

Konsentrasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) di Perairan Pelabuhan Benoa Denpasar

Doni Samuel Barus ^{a*}, Pande Gde Sasmita Julyantoro^a, Ni Putu Putri Wijayanti ^a

^a Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana, Bukit Jimbaran, Badung, Bali-Indonesia

* Penulis koresponden. Tel.: +62-821-6096-3197
Alamat e-mail: donibarus29@gmail.com

Diterima (received) 25 Agustus 2023; disetujui (accepted) 28 Agustus 2023; tersedia secara online (available online) 10 Februari 2024

Abstract

Benoa Port is one of the public ports as well as a special export fishing port. The existence of transportation activities at Benoa Port is indicated to have an indirect pollution impact on the waters, so that research related to the heavy metal content of lead (Pb) and cadmium (Cd) in water and water quality conditions in the waters of Benoa Port Denpasar is important to do. Water sampling was carried out at Benoa Port, then the samples were analyzed at the Analytical Laboratory of Udayana University from June-July 2023. The tested water samples were taken from 3 points with 3 repetitions at each point. Point 1 is at the port entrance, point 2 is at the port of the fishing town and point 3 is at RTH Taman Segara. Data from the study was obtained that the highest Pb value was at point 2, which was 0.1 mg/L and the Cd value was 0.054 mg/L. At point 3 the Pb value is 0.025 mg/L and the Cd value is 0.018 mg/L, and the lowest is found at point 1 with a Pb value of 0.02 mg/L and a Cd value of 0.016 mg/L. Water quality parameters measured include temperature, pH, Dissolved Oxygen (DO), and Total Dissolved Solids (TDS). The highest temperature value is found at point 2 of 29.8°C while the lowest temperature value is found at point 1 with a value of 28.6°C.

Keywords: *Water quality; heavy metal; port*

Abstrak

Pelabuhan Benoa merupakan salah satu pelabuhan umum sekaligus juga sebagai pelabuhan perikanan khusus ekspor. Adanya aktivitas transportasi di Pelabuhan Benoa diindikasikan memiliki dampak pencemaran secara tidak langsung terhadap perairan, sehingga penelitian terkait kandungan logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada air dan kondisi kualitas air di Perairan Pelabuhan Benoa Denpasar penting untuk dilakukan. Pengambilan sampel air dilakukan di Pelabuhan Benoa, kemudian sampel tersebut di analisis di Laboratorium Analitik Universitas Udayana dari bulan Juni-Juli 2023. Sampel air yang diuji diambil dari 3 titik dengan 3 pengulangan pada setiap titik. Titik 1 berada pada pintu masuk pelabuhan, titik 2 berada pada pelabuhan bandar nelayan dan titik 3 berada pada RTH Taman Segara. Dari data hasil penelitian diperoleh bahwa nilai Pb tertinggi berada pada titik 2 yaitu sebesar 0,1 mg/L dan nilai Cd sebesar 0,054 mg/L. Pada titik 3 nilai Pb sebesar 0,025 mg/L dan nilai Cd sebesar 0,018 mg/L, dan yang terendah terdapat pada titik 1 dengan nilai Pb sebesar 0,02 mg/L dan nilai Cd sebesar 0,016 mg/L. Parameter kualitas air yang diukur meliputi suhu, pH, *Dissolved Oxygen* (DO), dan *Total Dissolved Solids* (TDS). Nilai suhu tertinggi terdapat pada titik 2 sebesar 29,8°C sedangkan nilai suhu terendah terdapat pada titik 1 dengan nilai 28,6°C.

Kata Kunci: *Kualitas air, logam berat, pelabuhan*

1. Pendahuluan

Pencemaran di perairan pelabuhan tidak hanya menurunkan kualitas dan produktivitas perairan pelabuhan tersebut, tetapi juga akan

mempengaruhi perairan sekitarnya sehingga perairan tersebut tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya (Anggraini et al., 2016). Logam berat juga masuk ke perairan karena tingginya aktivitas lalu lintas kapal yang

menghasilkan limbah bahan bakar mengandung logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) (Permanawati et al., 2013).

Logam berat di perairan pada awalnya berada dalam konsentrasi kecil, namun apabila limbah yang masuk ke perairan semakin banyak maka secara perlahan-lahan logam berat tersebut akan mengakibatkan pencemaran terhadap lingkungan laut (Nugroho et al., 2014). Salah satu pelabuhan perikanan di Provinsi Bali yang terindikasi tercemar ada di Teluk Benoa. Hasil penelitian Mardani et al. (2018) menunjukkan bahwa perairan di Teluk Benoa memiliki nilai kandungan logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) berada di atas nilai ambang batas yang telah ditetapkan oleh pemerintah. Keberadaan logam berat di perairan Pelabuhan Benoa diduga berasal dari luar lingkungan pelabuhan maupun dalam pelabuhan sendiri. Tingginya kandungan logam berat tersebut akan mengakibatkan biota air seperti ikan, udang dan kerang memiliki resiko terpapar logam berat (Singh et al., 2013).

Teluk Benoa merupakan salah satu perairan yang memiliki fungsi penting bagi kehidupan masyarakat setempat seperti dimanfaatkan sebagai daerah penangkapan ikan oleh nelayan. Teluk Benoa merupakan perairan semi tertutup dan dangkal dimana pengaruh dari daratan lebih besar dari pengaruh laut. Sejumlah sungai bermuara di perairan Teluk Benoa diantaranya yaitu Sungai Badung, Sungai Mati, Sungai Sama, Sungai Bualu, Sungai Buaji dan Sungai Loloan. Keberadaan sungai yang bermuara ke Teluk Benoa serta adanya aktivitas yang tinggi pada perairan memiliki potensi yang cukup besar dalam masuknya logam berat ke perairan Teluk Benoa. Aktivitas rekreasi (*water sport*) serta kegiatan operasional pelabuhan juga menjadi salah satu sumber pencemaran logam berat di perairan sekitarnya karena limbah bahan bakar kapal mengandung logam Pb dan Cd sehingga logam tersebut masuk ke perairan (Rudianto et al., 2014).

Informasi mengenai logam berat di perairan Teluk Benoa sangat penting untuk disediakan setiap tahunnya, sehingga perlu dilakukan penelitian secara periodik untuk mengetahui keberadaan cemaran logam berat terutama timbal (Pb) dan kadmium (Cd) di wilayah tersebut. Penelitian ini diharapkan dapat menggambarkan kandungan logam berat timbal (Pb) dan kadmium

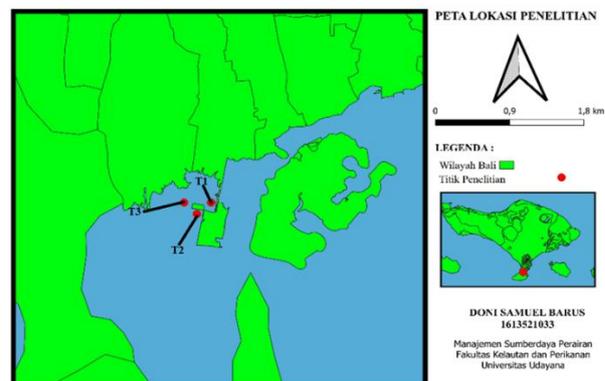
(Cd) yang terdapat di perairan Pelabuhan Benoa, sebagai informasi untuk implementasi strategi pengelolaan wilayah perairan Pelabuhan benoa yang lebih baik. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui berapa kandungan logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) serta kondisi kualitas air di perairan Pelabuhan Benoa, Denpasar.

2. Metode Penelitian

2.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama 1 bulan yaitu dari bulan Juni sampai Juli 2023 di kawasan Perairan Pelabuhan Benoa, Denpasar (Gambar 1). Penelitian dibagi menjadi 3 titik, yaitu:

- Titik I di dekat Pintu Masuk Pelabuhan, dimana dekat stasiun terdapat dengan koordinat $8^{\circ}44'1''S$ $115^{\circ}12'39.8''E$.
- Titik II terletak di Pelabuhan Bandar Nelayan dengan koordinat $8^{\circ}74'28.8''S$ $115^{\circ}20'70.3''E$.
- Titik III di RTH Taman Segara dengan koordinat $8^{\circ}73'76.2''S$ $115^{\circ}20'54.8''E$.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Pengambilan sampel dilakukan satu kali dengan 3 pengulangan pada setiap titik. Pengujian logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) dilakukan di Laboratorium Analitik Universitas Udayana.

2.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan untuk penelitian ini ditampilkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

2.3 Metode Penelitian

Tabel 1
Alat-alat yang Diogunakan Selama Penelitian

No	Nama Alat	Kegunaan
1.	Botol Sampel	Untuk meletakkan sampel air
2.	pH Meter	Untuk mengukur pH
3.	DO Meter	Untuk mengukur oksigen terlarut
4.	Thermometer	Untuk mengukur suhu
5.	TDS Meter	Untuk mengukur TDS
6.	Coolbox	Untuk menyimpan sampel
7.	Kamera	Dokumentasi visual data hasil penelitian
8.	Alat Tulis	Untuk mencatat data hasil penelitian
9.	Spectrophotometer	Untuk mengukur logam berat

Tabel 2
Bahan-bahan yang Diogunakan Selama Penelitian

No	Nama Bahan	Kegunaan
1.	Air Laut	Bahan sampel uji
2.	Aquades	Untuk membilas alat setelah digunakan
3.	HNO ₃	Untuk memutus ikatan senyawa kompleks organologam.
4.	C ₂ H ₂	Sebagai bahan bakar pemanasan.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif kuantitatif. Metode deskriptif digunakan untuk mendeskripsikan atau menguraikan permasalahan yang berkaitan dengan pertanyaan terhadap variabel mandiri. Menurut Sugiyono (2015) metode penelitian kuantitatif dapat diartikan sebagai metode penelitian yang digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu. Metode penelitian dengan pendekatan kuantitatif digunakan dalam penelitian ini, karena data yang menjadi objek dalam penelitian ini merupakan data-data kuantitatif seperti perhitungan kandungan logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada air. Metode penentuan lokasi pengambilan sampel per titik menggunakan teknik pengambilan sampel dari sumber data dengan pertimbangan tertentu.

2.4 Pelaksanaan Penelitian

2.4.1 Pengambilan Sampel

Sampel air laut diambil dengan botol sampel, sebanyak 1,5 L pada setiap pengambilan sampel

dengan kedalaman 1 m yang berjarak 10-20 m dari bibir pantai. Sampel kemudian diletakkan di dalam *coolbox* untuk dianalisa di laboratorium. Pengambilan sampel logam berat dilakukan dengan tiga kali pengulangan pada setiap titik. Pengukuran parameter kualitas air dilakukan *in situ* dengan 3 kali pengulangan pada setiap titik.

2.4.2 Pengujian Sampel

Sampel yang telah didestruksi diambil selanjutnya di bawa ke Laboratorium Analitik Universitas Udayana untuk dianalisis dengan menggunakan alat *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS). AAS berprinsip pada absorbs cahaya oleh atom. Atom-atom menyerap cahaya tersebut pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya AAS meliputi absorpsi sinar oleh atom-atom netral unsur logam yang masih berada dalam keadaan dasarnya. Sinar yang diserap biasanya ialah sinar ultra violet dan sinar tampak. Prinsip AAS pada dasarnya sama seperti absorbs sinar oleh molekul atau ion senyawa dalam larutan.

2.4.3 Pengukuran Logam Berat Timbal AAS

Sampel air sebanyak 100 mL dimasukkan kedalam gelas piala berukuran 150 mL, ditambahkan dengan 10 mL HNO₃ pekat dan ditutup dengan kaca arloji. Kemudian dipanaskan perlahan-lahan sampai sisa volumenya 50-55 mL, jika didestruksi belum sempurna (tidak jernih) maka ditambahkan lagi 10 mL HNO₃ pekat kemudian dipanaskan lagi. Proses ini dilakukan secara berulang-ulang sampai semua logam terlarut atau sampai sampel air menjadi jernih. Kemudian sampel air dipindahkan kedalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan akuades sampai tepat tanda tera lalu dihomogenkan. Setelah itu sampel dianalisa menggunakan alat AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) yang mengacu pada SNI 6989.4.2009 untuk air dan SNI 01.2896.1998.

2.4.4 Pengukuran Logam Berat Kadmium AAS

Sampel air sebanyak 100 ml dimasukkan kedalam gelas piala berukuran 250 mL, ditambahkan dengan 10 mL HNO₃ pekat dan ditutup dengan kaca arloji. Kemudian dipanaskan perlahan-lahan sampai sisa volumenya 50-55 mL, jika didestruksi dan kemudian ditambahkan 10 mL C₂H₂ kemudian dipanaskan lagi. Proses ini dilakukan secara berulang-ulang sampai semua logam

terlarut atau sampai sampel air menjadi jernih. Kemudian sampel air dipindahkan kedalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan *aquadest* sampai tepat tanda tera lalu dihomogenkan. Setelah itu sampel dianalisa menggunakan alat AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) yang mengacu pada SNI 06-6989.16-2004 untuk air dan SNI 06-2466-1991.

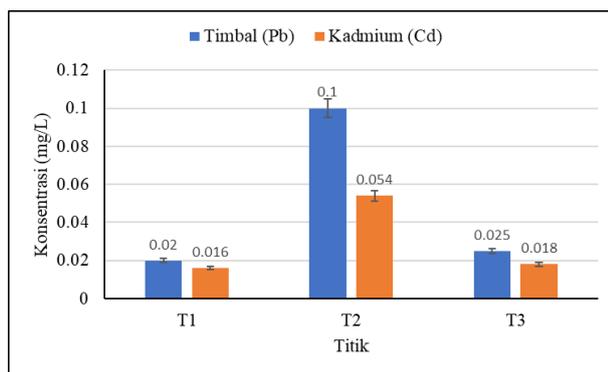
2.5. Analisis Data

Data hasil penelitian konsentrasi logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) diolah menggunakan Microsoft Excel 2017 dan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik.

3. Hasil

3.1 Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan Pb dan Cd di Perairan Pelabuhan Benoa, menunjukkan nilai yang berbeda pada setiap titik. Kandungan Pb dan Cd tertinggi ditemukan pada titik II, dimana untuk nilai Pb sebesar 0,1 mg/L dan untuk nilai Cd sebesar 0,054 mg/L. Nilai konsentrasi Pb dan Cd terendah berada pada titik I, dimana untuk nilai Pb sebesar 0,02 mg/L dan untuk nilai Cd sebesar 0,016 mg/L. Secara keseluruhan hasil pengukuran logam berat timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Konsentrasi Pb dan Cd di Perairan Pelabuhan Benoa

3.2 Kualitas Air di Pelabuhan Benoa

Berdasarkan data yang diperoleh dari pengukuran kualitas air di masing-masing titik, didapatkan bahwa hasil pengukuran yang tidak jauh berbeda.

Nilai suhu tertinggi ditemukan di titik 2 yaitu 29,8°C, sedangkan nilai suhu terendah ditemukan pada titik I dengan nilai 28,6°C. Nilai pH tertinggi ditemukan di titik I yaitu 7,2 sedangkan nilai pH terendah ditemukan di titik III yaitu 6,7. Nilai DO tertinggi ditemukan di titik I yaitu 6,05 mg/L sedangkan nilai terendah DO ditemukan di titik II yaitu 5,29 mg/L. Nilai TDS tertinggi berada pada titik 3 yaitu sebesar 3.190 mg/L dan terendah pada titik 2 yaitu 3.150 mg/L. Secara keseluruhan hasil pengukuran kualitas air dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3

Rata-rata Kualitas air di Perairan Pelabuhan Benoa				
Parameter	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Nilai Baku Mutu (*)
Suhu (°C)	28,6	29,8	29	28-30
pH	7,2	6,7	7,1	6,7-7,2
DO (mg/l)	6,05	5,29	5,31	>5
TDS (mg/l)	3.170	3.150	3.190	2000

Sumber: (Peraturan Gubernur Bali No.16 Tahun 2016)

4. Pembahasan

4.1 Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd)

Kandungan logam berat Pb dan Cd pada air tertinggi ditemukan pada titik II dengan nilai Pb sebesar 0,1 mg/L dan nilai Cd sebesar 0,054 mg/L, kemudian dilanjutkan oleh titik III dengan nilai Pb sebesar 0,25 mg/L dan nilai Cd 0,018 mg/L, dan kandungan logam berat Pb dan Cd terendah terdapat pada titik I dengan nilai Pb 0,20 mg/L dan Cd 0,016 mg/L. Berdasarkan baku mutu air laut untuk perairan Pelabuhan yang ditetapkan dalam Peraturan Gubernur Bali No.16 Tahun 2016 untuk ambang batas logam berat Pb berkisar 0,05 mg/L dan untuk logam berat Cd berkisar 0,01 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa perairan titik II telah tercemar atau melebihi ambang batas yang ditetapkan baik logam berat Pb dan Cd, sedangkan pada titik I dan titik III hanya kandungan logam berat Cd yang telah melebihi ambang batas yang telah ditetapkan.

Kandungan logam berat Pb pada titik II diketahui memiliki nilai sudah melebihi ambang batas dari baku mutu yang telah ditetapkan. Hal ini didukung pernyataan Dewi et al. (2014) bahwa terdapat pencemaran kandungan logam timbal (Pb) pada Pelabuhan Benoa dalam sedimen yaitu 18,4852-23,3974 mg/kg. Nilai logam berat Pb dan

Cd yang tinggi pada titik II diduga disebabkan oleh beberapa faktor yaitu limbah dari kegiatan *insitu* (*internal impact*) dan kegiatan *exsitu* (*external impact*). Limbah dari kegiatan yang berada di Pelabuhan Benoa meliputi limbah dari operasional Pelabuhan, aktivitas industri pengolahan perikanan serta limbah bahan bakar dari kapal-kapal yang bersandar. Hal ini didukung oleh Hartanto (2008) bahwa faktor pencemaran laut oleh logam berat disebabkan karena tumpahan minyak di laut yang bersumber dari beberapa operasi kapal, perbaikan dan perawatan kapal dan bongkar-muat minyak. Sedangkan dampak logam berat yang berasal dari luar perairan Teluk Benoa yaitu masukan air sungai. Rochyatun et al. (2007) menyatakan bahwa tingkat kandungan logam berat dalam perairan dapat dipengaruhi oleh pola arus, hal ini disebabkan pola arus dapat mendistribusikan logam berat yang terlarut dalam air ke segala arah.

Kandungan logam berat Pb dan Cd pada titik III diyakini dipengaruhi oleh adanya penambahan daratan atau reklamasi. Hal ini didukung pernyataan Zhang et al. (2017) bahwa tingginya angka urbanisasi dan reklamasi di wilayah pesisir akan meningkatkan polusi secara serius terutama pada lingkungan perairan laut. Proses industrialisasi yang telah terjadi di lingkungan pesisir Teluk Benoa, memiliki konsekuensi tinggi untuk polutan seperti logam berat. Hal tidak terelakkan di lokasi Pelabuhan Benoa yang dilingkupi kawasan industri, pemukiman dan masih dilakukannya reklamasi untuk memperluas daratan. Logam berat yang terlarut dalam perairan akan dapat berpindah ke dalam sedimen jika berikatan dengan materi organik bebas atau materi organik yang melapisi permukaan sedimen sehingga akan terjadi pengendapan logam berat dalam sedimen.

Kandungan logam berat Pb dan Cd terendah pada titik 1, kondisi ini diduga karena pada titik 1 memiliki aktivitas yang rendah dibandingkan titik lainnya, serta adanya hutan mangrove pada titik 1 yang luas juga menjadi salah satu alasan nilai logam berat Pb dan Cd rendah dibandingkan dengan titik lainnya. Menurut Takarina et al. (2013), bahwa mangrove merupakan *hyperaccumulator* yang baik, karena mangrove dapat berfungsi sebagai biofilter, agen pengikat dan perangkap polusi. Tumbuhan mangrove mempunyai kecenderungan untuk mengakumulasi logam berat yang terdapat dalam

ekosistem tempat tumbuhan hidup (Putri et al., 2013).

4.2 Kualitas Air di Pelabuhan Benoa

Parameter kualitas air pada setiap titik pengambilan sampel memiliki nilai yang cukup variatif, dimana untuk nilai Suhu tertinggi pada titik II dengan 29,8°C dilanjutkan pada titik III dengan 29°C dan terendah pada titik I 28,6°C, Berdasarkan baku mutu air laut untuk perairan Pelabuhan yang ditetapkan dalam Peraturan Gubernur Bali No.16 Tahun 2016 untuk nilai suhu masih cukup normal karena berkisar 28-30 °C. Nilai pH tertinggi ditemukan di titik I yaitu 7,2 diikuti titik III yaitu 7,1 sedangkan nilai pH terendah ditemukan di titik II yaitu 6,7, untuk nilai pH sendiri masih dikategorikan layak karena masih di bawah ambang batas yang telah ditetapkan dalam Peraturan Gubernur Bali No.16 Tahun 2016 yaitu 6,5-8,5.

Parameter kualitas air lainnya seperti oksigen terlarut (DO) pada titik I memiliki nilai tertinggi yaitu 6,05 mg/L diikuti titik III berkisar 5,31 mg/L sedangkan nilai terendah DO ditemukan di titik II yaitu 5,29 mg/L. Berdasarkan baku mutu air laut untuk perairan Pelabuhan yang ditetapkan dalam Peraturan Gubernur Bali No.16 Tahun 2016 untuk nilai oksigen terlarut masih dikategorikan layak karena sudah berada >5 mg/L. Sedangkan nilai TDS memiliki yang hampir sama dimana tertinggi ditemukan di titik III yaitu 3.190 mg/L diikuti titik I yaitu 3.170 mg/L dan nilai TDS terendah ditemukan di titik II yaitu 3.150 mg/L, untuk nilai TDS dikategorikan tercemar karena sudah di atas ambang batas yang telah ditetapkan dalam Peraturan Gubernur Bali No.16 Tahun 2016 sebesar 2000 mg/L.

Pengukuran kualitas air di titik I dan titik III memiliki nilai pH yang lebih rendah dibandingkan dengan titik II, hal ini diduga mempengaruhi besar daya larut logam. Pernyataan tersebut didukung Rochyatun dan Rozak (2007) yang menyatakan bahwa nilai pH basa maka logam berat akan larut dalam perairan dan organisme dengan mudahnya akan mengabsorpsi logam berat di dalam tubuhnya. Shindu (2005) menyatakan bahwa kenaikan pH air akan menurunkan kelarutan logam dalam air, karena kenaikan pH mengubah kestabilan dari bentuk karbonat menjadi hidroksida yang membentuk ikatan dengan partikel pada badan air sehingga akan mengendap

membentuk lumpur. pH juga mempengaruhi toksisitas suatu senyawa kimia seperti logam berat.

Nilai suhu yang terkandung mempengaruhi proses kelarutan logam berat yang masuk ke dalam perairan. Kemudian oksigen terlarut yang rendah akan memudahkan akumulasi logam berat. Nilai Oksigen terlarut merupakan faktor pembatas bagi kehidupan biota pada Perairan, selain kualitas air aktivitas mikroba juga mempengaruhi metilasi elemen Pb (Sarjito, 2014). Menurut Slamet (1994), TDS biasanya terdiri dari zat organik, garam anorganik, serta gas terlarut. Apabila nilai TDS bertambah maka kesadahan air pun juga bertambah. Meningkatnya bahan organik di perairan dapat dipengaruhi kandungan protein, detergen dan sabun yang menyebabkan kadar TDS di perairan meningkat. Batas maksimal kadar TDS untuk perairan laut menurut Peraturan Gubernur Bali No.16 Tahun 2016 adalah 2000 mg/L. Batas tersebut dapat digunakan sebagai acuan standar kadar TDS pada perairan untuk kehidupan biota perairan.

5. Simpulan

Kandungan logam berat Pb dan Cd pada air tertinggi ditemukan pada titik II dengan nilai Pb sebesar 0,1 mg/L dan nilai Cd sebesar 0,054 mg/L, kemudian dilanjutkan oleh titik III dengan nilai Pb sebesar 0,25 mg/L dan nilai Cd 0,018 mg/L, dan kandungan logam berat Pb dan Cd terendah terdapat pada titik I dengan nilai Pb 0,20 mg/L dan Cd 0,016 mg/L. Berdasarkan baku mutu air dari Pergub Bali no.16 Tahun 2016 bahwa kandungan logam berat Pb yang sudah melewati ambang batas hanya pada titik II, dan untuk logam berat Cd dari titik I sampai titik III sudah melewati ambang batas yang telah ditetapkan.

Kualitas perairan Pelabuhan Benoa masih dikategorikan layak untuk kehidupan biota yang ada disekitar perairan, dikarenakan hanya nilai TDS yang melebihi baku mutu air laut.

Ucapan terimakasih

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada pihak RTH Taman Segara yang telah memberikan izin melakukan pengambilan data serta kepada dosen pembimbing dan pihak-pihak lainnya yang telah membantu dalam menyusun penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Anggraini, A., Sudarsono, S., & Sukiya, S. (2016). Kelimpahan dan Tingkat Kesuburan Plankton di Perairan Sungai Bedog. *Jurnal Biologi*, 5(6), 1-9.
- Besser, J.M., William, G.B., Thomas, W.M., & Christopher, J.S. (2007). Biomonitoring of Lead, Zinc, and Cadmium in Streams Draining Lead-Mining and Non-Mining Areas, Southeast Missouri, USA. *Journal Environ Monit Assess*, 129, 227-241.
- Dewi, N.L.E.L., Sahara, E., & Laksmiwati, A.A.I.A.M. (2014). Fraksinasi dan Bioavailabilitas Logam Pb dan Cr dalam Sedimen di Pelabuhan Benoa. *Jurnal Kimia*, 8(1), 63-69.
- Hartanto, B. (2008). Oil Spill (tumpahan minyak) DPI Laut dan beberapa kasus di Indonesia. *Jurnal Bahari Jogja*, 8(12), 43-51.
- Mardani, P.I.S., Restu, I.W., & Sari, A.H.W. (2018). Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Badan Air dan Ikan di Perairan Teluk Benoa Bali. *Current Trends in Aquatic Science*, 1(1), 106-113.
- Nugroho, A.S., Tanjung, S.D., & Hendrarto, B. (2014). Distribusi Serta Kandungan Nitrat dan Fosfat di Perairan Danau Rawapening. *Bioma*, 3(1), 27-41
- Permanawati, Y., Zuraida, R., & Ibrahim, A. (2013). Kandungan Logam Berat (Cu, Pb, Zn, Cd, dan Cr) dalam Air dan Sedimen di Perairan Teluk Jakarta. *Jurnal Geologi Kelautan*, 11(1), 9-16.
- Putri, L., & Aunurohim, A. (2013). Kecepatan Filtrasi Kerang Hijau (*Perna viridis*) Terhadap *Chaetocheros* sp. dalam Media Logam Tercemar Kadmium. *Jurnal Sains dan Seni*, 2(8), 44-47
- Rochyatun, E., & Rozak, A. (2007). Pemantauan Kadar Logam Berat dalam Sedimen di Perairan Teluk Jakarta. *Jurnal Makara Sains*, 11(1), 28-36.
- Rudianto. (2014). Analisis Restorasi Ekosistem Wilayah Pesisir Terpadu Berbasis Co-Management: Studi Kasus di Kecamatan Ujung Pangangkah dan Kecamatan Bungah, Kabupaten Gresik. *Journal of Life Science*, 1(1), 54-67.
- Shindu, S.F. (2005). *Kandungan Logam Berat Cu, Zn, dan Pb dalam Air, Ikan Nila (Oreochromis niloticus) dan Ikan Mas (Cyprinus carpio) dalam Keramba Jaring Apung Waduk Saguling*. Skripsi. Bogor, Indonesia: Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Institut Pertanian Bogor.
- Sarjito. (2014). Pengaruh Bakteri Kandidat Probiotik Terhadap Perubahan Kandungan Nutrien C, N, P, dan K, Media Kultur Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Journal Aquaculture Management and Technology*, 3(4), 247-256.

- Singh, H.P., Mahajan, P., Kaur, S., & Kohli, R.K. (2013). Chromium Toxicity and Tolerance in Plants. *Environmental Chemistry Letters*, **11**, 229-254.
- Slamet, J. S. (1994). *Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta, Indonesia: Gajah Mada University Press.
- Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Kombinasi (Mix Methods)*. Bandung, Indonesia: Alfabeta.
- Takarina, N.D., Bengen, D.G., Sanusi, H.S., & Riani, E. (2013). Geochemical Fractionation of Copper (Cu), Lead (Pb), and Zinc (Zn) in Sediment and Their Correlations with Concentrations in Bivalve Mollusca *Anadara Indica* from Coastal Area of Banten Province, Indonesia. *International Journal of Marine Science*, **3**(30), 238-243.
- Zhang, G., Bai, J., Xiao, R., Zhao, Q., Jia, C., Chui, B., & Liu, X. (2017). Heavy Metal Fractions and Ecological Risk Assessment in Sediments from Urban, Rural And Reclamationaffected Rivers of The Pearl River Estuary, China. *Chemosphere*, **18**(4), 278-288.