015 mg/kg. Dilihat dari hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa kandungan logam berat di Teluk Jakarta sangat bervariasi, baik secara temporal maupun spasial. Dari penelitian ini terdapat beberapa keterbatasan yang mungkin mempengaruhi hasil penelitian ini, sehingga dapat diperhatikan bagi peneliti yang akan datang untuk terus memperbaiki dalam penelitian kedepannya. Beberapa keterbatasan dalam penelitian tersebut dan kemungkinan penelitian selanjutnya, antara lain:

1. Keterbatasan data yang digunakan dalam penelitian sehingga hasil yang didapatkan kurang maksimal
2. Penelitian ini hanya mengkaji kualitas pencemaran air terhadap pengaruh beberapa factor sehingga perlu dikembangkan penelitian lebih lanjut untuk meneliti factor lain yang belum dikaji agar dapat memastikan kualitas sungai apakah aman digunakan bagi kehidupan manusia serta makhluk hidup lainnya
3. Kesimpulan yang diambil hanya berdasarkan perolehan analisis data laporan pemantauan sungai DKI Jakarta pada tahun 2021, sehingga diharapkan adanya penelitian lebih lanjut terhadap kualitas sungai Cideng tiap tahunnya.



Gambar 13. Nilai IP titik CDG-7

4. Kesimpulan

Pada 3 titik yaitu CDG-5, CDG-6, dan CDG-7 menunjukkan analisis kualitas pada aliran Sungai Cideng tidak terdapatnya limbah B3 yang meliputi Merkuri (Hg), Timbal (Pb), dan Kadmium (Cd). Konsentrasi logam berat limbah B3 tersebut dapat dipengaruhi oleh parameter lain seperti pH, Suhu, DO, dan TSS yang dapat mengurangi kadar logam berat. Hasil analisis menunjukkan bahwa parameter pH, suhu, DO, TSS tersebut menurunkan kandungan logam berat yang terdapat pada aliran sungai Cideng sehingga tidak melebihi baku mutu yang ditetapkan dan nilainya masih terkendali walaupun disekitar titik pengambilan sampel terdapat industri, rumah sakit, pertokoan, dan pemukiman.

Status mutu sungai Cideng pada titik CDG-5, CDG-6 dan CDG-7 menunjukkan Indeks Pencemaran (IP) pada kisaran $1,0 < Plj \leq 5,0$ yang mengindikasikan bahwa pencemaran pada ketiga titik dapat dikategorikan dalam cemar ringan.

Daftar Pustaka

- Andara DR, Haeruddin, Suryanto A. (2014). Kandungan Total Padatan Tersuspensi, Biochemical Oxygen Demand dan Chemical Oxygen Demand serta Indeks Pencemaran Sungai Klampisan di Kawasan Industri Candi, Semarang. *Aquares Journal* 3(3): 177-187.
- Anwar, Hadi. (2015). Pemahaman dan Penerapan ISO/IEC 17025:2005. Persyaratan Umum Kompetensi

- Laboratorium Pengujian dan Laboratorium Kalibrasi. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Arief, R. R. (2019). Distribusi Kandungan Logam Berat Pb dan Cd Pada Kolom Air dan Sedimen Daerah Aliran Sungai Citarum Hulu. 3(3).
- Aruan, D. G. R., & Siahaan, M. A. (2017). Penentuan kadar dissolved oxygen (do) pada air sungai Sidoras di daerah Butar Kecamatan Pagaran Kabupaten Tapanuli Utara. *Jurnal Analis Laboratorium Medik*, 2(1).
- Authority, N. C. (2013). Water quality parameters and indicator [internet]. <http://www.waterwatch.nsw.gov.au>.
- Edward, E. (2020). Penilaian pencemaran logam berat dalam sedimen di Teluk Jakarta. *Depik Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*, 9(3): 403-410.
- Gazali, W. R. (2013). Evaluasi Dampak Pembuangan Limbah Cair Pabrik Kertas Terhadap Kualitas Air Sungai Klinter Kabupaten Nganjuk. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis Biosistem*, 1 (2).
- Handoco, E. (2021). Studi Analisis Kualitas Air Sungai Bah Biak Kota Pematangsiantar. *TRITON: Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*, 17(2), 117-124.
- Istarani, F. P. (2014). Studi Dampak Arsen (As) dan Kadmium (Cd) terhadap Penurunan Kualitas Lingkungan. *J. Tek. Pomits* 3, D53– D58.
- Li, Haiyan., A. Shi, M. Li, X. Zhang. (2013). Effect of pH, temperature, dissolved oxygen, and flow rate of overlying water on heavy metals release from storm sewer sediments. *Hindawi Publishing Corporation Journal of Chemistry*, 2013, Article ID 434012, 11 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2013/434012>.
- Maddusa S. S, Paputungan MG, Syarifuddin AR, 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: Public Health Science Journal* 9(2): 153-159.
- Mardhia, D. &. (2018). Studi analisis kualitas air sungai Brangbiji Sumbawa Besar. *Jurnal Biologi Tropis*, 18(2), 182-189.
- Mirdat, P. (2013). Status Logam Berat Merkuri (Hg) dalam Tanah Pada Kawasan Pengolahan Tambang Emas di Kelurahan Poboya, Kota Palu. *e-J Agrotekbis*, 1(2): 127-134 ISSN 2338-3011.
- Nurhidayah, I. (2017). Sebaran kandungan logam berat (Hg, Pb dan Cu) terlarut dalam Badan Air Perairan.
- Nurlina Mahsyar, d. E. (2020). ANALISIS KUALITAS AIR DAN METODE PENGENDALIAN PENCEMARAN AIR SUNGAI BANGKALA KABUPATEN JENEPONTO. Skripsi.
- Pardamean Sebayang. (2015). Teknologi Pengolahan Air Kotor dan Payau Menjadi Air Bersih dan Layak Minum. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI).
- Ratih Pratiwi, R., & Linda Noviana, L. (2016). Laporan Penelitian: EVALUASI KUALITAS AIR SUNGAI CITARUM.
- Sajidah. (2019). ANALISIS KANDUNGAN MERKURI (Hg) PADA AIR DAN SEDIMEN SUNGAI GEUMPANG, PIDIE, ACEH.
- Setiawan, H. (2014). Pencemaran Logam Berat di Perairan Pesisir Kota Makassar dan Upaya Penanggulangannya. 11(Info Tek. Eboni), 1-14.
- Skoog, D.A., West, B.M., Holler, F.J. and Crouch, S.R., (2014). *Fundamental of Analytical Chemistry*, Edisi Kedelapan, Brooks/Cole-Thompson Learning, inc, USA.
- Suryana, F. (2013). Analisa Kualitas Air Sumur Dangkal di Kecamatan Biringkanaya Kota Makassar. Skripsi.
- Sutriati, F. (2013). "Penilaian Kualitas Air Sungai dan Potensi Pemanfaatannya (Studi Kasus Sungai Cimanuk)". *Jurnal Sumber Daya Air*, 7, 61-76.
- Usman, S. L. (2013). Distribusi kuantitatif logam berat Pb dalam air, sedimen dan ikan merah (*Lutjanus erythropterus*) di sekitar perairan pelabuhan Parepare. 14(2).
- Wahyunningsih, T., M. Rusmanta, G. Nurdin. (2015). Pencemaran Pb dan Cd pada hasil perikanan laut.