

# Analisis Profil Konsentrasi Pb di Air Waduk Saguling

**Ade Arinda dan Eka Wardhani**

Jurusan Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Nasional Bandung

Email : adearinda96@gmail.com

## **ABSTRAK**

*Air Waduk Saguling saat ini menunjukkan penurunan, baik secara kualitas maupun kuantitas akibat aktivitas manusia yang menghasilkan limbah rumah tangga, industri, pertanian, peternakan, perikanan dan pertambangan. Salah satu pencemar di Waduk Saguling adalah logam berat. Penelitian ini bertujuan menganalisis konsentrasi Pb di perairan Waduk Saguling pada musim yang berbeda. Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari PT Indonesia Power tahun 2008-2017. Data berasal dari tiga kedalaman yaitu kedalaman permukaan, tengah, dan dekat dasar perairan. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan konsentrasi Pb di musim kemarau lebih tinggi daripada musim hujan dan sebagian sudah melebihi baku mutu yang mengacu pada Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air untuk logam Pb sebesar 0,03 mg/L. Parameter pendukung yang di analisis yaitu parameter DO, pH, TDS, suhu, kekeruhan, dan kesadahan. Berdasarkan hasil analisis statistik menggunakan PCA, parameter yang paling mempengaruhi konsentrasi Pb di musim kemarau adalah kekeruhan dan suhu sedangkan musim hujan adalah TDS.*

**Kata kunci:** Musim, Pb, PCA, Waduk Saguling

## **ABSTRACT**

*Saguling Water Reservoir currently shows a decline, both in quality and quantity due to human activities that produce domestic waste, industry, agriculture, livestock, fishery and mining. One of the pollutants in Saguling Reservoir is heavy metal. The research aims to analyze the concentration of Pb in the waters of Saguling Reservoir in different seasons. This research uses secondary data which is obtained from PT Indonesia Power in 2008-2017. The data comes from three depths: surface depth, center, and near bottom of water. Based on the results of the research shows that the concentration of Pb in the dry season is higher than the rainy season and some have exceeded the quality standard which refers to Government Regulation no. 82 of 2001 on the Management of Water Quality and Control of Water Pollution for Pb metal by 0.03 mg/L. The supporting parameters in the analysis are DO, pH, TDS, temperature, turbidity, and hardness parameters. Based on the results of statistical analysis using PCA, the parameters that most influence the concentration of Pb heavy metals in the dry season are turbidity and temperature and rainy season is TDS.*

**Keywords:** Season, pb, pca, saguling reservoir

## 1. PENDAHULUAN

Waduk Saguling merupakan salah satu dari tiga waduk yang membendung aliran Sungai Citarum yang merupakan sungai terbesar di Jawa Barat. Perkembangan kondisi lingkungan di Waduk Saguling menyebabkan waduk memiliki fungsi majemuk diantaranya sebagai pengendali banjir dan penampungan air sementara dari Sungai Citarum, budidaya ikan Keramba Jaring Apung (KJA) serta pengembangan pariwisata yang dapat menghasilkan keuntungan besar bagi pemerintah maupun masyarakat di sekitar waduk (Sudarso dkk., 2008).

Menurut Wangsaatmaja (2004), bahwa di sepanjang 127 km atau 47,1% dari panjang Sungai Citarum sebagai sumber utama waduk ini telah dikategorikan tercemar berat, salah satunya adalah logam berat khususnya Pb. Logam berat Pb merupakan logam yang keberadaannya di bumi sangat sedikit. Kandungan logam berat Pb selain keberadaannya secara alamiah di perairan, juga tidak terlepas dari aktivitas manusia yang ada di sekitar perairan tersebut. Fluktuasi konsentrasi logam berat dapat dipengaruhi oleh masuknya buangan yang mengandung logam berat, seperti limbah industri, domestik, pertanian, debu yang masuk ke perairan dengan bantuan air hujan, aliran sungai atau debit dan angin (Darmono, 2001). Musim juga turut berpengaruh terhadap konsentrasi dan kelarutan logam berat, di mana pada musim penghujan konsentrasi logam berat cenderung lebih rendah karena proses pelarutan atau terencerkan oleh air hujan (Prartono dan Nurjaya, 2016).

Menurut Sarjono (2009), logam berat Pb merupakan logam yang sangat beracun yang mempunyai sifat toksik tinggi setelah Hg dan Cd. Kadar dan toksisitas timbal dipengaruhi oleh kesadahan, pH, alkalinitas dan kadar oksigen. Logam berat Pb banyak digunakan pada industri baterai, kabel, cat (sebagai zat pewarna), pestisida, dan yang paling banyak digunakan sebagai zat antiletup pada bensin (Sayekti dkk., 2015). Keberadaan logam berat Pb dapat berpengaruh buruk terhadap biota air, tumbuhan, dan kesehatan manusia (Amien, 2007). Oleh karena itu dilakukan analisis konsentrasi Pb untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi konsentrasi Pb di Waduk Saguling menggunakan analisis PCA secara signifikan.

Analisis komponen utama merupakan salah satu metode statistika multivariat untuk menemukan beberapa faktor yang mendasari dan mampu menjelaskan korelasi berbagai indikator independen yang diobservasi. Logam berat Pb dipilih karena pada DAS Citarum di bagian hulu banyak industri yang berpotensi menghasilkan logam berat Pb seperti industri pelapisan logam/*elektroplating*, tekstil, penyamakan kulit dan cat serta pupuk pestisida dari pertanian yang langsung membuang limbahnya ke badan sungai. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air bahwa logam berat Pb memiliki nilai ambang batas yaitu 0,03 mg/L mengingat Waduk Saguling digunakan sebagai sumber air untuk PLTA serta air irigasi, sehingga tidak boleh melebihi baku mutu yang sudah ditetapkan. Diharapkan dari penelitian ini dapat memberikan gambaran nyata kepada masyarakat dan pemerintah terhadap kondisi perairan di Waduk Saguling, khususnya terkait faktor yang mempengaruhi konsentrasi logam Pb di perairan, sehingga dapat memudahkan langkah tindak lanjut untuk mengantisipasi dan meminimalisir dampak yang ditimbulkan.

## 2. METODOLOGI

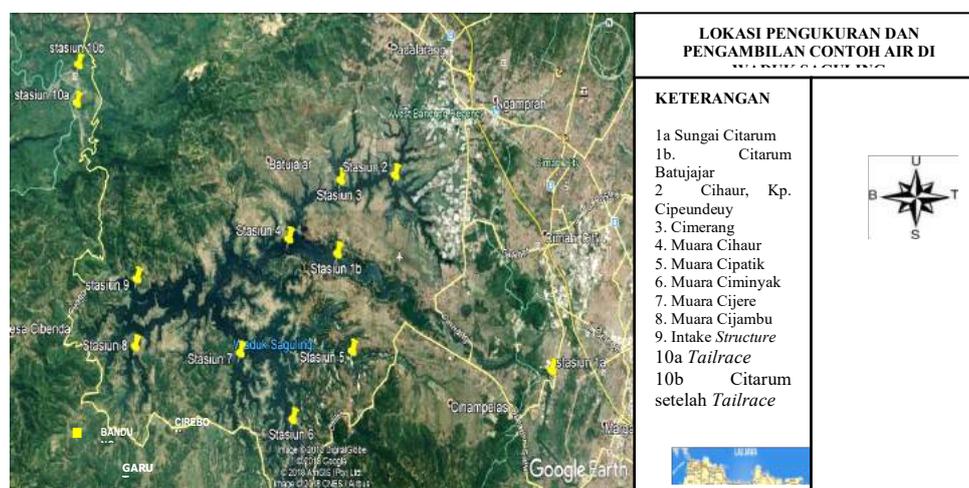
Penelitian ini mengkaji data sekunder yang diperoleh dari PT Indonesia Power dan data yang digunakan adalah rangkaian data tahun 2008-2017. Data yang dikumpulkan mewakili musim kemarau dan hujan pada tiga kedalaman yaitu permukaan air Waduk Saguling, tengah danau, dan dekat dasar perairan Waduk Saguling. PT Indonesia Power melakukan analisis logam berat Pb dengan menggunakan alat *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS). Pengambilan sampel dilakukan di 12 (dua belas) titik yang telah ditentukan. Nama stasiun pengambilan sampel air berdasarkan titik koordinat dapat dilihat pada **Tabel 1**. dan lokasi masing-masing stasiun dapat dilihat pada **Gambar 1**.

**Tabel 1. Lokasi Pengambilan Sampel**

Stasiun	Lokasi	Titik Koordinat	
		Lintang Selatan	Lintang Barat
1a	Sungai Citarum	107°32'10,7"	06°56'29,8"
1b	Sungai Citarum <i>Trash Boom</i> Batujajar	107°27'08,1"	06°54'29,1"
2	Cihaur Kampung Cipeundeuy	107°28'29,2"	06°53'08,4"
3	Cimerang	107°27'12,6"	06°53'13,4"
4	Muara Cihaur Kampung Maroko	107°25'59,6"	06°54'13,8"
5	Muara Cipatik	107°27'28,9"	06°56'09,4"
6	Muara Ciminyak-lokasi perikanan jaring terapung	107°26'05,0"	06°57'19,8"
7	Muara Cijere	107°24'51,19"	06°56'11,2"
8	Muara Cijambu	107°22'23,5"	06°56'04,5"
9	Dekat Intake <i>Structure</i>	107°22'25,9"	06°54'55,0"
10a	<i>Tailrace</i>	107°20'57,9"	06°51'49,8"
10b	Sungai Citarum setelah <i>Tailrace</i> di Bantar Gebang	107°20'58,0"	06°51'10,8"

Sumber : PT Indonesia Power UP (Unit Pembangkit) Saguling, 2016

Data yang terkumpul kemudian dianalisis dengan membandingkan baku mutu kualitas air kelas II Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air yang peruntukkannya untuk irigasi dan PLTA. Analisis data disajikan secara deskriptif dan statistik. Data konsentrasi logam berat Pb serta parameter pendukung yang dianalisis yaitu pH, suhu, DO, TDS, kesadahan, dan kekeruhan disajikan dalam bentuk grafik/tabel untuk mempermudah perhitungan digunakan *software* minitab 16.



**Gambar 1. Lokasi Pengukuran Dan Pengambilan Contoh Air Di Waduk Saguling**

(Sumber : Google Earth, 2018)

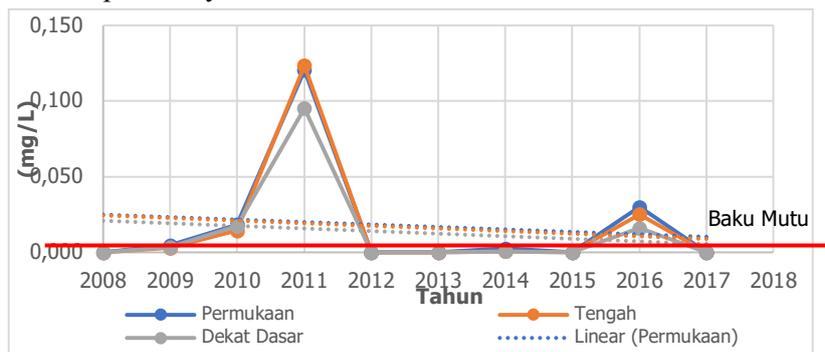
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Konsentrasi Logam Pb Berdasarkan *Trend*

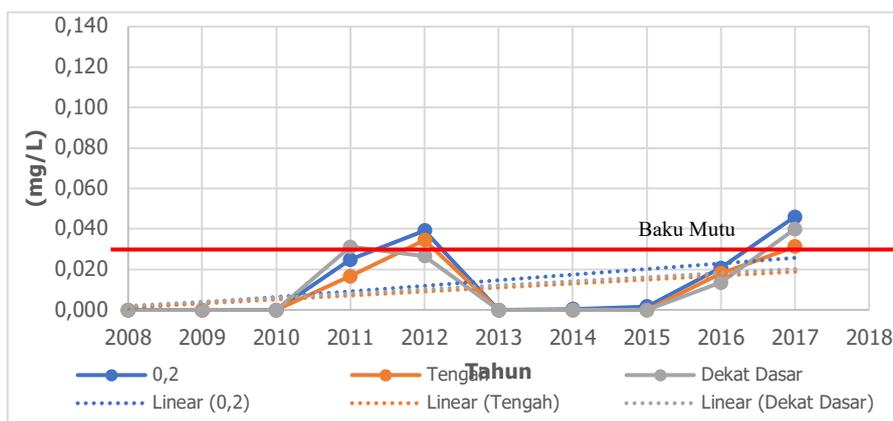
Air Waduk Saguling memiliki kedalaman yang berbeda baik di musim kemarau dan hujan, dengan rata-rata kedalaman musim kemarau yaitu 13 m dan hujan 10 m. **Gambar 2.** dan **3.** menyajikan *trend* konsentrasi logam berat pb musim kemarau dan hujan tahun 2008-2017 berdasarkan tiga kedalaman. *Trend* konsentrasi logam berat Pb pada musim kemarau cenderung mengalami penurunan setiap tahunnya seiring pertambahan kedalaman sedangkan di musim hujan mengalami peningkatan. Berdasarkan tiga kedalaman air Waduk Saguling, rata-rata konsentrasi logam berat Pb dari tahun 2008 sampai 2017 tertinggi di musim kemarau adalah pada kedalaman tengah yaitu tahun 2011 dengan rata-rata 0,123 mg/L dan musim hujan konsentrasi logam berat Pb tertinggi di kedalaman permukaan tahun 2017 dengan rata-rata 0,046 mg/L.

Konsentrasi logam berat Pb musim kemarau pada tahun 2011 meningkat cukup signifikan begitu juga di musim hujan tahun 2011 sampai 2012 dan kembali meningkat di tahun 2015 sampai 2017. Hal ini mengindikasikan bahwa setiap tahun persebaran konsentrasi logam berat Pb terjadi fluktuasi setiap tahunnya. Konsentrasi logam berat Pb musim kemarau tahun 2008, 2012, 2013, 2015, dan 2017 berturut-turut sebesar 0 mg/L. Berdasarkan hasil pengumpulan data sekunder, bahwa kandungan logam berat Pb di Waduk Saguling pada tahun tersebut tidak teridentifikasi ketika melakukan pengukuran. Begitu juga di musim hujan tahun 2008, 2009, 2010, dan 2013 kandungan nilai logam berat Pb yaitu 0 mg/L.

Berdasarkan kondisi eksisting (PT Indonesia Power, 2011) pada tahun 2011 air Waduk Saguling saat itu terjadi penurunan volume air karena kondisi curah hujan yang sangat rendah sehingga memicu turunnya debit yang masuk ke Waduk Saguling, begitu juga di tahun 2012 dan 2017. Hal ini tentunya akan mempengaruhi konsentrasi logam berat Pb yang sudah melebihi standar baku mutu yang ditetapkan PP No. 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Debit rata-rata yang masuk ke air Waduk Saguling tahun 2011, 2012, dan 2017 sangat kecil berturut-turut 46,066 m<sup>3</sup>/detik, 19,206 m<sup>3</sup>/detik, dan 71,390 m<sup>3</sup>/detik jika dibandingkan dengan rata-rata debit yang masuk, sehingga beban pencemar yang masuk ke Waduk Saguling tahun 2011 sebesar 164.159,323 kg/tahun di musim kemarau, tahun 2012 sebesar 19.987,454 kg/tahun musim hujan, dan tahun 2017 sebesar 87.802,846 kg/tahun di musim hujan. Beban pencemar sebagian dapat berasal dari daerah Nanjung yang merupakan tempat inlet limbah-limbah dari berbagai industri. Menurut Darmono (2001) bahwa konsentrasi logam berat Pb di badan air dipengaruhi oleh iklim dan debit atau kecepatan arus, semakin tinggi debit maka konsentrasi logam berat Pb akan semakin rendah sehingga memicu *trend* konsentrasi Pb setiap tahunnya.



**Gambar 2. Grafik *Trend* Konsentrasi Pb Musim Kemarau Tahun 2008-2017 Berdasarkan Kedalaman**



**Gambar 3. Grafik Trend Konsentrasi Pb Musim Hujan Tahun 2008-2017 Berdasarkan Kedalaman**

Berdasarkan rata-rata konsentrasi logam berat Pb pada tahun 2008-2017 pada musim kemarau lebih tinggi daripada musim hujan. Hal ini dikarenakan pada musim kemarau sungai mendapatkan masukan air yang sedikit dari lokasi tersebut dan masukan limbah dari sumber pencemar menjadi tidak teralir karena debit yang masuk turun drastis sedangkan volume kegiatan industri tetap dan beban pencemar yang dikeluarkan juga tetap bahkan lebih (Yudo, 2011). Hal ini juga akan menyebabkan terjadinya kerusakan Daerah Aliran Sungai (DAS) karena debit berfluktuasi secara ekstrim. Konsentrasi logam berat Pb juga dipengaruhi oleh aktivitas manusia atau kegiatan antropogenik yang sangat beragam dari mulai domestik, non domestik, industri, pertanian, peternakan, dan pertambangan yang mengandung logam berat Pb. Limbah dari semua kegiatan tersebut kemudian masuk ke Sungai Citarum Hulu dan bermuara di Waduk Saguling.

### 3.2 Konsentrasi Pb Berdasarkan Stasiun

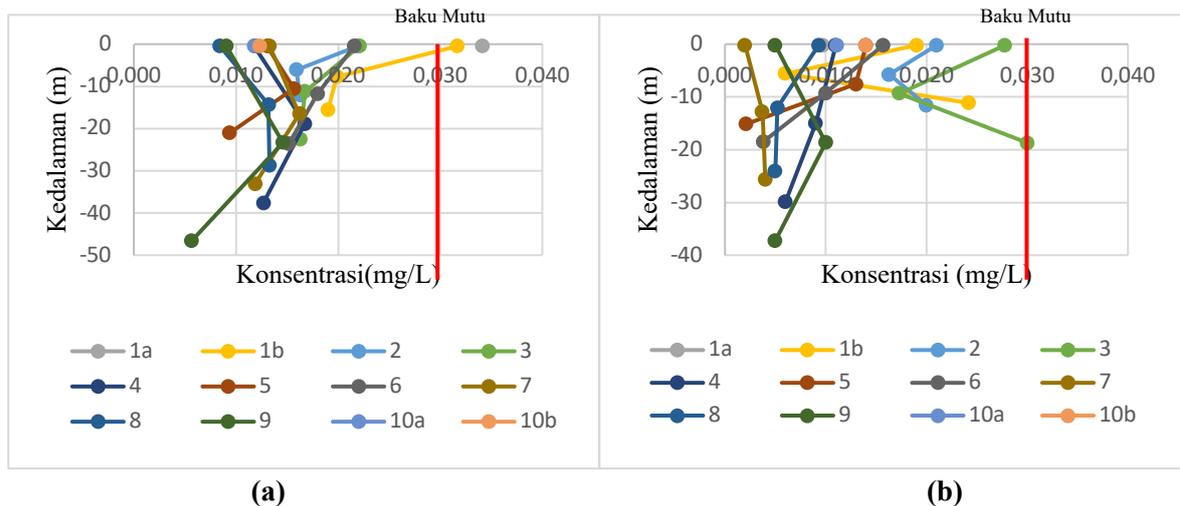
Perbedaan kedalaman pada setiap musim berdasarkan Gambar 4. berbeda-beda, hal ini dikarenakan tergantung dari muka air di Waduk Saguling tersebut di mana muka air akan meningkat apabila di musim hujan dan akan menurun apabila di musim kemarau. Kedalaman suatu perairan akan mempengaruhi tinggi rendahnya suatu konsentrasi logam berat karena konsentrasi Pb terlarut lebih banyak ditemukan dekat dasar perairan. Hal ini dikarenakan sifat Pb yang mudah mengendap pada sedimen dalam bentuk partikulat dan semakin mudah untuk mengikat senyawa-senyawa yang ada di dalam air, sehingga semakin dalam suatu perairan maka semakin tinggi konsentrasi logam berat Pb (Sari dkk., 2017). Konsentrasi logam berat Pb di setiap stasiun menunjukkan nilai yang berbeda karena selain pengaruh dari kondisi eksisting dan debit perairan juga dipengaruhi pergerakan air oleh angin sehingga selalu terjadi pengadukan dan perpindahan massa air terhadap bahan-bahan yang terkandung di dalamnya. Hal ini menimbulkan perbedaan konsentrasi yang acak dan naik turun pada setiap stasiun dan kedalaman. Kedalaman air Waduk Saguling yang berbeda-beda dari setiap stasiunnya dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Kedalaman Waduk Saguling Musim Kemarau dan Hujan**

Stasiun	Kedalaman (m)	
	Musim Kemarau	Musim Hujan
1a	-0,500	-0,500
1b	-15,500	-11,150
2	-12,100	-11,600
3	-22,500	-18,700

Stasiun	Kedalaman (m)	
	Musim Kemarau	Musim Hujan
4	-37,700	-29,900
5	-21,050	-15,150
6	-23,600	-18,500
7	-33,100	-25,700
8	-28,700	-24,100
9	-46,600	-37,250
10a	-0,500	-0,500
10b	-0,500	-0,500

Sumber : PT Indonesia Power, 2018



Gambar 4. Perbandingan Nilai Konsentrasi Pb setiap Stasiun Tahun 2008-2017 : (a) Musim Kemarau dan (b) Hujan

### 3.2.1 Konsentrasi Logam Berat Pb di Musim Kemarau setiap Stasiun

Berdasarkan Gambar 4. menunjukkan kedalaman tertinggi berada di dekat dasar perairan yaitu dengan kedalaman 46,600 m yang berada di stasiun 9. Berdasarkan hasil pengukuran rata-rata dari setiap stasiun konsentrasi logam berat Pb paling dominan berada di kedalaman tengah di musim kemarau. Hal ini terjadi karena disebabkan adanya berbagai aktivitas penduduk, terutama bagi petani KJA yang memanfaatkan kendaraan air seperti perahu motor. Kandungan logam berat Pb bersifat sulit terurai (*non biodegradable*) sehingga konsentrasi logam berat Pb masih melayang di kedalaman tengah dan akan berangsur mengendap ke dasar perairan. Proses pengendapannya membutuhkan waktu yang lama karena sifat logam berat Pb sedikit sulit larut dalam air akan tetapi mudah larut dalam minyak dan lemak (Palar, 2004). Kemungkinan besar ketika melakukan pengukuran konsentrasi logam berat Pb, limbah-limbah yang mengandung logam Pb dari industri baru mengapung di kedalaman tengah dan belum sampai ke dekat dasar permukaan sehingga konsentrasi logam berat Pb di kedalaman tengah lebih tinggi dibandingkan dengan kedalaman di permukaan dan dekat dasar.

### 3.2.2 Konsentrasi Logam Berat Pb di Musim Hujan setiap Stasiun

Berdasarkan Gambar 4. menunjukkan kedalaman tertinggi berada di dekat dasar perairan yaitu 37,250 m yang berada di stasiun 9. Berdasarkan hasil pengukuran rata-rata konsentrasi logam berat Pb paling dominan berada di kedalaman permukaan. Hal ini dikarenakan bagian permukaan air merupakan bagian kolom air yang paling dekat dengan lapisan udara. Sumber Pb di perairan banyak berasal dari

udara yang mengandung Pb berupa partikulat. Bagian permukaan air mendapatkan pengaruh paling besar dari limbah aktivitas antropogenik. Sumber Pb di perairan adalah debu dan atau partikulat-partikulat Pb yang ada dalam lapisan udara yang dibawa turun oleh air hujan. Secara non alamiah, Logam Pb masuk ke dalam perairan sebagai limbah dari aktivitas manusia. Persebaran konsentrasi logam berat Pb di setiap stasiun berbeda atau berfluktuasi. Hal ini dikarenakan bahwa dari dua belas stasiun pada masing-masing titik tersebut terdapat aktivitas manusia yang berbeda-beda salah satunya dari limbah industri dan domestik misal dari pertanian yang mengandung logam berat Pb yang dibuang langsung ke waduk tersebut (Palar, 2004). Logam yang terkandung dalam air tawar yang mengalir (sungai), umumnya berasal dari buangan air limbah, erosi, dan dari udara secara langsung (Darmono, 2001).

Berdasarkan **Gambar 4**, menunjukkan konsentrasi logam berat Pb tertinggi di musim kemarau berada di stasiun 1a yaitu di daerah Sungai Citarum Nanjung di kedalaman permukaan karena pada stasiun 1a konsentrasi logam berat Pb cenderung lebih besar dari stasiun lainnya, hal ini dapat dikarenakan lokasi stasiun 1a merupakan inlet dari anak-anak sungai yang masuk ke Waduk Saguling dan pusat pencemaran dari beberapa industri. Logam Pb juga berasal dari asap kendaraan bermotor yang secara alami masuk ke perairan karena adanya angin dan faktor cuaca. Konsentrasi logam berat Pb tertinggi di musim hujan berada di stasiun 3 daerah Cimerang di kedalaman dekat dasar perairan Waduk Saguling yang merupakan kegiatan KJA, industri, dan domestik. Sebaran konsentrasi logam berat Pb pada setiap stasiun dan kedalaman secara umum menunjukkan nilai yang tidak jauh berbeda antar stasiun.

Konsentrasi logam berat Pb pada dua belas stasiun di perairan Waduk Saguling tergolong rendah jika dibandingkan dengan PP. RI No. 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air kelas II, yaitu dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lainnya untuk logam berat Pb sebesar 0,03 mg/L. Berdasarkan kandungan logam Pb pada **Gambar 4**, yang melebihi standar baku mutu yaitu berada di stasiun 1a, 1b, dan 3. Hal ini dikarenakan pada kondisi eksisting di stasiun 1a merupakan daerah yang banyak terdapat industri seperti industri tekstil, industri cat, dan industri pelapisan logam. Stasiun 1a juga merupakan inlet dari anak-anak sungai dan pusat pencemaran dari Wilayah Kota Bandung, Kota Cimahi, dan kabupaten Bandung. Stasiun 1b dekat dengan jalan sehingga partikel-partikel atau asap kendaraan yang ada di udara masuk ke perairan dikarenakan terbawa oleh air hujan, selain itu aliran yang masuk ke stasiun 1b merupakan aliran yang berasal dari stasiun 1a sehingga kemungkinan besar logam berat Pb yang ada di stasiun 1b berasal dari sisa stasiun 1a. Stasiun 3 banyak terdapat kegiatan KJA, domestik serta industri tekstil yang paling mendominasi yang tentunya akan mempengaruhi kandungan logam berat Pb di Waduk Saguling.

### **3.3 Parameter Lingkungan**

Konsentrasi logam berat Pb selain dipengaruhi faktor iklim, debit dan kegiatan antropogenik juga dipengaruhi oleh kualitas air Waduk Saguling yaitu parameter lingkungan diantaranya seperti pH, *Dissolved Oxygen* (DO), *Total Dissolved Solid* (TDS), suhu, kesadahan, dan kekeruhan. Nilai pH perairan Waduk Saguling pada tiga kedalaman berkisar antara 6,88-8,16 di musim kemarau dan 6,64-8,10 di musim hujan yang masih memenuhi baku mutu kelas II PP No. 82 Tahun 2001. Nilai tersebut akan mempengaruhi konsentrasi logam berat Pb di mana semakin rendah nilai pH maka konsentrasi logam berat Pb akan semakin tinggi sehingga menyebabkan toksisitas. Suhu yang diperoleh berkisar antara 25,34-29,32°C di musim kemarau dan 25,56-29,05°C di musim hujan. Perubahan suhu dipengaruhi berbagai faktor lingkungan seperti radiasi sinar matahari, angin, kedalaman, dan musim.

Kenaikan suhu air dapat menyebabkan peningkatan kelarutan dan toksisitas logam berat karena laju penyerapan ke dalam partikel menurun (Kadir dkk., 2008).

Parameter DO juga mempengaruhi konsentrasi logam berat Pb, konsentrasi DO di Waduk Saguling berkisar antara 0,62-5,98 mg/L di musim kemarau dan 0,65-4,62 mg/L di musim hujan. Rata-rata nilai tertinggi DO berada di kedalaman permukaan sebesar 4,50 mg/L di musim kemarau dan 4 mg/L di musim hujan serta terendah di kedalaman dekat dasar sebesar 1,27 mg/L di musim kemarau dan 1,10 mg/L di musim hujan. Nilai DO cenderung memiliki rata-rata lebih rendah yaitu di bawah baku mutu kelas II yaitu 4 mg/L sehingga mengindikasikan bahwa air tersebut telah tercemar dan semakin tinggi nilai DO pada perairan, mengindikasikan air tersebut memiliki kualitas yang baik (Yuliningsih, 2013). Nilai DO ini juga dipengaruhi oleh kekeruhan, karena apabila kekeruhan tinggi akan menyebabkan proses masuknya sinar matahari terhambat maka terhambat pula proses fotosintesis (Rezki dkk., 2013). Tanaman eceng gondok di Waduk Saguling juga dapat menyebabkan terjadinya penurunan nilai oksigen terlarut di waduk tersebut. Hal ini disebabkan keberadaan tanaman eceng gondok dapat menurunkan intensitas cahaya yang masuk dalam perairan, sehingga menyebabkan menurunnya nilai DO. Semakin rendah nilai DO di perairan Waduk Saguling maka terdapat logam berat dengan konsentrasi tinggi (Effendi, 2003).

Konsentrasi logam berat Pb juga dipengaruhi oleh kekeruhan, yang berkisar antara 9,46-196,83 NTU di musim kemarau dan 3,31-142,33 NTU di musim hujan. Kekeruhan tertinggi didapatkan pada badan air dekat dasar perairan sedangkan nilai kekeruhan terendah pada badan air di permukaan. Berdasarkan data sekunder menunjukkan bahwa dengan semakin bertambahnya kedalaman, nilai kekeruhan semakin tinggi. Musim hujan nilai kekeruhan cenderung meningkat karena peningkatan turbulensi akibat perubahan kecepatan sehingga partikel-partikel dalam perairan akan terangkat (Hutagalung, 1988). Kekeruhan akan mempengaruhi proses adsorpsi logam berat terlarut karena kekeruhan lebih banyak disebabkan oleh bahan tersuspensi berupa koloid dan partikel halus. Logam berat yang diadsorpsi oleh partikel tersuspensi akan menuju dasar perairan, sehingga menyebabkan konsentrasi logam berat di perairan menjadi lebih rendah (Rachmadianti, 2013).

Nilai kesadahan di air Waduk Saguling di musim kemarau lebih rendah daripada musim hujan, di mana musim kemarau rata-rata berkisar 27,67-66,37 mg/L dan di musim hujan rata-rata berkisar 33,29-125,50 mg/L. Kemungkinan hal ini terjadi disebabkan pengaruh dari debit yang masuk ke waduk. Menurut Dian (2017) kesadahan di musim hujan lebih kecil dari musim kemarau karena kandungan mineral seperti ion Ca dan Mg dalam bentuk garam karbonat di musim kemarau lebih banyak sehingga menyebabkan air menjadi sadah. Akan tetapi air hujan sebenarnya tidak memiliki kemampuan untuk melarutkan ion-ion penyusun kesadahan, sehingga musim tidak terlalu berpengaruh terhadap kesadahan. Kesadahan yang tinggi dapat menghambat sifat toksik dari logam karena ion penyusun kesadahan membentuk senyawa kompleks dengan logam tersebut (Effendi, 2003). Nilai TDS berpengaruh terhadap konsentrasi logam berat Pb, pada musim hujan konsentrasi TDS berkisar antara 115,50-343,11 mg/L lebih tinggi daripada musim kemarau dengan rata-rata berkisar 101,50-255,41 mg/L. Hal ini terjadi karena kecepatan arus semakin bertambah sehingga materi organik dan koloid yang berupa senyawa-senyawa kimia terlarut dalam air cenderung meningkat (Effendi, 2003). Nilai TDS jika dibandingkan dengan standar baku mutu kelas II PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air masih tergolong baik.

Distribusi Pb yang berubah naik turun disebabkan oleh berbagai proses fisis air. Proses fisis yang sangat berpengaruh dalam hal ini adalah kecepatan arus dan kedalaman perairan. Perairan yang dangkal, proses resuspensi sedimen lebih tinggi, sehingga diduga logam berat yang ada dalam sedimen

terlepas kembali ke kolom perairan (Maslukah, 2013). Sumber utama logam berat Pb berasal dari sungai ataupun dari udara yang mengandung partikulat Pb berupa debu yang terencerkan oleh air hujan (Prartono dan Nurjaya, 2016). Menurut Maslukah (2006) menyatakan bahwa proses masuknya logam Pb di perairan selanjutnya mengalami proses adsorpsi yang diikuti dengan proses flokulasi dan desorpsi. Adanya proses adsorpsi oleh partikel menyebabkan terjadinya pengendapan materi pada sedimen dan membuat konsentrasi di dekat dasar kolom air menjadi tinggi kembali.

Parameter-parameter tersebut memiliki korelasi antara satu sama lain, serta korelasi terhadap parameter lingkungan dengan konsentrasi logam Pb. Hal tersebut diperkuat dengan hasil analisis korelasi pearson. Berikut **Tabel 3.** menyajikan korelasi pearson parameter lingkungan terhadap konsentrasi logam berat Pb.

**Tabel 3. Hasil Korelasi Pearson Parameter Lingkungan terhadap Konsentrasi Logam Pb ( $\alpha=0,05$ )**

Parameter	Musim Kemarau		Musim Hujan	
	Korelasi	P-Value	Korelasi	P-Value
pH	-0,335	0,287	0,454	0,138
DO	-0,363	0,246	-0,056	0,863
TDS	0,285	0,369	0,750	0,005
Suhu	-0,648	0,023	0,302	0,341
Kesadahan	0,156	0,629	0,557	0,060
Kekeruhan	0,844	0,001	0,279	0,380

*Sumber : Hasil Analisis, 2018*

Berdasarkan **Tabel 3.** menunjukkan adanya korelasi antara parameter lingkungan dengan konsentrasi logam Pb. Parameter kekeruhan di musim kemarau dan TDS di musim hujan memiliki korelasi yang sangat kuat terhadap konsentrasi Pb karena memiliki nilai r yang paling tinggi terhadap konsentrasi logam Pb. Nilai r pada masing-masing musim adalah 0,844 dan 0,750. Korelasi yang dihasilkan berupa koefisien positif berarti searah atau berkorelasi positif. Hal ini dapat dilihat dari tabel uji korelasi person yang menunjukkan hubungan antara dua variabel. Nilai ini juga dilihat dari P-value yang menunjukkan  $< 0,05$  artinya terdapat pengaruh yang signifikan antara variabel independen sebagai parameter yang mempengaruhi terhadap variabel dependen sebagai variabel yang dipengaruhi. Parameter suhu di musim kemarau juga memiliki p-value  $< 0,05$  artinya terdapat pengaruh signifikan dan berkorelasi negatif terhadap konsentrasi Pb. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai kekeruhan di musim kemarau dan TDS di musim hujan, semakin tinggi pula nilai Pb. Begitu juga dengan suhu, semakin tinggi suhu semakin rendah nilai Pb.

#### **4. KESIMPULAN**

Konsentrasi logam berat Pb di air Waduk Saguling tergolong rendah karena sebagian masih berada dalam baku mutu yang sudah ditetapkan pada PP. RI No. 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air kelas II, yaitu air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut untuk logam berat Pb sebesar 0,03 mg/L. Konsentrasi logam berat Pb di musim kemarau dan hujan selama 2008-2017 tersebut berfluktuasi seiring dengan bertambahnya kedalaman yang terbagi menjadi tiga kedalaman yaitu kedalaman permukaan, tengah, dan dekat dasar. Rata-rata konsentrasi logam berat Pb tahun 2008-2017 musim kemarau lebih tinggi daripada musim hujan. Faktor yang

berpengaruh terhadap kehadiran logam berat Pb pada air Waduk Saguling adalah kedalaman, musim, arah angin, kecepatan arus dan parameter lingkungan yaitu DO, pH, suhu, TDS, kesadahan, dan kekeruhan. Berdasarkan hasil PCA faktor yang berpengaruh signifikan terhadap konsentrasi Pb di air Waduk Saguling musim kemarau adalah kekeruhan dan suhu sedangkan musim hujan yaitu TDS.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amien, H. (2007). Kajian Kandungan logam berat timbal (Pb) dan seng (Zn) pada air, sedimen, dan makrozoobentos di perairan Waduk Cirata, Provinsi Jawa Barat.
- [2] Darmono. (1995) Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup. Jakarta : Penerbit Universitas Indonesia.
- [3] Dian, Annisa. A. (2017). Variasi Harian Bikarbonat ( $\text{HCO}_3$ ) yang Terlarut dalam Air pada Mata Air KARst di Kecamatan Ponjong, Kabupaten Gunungkidul.
- [4] Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Provinsi Jawa Barat.
- [5] Effendi, Hefni. (2003). Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Penerbit Kanisius, Jakarta.
- [6] Hutagalung, H. P. (1988). Pengaruh Suhu Air Terhadap Kehidupan Organisme Laut. *Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Laut Pusat dan Pengembangan Oseanografi. LIPI. Jakarta.*
- [7] Kadir, H., Samawi, F., dan Haris, A. (2008). Biokonsentrasi Logam Berat Pb Pada Karang Lunak *Sinularia Polydactyla* Di Perairan Pulau Laelae, Pulau Bonebatang Dan Pulau Badi.
- [8] Maslukah, L. (2006). *Konsentrasi logam berat Pb, Cd, Cu, Zn dan pola sebarannya di muara banjir kanal barat, Semarang.* Tesis. Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. 80hlm.
- [9] Maslukah, L. (2013). Hubungan antara konsentrasi logam berat Pb, Cd, Cu, Zn dengan bahan organik dan ukuran butir dalam sedimen di Estuari Banjir Kanal Barat, Semarang. *Buletin Oseanografi Marina*, 2(3), 55-62.
- [10] Palar, H., (2004). Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Penerbit Rineka Cipta : Jakarta
- [11] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- [12] Prartono, T., dan Nurjaya, I. W. (2016). *Distribution and Behaviour of Dissolved and Particulate Pb and Zn in Jeneberang Estuary, Makassar.* Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis, 8(1).
- [13] Rachmadiani, M. M. (2013). Analisis Kandungan Logam Berat Seng (Zn) dan Tembaga (Cu) pada Ikan Nila dan Perairan Waduk Cirata Purwakarta, Jawa Barat.
- [14] Rezki, C. T., Subardjo, P., dan Wulandari, S. Y. (2013). Studi Sebaran Logam Berat Pb (Timbal) pada Sedimen Dasar Perairan Pantai Slamaran kota Pekalongan. *Journal of Oceanography*, 2(1), 9-17.
- [15] Sari, S. H. J., Kirana, J. F. A., dan Guntur, G. (2017). Analisis Kandungan Logam Berat Hg dan Cu Terlarut di Perairan Pesisir Wonorejo, Pantai Timur Surabaya. *Jurnal Pendidikan Geografi: Kajian, Teori, dan Praktek dalam Bidang Pendidikan dan Ilmu Geografi*, 22(1).
- [16] Sayekti, R. W., Yuliani, E., Bisri, M., Juwono, P. T., Prasetyorini, L., Sonia, F., dan Putri, A. P. (2015). Studi Evaluasi Kualitas Dan Status Trofik Air Waduk Selorejo Akibat Erupsi Gunung Kelud Untuk Budidaya Perikanan. *Jurnal Teknik Pengairan*, 6(1), 133-145.
- [17] Setianingsih, A. I. (2010). *Heavy Metal Adsorption by Suspended Solid in Muara Gembong, Bekasi.*

- [18] Sudarso, Y., Wardiatno, Y., dan Sualia, I. (2008). Pengaruh kontaminasi logam berat di sedimen terhadap komunitas bentik makrovertebrata: Studi kasus di Waduk Saguling-Jawa Barat. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, 15(1), 49-59.
- [19] Wangsaatmaja, S. (2004). Perubahan Tata Guna Lahan terhadap Rezim Aliran Air dan Sanitasi Lingkungan (*Land Use Change Impacts on Surface Water Regime and Environmental Sanitation : Case Analyses of the Upper Citarum Watershed*). PhD thesis Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- [20] Yudo, S. (2011). Kondisi pencemaran logam berat di perairan sungai DKI Jakarta. *Jurnal Air Indonesia*, 2(1).
- [21] Yuliningsih, E. H. (2013). Sebaran Logam Berat Hg, Pb dan Cd pada Air di Waduk Saguling Kabupaten Bandung Jawa Barat.