

# Peringatan Dini Keberadaan Arsen (As) pada Air dan Sedimen di Hilir Sungai Tukad Badung, Bali

Alfi Hermawati Waskita Sari <sup>a\*</sup>, I Wayan Darya Kartika <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana, Jl. Raya Kampus Unud, Jimbaran, Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali-Indonesia

\* Penulis koresponden. Tel.: +62-361-702-802  
Alamat e-mail: [alfihermawati@unud.ac.id](mailto:alfihermawati@unud.ac.id)

Diterima (received) 16 Juli 2022; disetujui (accepted) 19 November 2022; tersedia secara online (available online) 1 Desember 2022

---

## Abstract

Tukad Badung is a large river in Bali that crosses Denpasar City which is densely populated and has a variety of activities: household activities, agriculture, animal husbandry, hotels, hospitals and industry. These various activities result in the entry of various heavy metals into the river water, including Arsenic (As), which eventually settles in the sediment. Arsenic has high toxicity and is included in Endocrine Disrupting Chemicals (EDCs). Information related to the presence of Arsenic in waters and sediment is very necessary to prevent its negative impact on ecosystems and human health. This research method is descriptive. Arsenic was 0.769 mg/L at point I, was not detected at points II and III, while at point IV Arsenic was measured at 0.081 mg/L. Arsenic (As) at point I and IV exceeded the threshold set based on PP number 82 of 2001 concerning Water Quality Management and Water Pollution Control, because it measured > 0.05 mg/L. The content of Arsenic (As) in downstream river sediment Tukad Badung, taken at point IV, measured 22.895 mg/kg; this value has also exceeded the threshold.

**Keywords:** *Arsenic (As); waters; sediment; Tukad Badung*

## Abstrak

Tukad Badung adalah sungai besar di Bali yang melintasi kota Denpasar yang padat penduduk dengan beragam kegiatan manusia: kegiatan rumah tangga, pertanian, peternakan, perhotelan, rumah sakit maupun industri. Berbagai kegiatan tersebut memungkinkan masuknya beragam logam berat tidak terkecuali Arsen (As) ke dalam perairan sungai yang mengendap pada sedimen. Arsen merupakan memiliki toksisitas tinggi dan termasuk ke dalam Endocrine Disrupting Chemicals (EDCs). Informasi terkait keberadaan kandungan Arsen di perairan maupun sedimen sangat diperlukan untuk mencegah dampak buruknya terhadap ekosistem dan kesehatan manusia. Metode penelitian ini adalah deskriptif. Arsen pada titik I sebesar 0,769 mg/L, titik II dan III diperoleh hasil tidak terdeteksi, sedangkan pada titik IV, arsen terukur sebesar 0,081 mg/L. Logam berat arsen pada titik I dan IV telah melebihi ambang batas yang ditetapkan berdasarkan PP nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengolahan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, karna terukur > 0,05 mg/L. Kandungan arsen pada sedimen di Hilir Tukad Badung yang diambil pada titik IV terukur sebesar 22,895 mg/kg, nilai tersebut juga telah melebihi ambang batas.

**Kata Kunci:** *Arsen (As); perairan; sedimen; Tukad Badung*

---

## 1. Pendahuluan

Arsen (As) merupakan logam berat yang keberadaannya banyak ditemukan di alam dengan dalam jumlah relatif kecil akan tetapi memiliki toksisitas yang sangat tinggi (Bunce, 1994). Peningkatan kegiatan manusia yang semakin meningkat dari tahun ke tahun memungkinkan

semakin meningkatnya keberadaan logam berat As pada perairan maupun yang mengendap di sedimen. As banyak digunakan dalam beragam bidang industri dan rumah sakit (Sukar, 2003). Selain itu, As juga digunakan sebagai campuran dalam insektisida, konduktor listrik, pembasmi gulma, bahan pengawet kayu (Darmono, 1995). Logam berat arsen termasuk dalam limbah B3

(Bahan Berbahaya Beracun) berdasarkan sifat toksisitasnya.

Kejadian besar terkait kontaminasi logam berat arsen pernah terjadi di Bangladesh yang mana berdampak buruk terhadap kesehatan manusia antara lain masalah pencernaan, melanososis serta kanker kulit (Istaranie dan Pandebesie, 2014). Selain itu, arsen juga dilaporkan termasuk ke dalam Endocrine Disrupting Chemical (EDC) yang dapat menyebabkan gangguan pada sistem hormonal (Kumari et al., 2016). Hasil penelitian telah menunjukkan bahwa As diketahui dapat menyebabkan gangguan endokrin pada ikan yakni perlakuan arsen dosis rendah menyebabkan adanya hambatan spermatogenesis dengan penekanan enzim steroidogenik, sementara pada paparan As dosis tinggi menginduksi apoptosis sel germinal yang dimediasi stres oksidatif pada *Anguilla japonica* (Celino et al., 2009).

Belum banyak penelitian terkait kandungan As pada perairan Sungai di Indonesia, namun beberapa penelitian telah menunjukkan hasil kandungan As yang cukup tinggi di Perairan Sungai seperti halnya pada Sungai di Kelurahan Tallo, Makassar (Sukma dkk., 2020) terlebih pada sungai yang berlokasi yang dekat dengan aktifitas pertambangan (Kitong dkk., 2012). Sebagai upaya pencegahan diperlukan informasi dini terkait kandungan As dalam air maupun sedimen di hilir Sungai Tukad Badung, Bali, agar dampak buruk bagi ekosistem perairan terlebih terhadap kesehatan manusia dapat dicegah dan diminimalisir.

**2. Metode Penelitian**

*2.1 Waktu dan lokasi penelitian*

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni 2021. Pengambilan sampel air dan sedimen pada penelitian ini dilakukan dengan metode purposive sampling yang dilakukan di Hilir Sungai Tukad Badung, Bali, tepatnya di sepanjang sungai yang berlokasi di Jalan Taman Pancing. Pengambilan sampel air dilakukan pada titik I, titik II, titik III dan titik IV. Sedangkan pengambilan sampel sedimen dilakukan pada Titik IV. Titik koodinat lokasi pengambilan sampel masing-masing secara rinci disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1

Titik pengambilan sampel sedimen.

Titik Sampling	Koordinat Lintang	Koordinat Bujur
Titik I	-8.69385447	115.19635700
Titik II	-8.70103536	115.19438960
Titik III	-8.70756291	115.19180328
Titik IV	-8.71989917	115.18732030

Keseluruhan titik koordinat pengambilan sampel pada penelitian secara jelas dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Lokasi Pengambilan Sampel di Hilir Sungai Tukad Badung, Bali

*2.2 Alat dan bahan penelitian*

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah GPS (Global Positioning System) yang berfungsi untuk menentukan koordinat titik pengambilan sampel, ekman grab untuk mengambil sampel sedimen, botol sampel untuk menyimpan sampel air, kantong plastik besar dan coolbox sebagai alat penyimpanan sampel, alat tulis dan kertas label untuk mencatat dan menandai sampel. Serta alat pengukur parameter kualitas air, yakni DO meter, termometer air dan pH meter. Sedangkan bahan penelitian antara lain Aquadest, HNO<sub>3</sub>, sampel air dan sedimen.

*2.3 Analisis kualitas air, logam berat Arsen (As) pada air dan sedimen*

Analisis kualitas air dilakukan secara in situ, sedangkan analisis logam berat pada air dan sedimen dilakukan di Laboratorium Analitik Universitas Udayana. Sampel sedimen diambil, lalu dibawa ke laboratorium untuk analisa logam berat dengan menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom atau Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). Hasil penelitian dianalisis secara deskriptif

yakni menjelaskan nilai kandungan As yang terukur pada sampel air dibandingkan dengan PP nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Sedangkan nilai kandungan sedimen dibandingkan dengan standar SEPA (Swedish Environmental Protection Agency) (2000) dan CEQGs (2002).

### 3. Hasil

Berdasarkan hasil analisis logam berat Arsen (As) pada sampel air didapatkan hasil sesuai Tabel 2.

Tabel 2

Hasil Uji Arsen (As) pada Air di Sungai Tukad Badung, Bali.

Lokasi Pengambilan Sampel	Hasil Analisa Kandungan Arsen pada Air (mg/L)
Titik I	0,769
Titik II	Tidak Terdeteksi
Titik III	Tidak Terdeteksi
Titik IV	0,081
Ambang batas maksimum (PP No. 82/2001)	0,05

Arsen pada titik terukur sebesar 0,769 mg/L, sedangkan di titik II dan III diperoleh hasil tidak terdeteksi yang dapat diartikan meskipun terdapat kandungan logam berat dimungkinkan kandungannya sangat kecil dibawah batas 0,001mg/l sehingga tidak terdeteksi oleh alat ukur. Sedangkan pada titik IV arsen terukur sebesar 0,081 mg/L. Hasil pengukuran arsen yang diambil pada sedimen di titik IV terukur sebesar 22,895 mg/kg. Hasil pengukuran kualitas air pada sampel didapatkan hasil sesuai Tabel 3.

Tabel 3

Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Air di Sungai Tukad Badung, Bali

No	Lokasi Pengambilan Sampel Air	Hasil Pengukuran Kualitas Air		
		Suhu (°C)	pH	DO (mg/L)
1	Titik I	29,5	6,9	4,6
2	Titik II	29,8	6,6	4,0
3	Titik III	29,8	6,7	3,8
4	Titik IV	29,1	6,6	3,0

Hasil pengukuran kualitas air yang pada empat titik pengambilan sampel air di Sungai Tukad Badung meliputi parameter suhu yang terukur

berkisar antara 29,1 - 29,8 0C, derajat keasaman (pH) sebesar 6,5-6,9. Oksigen terlarut (DO) terukur 4,6-3,0 mg/L semakin mendekati muara memiliki nilai yang semakin rendah, dengan nilai terendah ada di titik IV yakni 3,0 mg/L.

### 4. Pembahasan

Analisis kandungan Arsen (As) yang diambil pada empat titik di Sungai Tukad Badung, khususnya pada bagian hilir sungai dan semakin mendekati muara pada titik IV. Meskipun pada titik II dan III didapatkan hasil tidak terdeteksi oleh alat ukur, pada titik I dan titik IV terukur kandungan arsen yakni masing-masing sebesar 0,769 mg/L dan 0,081 mg/L. Kandungan As yang terukur pada kedua titik tersebut telah melebihi 0,05 mg/l sehingga tidak memenuhi syarat karena melewati ambang batas yang ditetapkan berdasarkan PP nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, terkait standar batas aman untuk As sebesar 0,05 mg/L.

Hal ini tentunya menjadi peringatan dini terkait kondisi lingkungan perairan dengan hadirnya As di perairan sungai Tukad Badung, Bali yang telah melebihi nilai ambang batas yang dipersyaratkan. Untuk itu, diperlukan kewaspadaan mengingat kontaminasi As pada manusia juga dapat terjadi oleh karena pemanfaatan air tanah oleh manusia dalam segala kebutuhannya (Smedley dan Kinniburgh, 2002), terutama kekhawatiran terkait resapan air yang mengandung As dari perairan sungai yang dapat meresap masuk ke dalam sumur penduduk. Seperti halnya kejadian besar yang pernah terjadi di Bangladesh dimana kontaminasi As yang berasal dari aliran sungai yang mengalir dari pusat kota dapat meresap ke dalam air tanah hingga masuk ke dalam sumur penduduk setempat (Paul, 2004).

Meskipun pada lokasi pengambilan sampel tidak ditemukan aktivitas pertambangan, kandungan arsen yang terukur pada titik I dan IV mungkin dikarenakan adanya beberapa aktivitas antropogenik lainnya terkait penggunaan As dalam penduduk. Selain kegiatan pertambangan, kegiatan lain yang dapat berpotensi menyebabkan keberadaan As dalam perairan sungai meliputi kegiatan peternakan dan pertanian terutama penggunaan pestisida antara lain insektisida, herbisida (Budiyanto, 2011), rodentisida, fungisida (Sofarini dkk., 2010). Selain itu hadirnya As juga

dapat berasal dari penggunaan pupuk dalam aktivitas pertanian. As banyak ditemukan terdapat dalam pupuk kandang, N, P maupun kompos (Purbalisa dkk., 2018). As juga banyak digunakan sebagai pelindung atau pengawet kayu serta dimanfaatkan dalam industri keramik dan gelas (Sukar, 2003). Berbagai aktivitas terkait penggunaan As tersebut tentunya berpotensi terhadap adanya keberadaan logam berat arsen yang terbuang ke lingkungan perairan.

Hasil pengukuran As pada sampel sedimen didapatkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan yang didapatkan pada sampel air di Sungai Tukad Badung, yakni sebesar 22,895 mg/kg. Kandungan As pada sedimen tersebut sudah melebihi ambang batas yang ditetapkan SEPA (Swedish Environmental Protection Agency) (2000) yang mempersyaratkan batas aman kandungan As dalam sedimen <10 mg/kg (Susantoro dkk., 2105). Kandungan As dalam sedimen secara alami nilainya dibawah 10 mg/kg (Sukar, 2003). Demikian halnya berdasarkan CEQGs (2002) apabila logam berat arsen yang terkandung dalam sedimen di perairan tawar masih berada di bawah nilai yang ISQGs (Interim sediment quality guidelines) sebesar 5,9 mg/kg diharapkan tidak terjadi pengaruh yang dapat berdampak buruk terhadap biologis organisme perairan yang hidup dalam ekosistem perairan tersebut.

Konsentrasi arsen dalam sedimen di perairan sungai umumnya didapatkan dua kali lebih tinggi diakibatkan dari akumulasi berbagai kegiatan masyarakat yang limbahnya masuk ke dalam perairan sungai yang kemudian dapat mengendap di sedimen (Patel et al., 2005). As yang terdapat pada lingkungan memiliki potensi peningkatan sebagai akibat aktivitas antropogenik. Hal tersebut dapat dikarenakan, karakteristik As yang memiliki kemampuan larut dan terbawa air. Di perairan, As ditemukan dalam bentuk senyawa dengan satu atau lebih elemen lainnya (Budiyanto, 2011). As juga memiliki kemampuan berpindah menuju air ataupun tanah yang berpindah terbawa hujan, debu maupun awan. Beberapa senyawa As tidak memiliki kemampuan untuk terlarut dalam air yang akhirnya dapat mengendap pada sedimen (Widowati dkk., 2008).

Mobilitas dan kemampuan penyerapan logam berat arsen oleh sedimen tergantung pada bentuk arsennya. As terlarut dalam air dalam bentuk organik (methylarsenic acid, dimethylarsenic acid) dalam jumlah yang lebih kecil sedangkan dalam

bentuk anorganik yakni arsenit dan arsenat, dengan arsenat yang mendominasi (Kumari et al., 2016). Arsen anorganik diduga memiliki toksisitas lebih tinggi daripada bentuk arsen organik (Duker et al., 2005; Darmono, 2009). Di perairan, pada kondisi tekanan oksidasi As membentuk pentavalen arsenat (As 5+), sedangkan saat tereduksi membentuk trivalent arsenit (As 3+) (Istaranie dan Pandebesie, 2014). Arsenit dilaporkan memiliki toksisitas lebih tinggi dibanding arsenat (Budiyanto, 2011).

Arsen pada badan air dan sedimen dapat masuk ke dalam tubuh makhluk hidup, sebab sifat logam berat memiliki kemampuan terakumulasi dalam tubuh organisme perairan, seperti halnya pada ikan (Kumari et al., 2016). Dikhawatirkan apabila manusia terus menerus mengkonsumsi biota perairan yang mengandung arsen akan memberikan dampak berbahaya bagi kesehatan, terlebih di sepanjang Hilir Sungai Tukad Badung, terutama di Jalan Taman Pancing banyak terdapat aktivitas memancing yang dilakukan oleh masyarakat. Hal ini dikarenakan As merupakan logam berat non esensial, memiliki efek racun berbahaya dan tidak diperlukan dalam metabolisme tubuh. Di dalam tubuh, As akan terkonversi dari bentuk yang berpotensi racun menjadi bentuk yang kurang beracun serta diikuti mekanisme akumulasi atau ekskresi dalam sel (Roy dan Saha, 2002).

Parameter kualitas air yang terukur saat penelitian meliputi parameter suhu yang berkisar 29,1-29,80C, Derajat keasaman (pH) 6,6-6,9 dan Oksigen terlarut (DO) 3,0 – 4,6 mg/L. Keseluruhan nilai tersebut masih sesuai dengan kriteria mutu air kelas III dalam PP RI No. 82 tahun 2001 terkait standar nilai yang digunakan untuk kegiatan pembudidayaan ikan, air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lainnya. Suhu perairan yang tinggi dapat menyebabkan peningkatan toksisitas logam berat dalam perairan (Wardhana, 2004). Sebaliknya, derajat keasaman (pH) yang rendah menyebabkan toksisitas logam berat semakin meningkat karena kelarutan logam berat dalam perairan akan menjadi lebih tinggi (Palar, 2004).

## 5. Simpulan

Kandungan Arsen pada sampel air di hilir Tukad Badung pada titik I sebesar 0,769 mg/L dan IV

sebesar 0,081 mg/L telah melebihi ambang batas yang ditetapkan PP nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Selanjutnya, kandungan Arsen yang terdapat pada sedimen yang diambil di titik IV hilir Sungai Tukad Badung sebesar 22,895 mg/kg telah melebihi ambang batas yang ditetapkan SEPA (Swedish Environmental Protection Agency) (2000) dan CEQGs (2002).

## 6. Saran

Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai keberadaan arsen pada air dan sedimen di Muara Sungai Tukad Badung serta kandungan arsen pada organisme perairan, terutama pada ikan dan bivalvia khususnya di Perairan Sungai Tukad Badung, Bali.

## Daftar Pustaka

- Budiyanto, F. (2011). Arsenik dan Senyawa Arsenik: Sumber, Toksisitas dan Sifat di Alam. *Oseana*, **36**(4), 23-30.
- Bunce, N. (1994). *Environmental Chemistry*. Canada, USA: Wuerz Publishing Ltd
- CEQGs. (2002). *Summary of Existing Canadian Environmental Quality Guidelines*. Canada, USA: Canadian Environmental Quality Guidelines.
- Darmono. (1995). *Logam dalam system biologi makhluk hidup*. Jakarta, Indonesia: UI -Press.
- Darmono. (2009). *Farmasi forensik dan toksikologi*. Jakarta, Indonesia: UI-Press.
- Duker, A. A., Carranza, E., & Hale, M. (2005). Arsenic geochemistry and health. *Environment international*, **31**(5), 631-641.
- Celino, F. T., Yamaguchi, S., Miura, C., & Miura, T. (2009). Arsenic inhibits in vitro spermatogenesis and induces germ cell apoptosis in Japanese eel (*Anguilla japonica*). *Reproduction*, **138**(2), 279-287.
- Istarani, F. F., & Pandebesie, E. S. (2014). Studi dampak arsen (As) dan kadmium (Cd) terhadap penurunan kualitas lingkungan. *Jurnal Teknik ITS*, **3**(1), D53-D58.
- Kitong, M. T., Abidjulu, J., & Koleangan, H. S. (2012). Analisis merkuri (Hg) dan arsen (As) di sedimen sungai Ranoyapo kecamatan Amurang Sulawesi Utara. *Jurnal MIPA*, **1**(1), 16-19.
- Kumari, B., Kumar, V., Sinha, A. K., Ahsan, J., Ghosh, A. K., Wang, H., & DeBoeck, G. (2016). Toxicology of arsenic in fish and aquatic systems. *Environmental chemistry letters*, **15**(1), 43-64.
- Palar, H. (2004). *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta, Indonesia: Rineka Cipta.
- Patel, K. S., Shrivastava, K., Brandt, R., Jakubowski, N., Corns, W., & Hoffmann, P. (2005). Arsenic contamination in water, soil, sediment and rice of central India. *Environmental Geochemistry and health*, **27**(2), 131-145.
- Paul, B. K. (2004). Arsenic contamination awareness among the rural residents in Bangladesh. *Social Science & Medicine*, **59**(8), 1741-1755.
- Republik Indonesia. (2001). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2001 Nomor 153. Jakarta, Indonesia: Sekretariat Negara Republik Indonesia.
- Purbalisa, W., Hidayah, A., & Sukarjo, S. (2018). Baku Mutu Arsen Pada Tanah Inceptisol Grobogan Dengan Tanaman Indikator Padi. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, **5**(1), 621-627.
- Roy, P., & Saha, A. (2002). Metabolism and toxicity of arsenic: A human carcinogen. *Current science*, **81**(1), 38-45.
- Smedley, P. L., & Kinniburgh, D. G. (2002). A review of the source, behaviour and distribution of arsenic in natural waters. *Applied geochemistry*, **17**(5), 517-568.
- Sofarini, D., Rahman, A., & Ridwan, I. (2010). Studi analisis pengujian logam berat pada badan air, biota dan sedimen di perairan Muara Das Barito. *Bumi Lestari Journal of Environment*, **10**(1), 28-37.
- Sukar. (2003). Sumber dan Terjadinya Arsen di Lingkungan. *Jurnal Ekologi Kesehatan*, **2**(2), 232-238.
- Sukma, R. M., Gafur, A., & Abbas, H. H. (2020). Biokonsentrasi Logam Berat Timbal, Arsen pada Air dan Ikan Sungai Tallo Kota Makassar. *Window of Public Health Journal*, **1**(4), 404-416.
- Susantoro, T. M., Sunarjanto, D., & Andayani, A. (2015). Distribusi logam berat pada sedimen di Perairan Muara dan Laut Propinsi Jambi. *Jurnal Kelautan Nasional*, **10**(1), 1-11.
- Wardhana, A. W. (2004). *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta, Indonesia: CV Andi.
- Widowati, W., Sastiono, S., & Jusuf, R. (2008). *Efek Toksik Logam: Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran*. Yogyakarta, Indonesia: Andi Offset.

© 2022 by the authors; licensee Udayana University, Indonesia. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>).