



Konsentrasi kandungan timbal (*Pb*) dalam tubuh bulu babi di Pantai Serangan, Bali

*Concentration of heavy metal (*Pb*) in the body of sea urchins at Serangan Beach, Bali*

Gede Panji¹, Gatot Yulianto², Ario Damar^{2,3}

¹ Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan, Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB University, Indonesia

² Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB University, Indonesia

³ Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan, IPB University, Indonesia

Received 15 June 2023 Received in revised 7 July 2023 Accepted 27 August 2023

ABSTRAK

Pantai Serangan yang terletak di Pulau Serangan, Denpasar, Bali. Tercatat memiliki potensi bulu babi yang sangat melimpah untuk dikembangkan potensinya, Timbal (*Pb*) merupakan logam yang banyak dimanfaatkan oleh manusia sehingga logam ini juga menimbulkan dampak kontaminasi terhadap lingkungan. Sebagian besar pencemaran Logam berat (*Pb*) masuk ke perairan berasal dari penggunaan emisi beracun bakar minyak pada kapal. Oleh sebab itu perlu menentukan konsentrasi Logam berat Timbal (*Pb*) pada tubuh bulu babi di Pantai Serangan, Bali. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dan (AAS). Pada proses pengambilan data menggunakan metode *purposive sampling* yaitu memilih empat lokasi yang diketahui menjadi habitat bulu babi. Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa rata-rata nilai konsentrasi bulu babi tiap stasiun kisaran 0,9 - 0,4. Nilai rata-rata konsentrasi logam berat Timbal *Pb* pada tubuh bulu babi di stasiun 1,2 dan 3 lebih tinggi jika dibandingkan dari nilai standar logam berat pada biota di perairan berdasarkan standar baku mutu OSPAR (1993) dan standar SNI (2009), sedangkan untuk stasiun 4 nilai konsentrasinya dikategorikan rendah.

Kata kunci: Bulu Babi, Logam Berat (*Pb*), Pantai Serangan

ABSTRACT

The Serangan Beach, located on Serangan Island, Denpasar, Bali, is known to have a rich potential for the development of wild boar feathers. Lead (*Pb*) is a metal widely utilized by humans, which also poses contamination impacts on the environment. A significant portion of heavy metal pollution, specifically lead (*Pb*), enters the water from the use of oil fuel emissions from ships. Therefore, it is necessary to determine the concentration of heavy metal lead (*Pb*) in the bodies of wild boars at Serangan Beach, Bali. This research utilizes quantitative methods and Atomic Absorption Spectroscopy (AAS). The data collection process employs *purposive sampling* by selecting four locations known to be habitats of wild boars. The obtained results indicate that the average concentration values of wild boars at each station range from 0.9 to 0.4. The concentration values of lead (*Pb*) heavy metal in the bodies of wild boars at stations 1, 2, and 3 are higher compared to the standard values of heavy metals in biota in water, based on the OSPAR quality standard (1993) and the Indonesian National Standard (SNI) (2009). However, the concentration value at station 4 is categorized as low.

Keywords: Sea urchin, Heavy Metal (*Pb*), Serangan Beach

1. Pendahuluan

Bulu babi (*sea urchin*) yang juga dikenal dengan nama landak laut merupakan salah satu biota laut avertebrata pemakan tumbuhan atau herbivora (Suskiewicz & Johnson 2017) dari filum Echinodermata yang telurnya dapat dikonsumsi baik dalam keadaan segar maupun olahan (Nane 2020). Gonad atau telur bulu babi kini telah menjadi salah satu sumber daya perikanan komersial dunia (Bertocci 2018) karena memiliki gizi yang baik dan diperdagangkan secara global. Kelompok Echinodermata merupakan salah satu penghuni padang lamun yang cukup menonjol dan kelas Echinoidea (bulu babi) termasuk di dalamnya (Aswandy 2000). Echinodermata merupakan salah satu biota yang berasosiasi kuat dengan ekosistem padang lamun dan berperan dalam siklus rantai makanan di ekosistem tersebut. Tingginya tutupan vegetasi lamun di perairan memungkinkan kehadiran berbagai biota yang berasosiasi dengan ekosistem padang lamun termasuk bulu babi untuk mencari makan, tempat hidup, memijah dan tempat berlindung untuk menghindari predator (Supono 2010). Bulu babi biasanya menghuni ekosistem terumbu karang dan padang lamun serta menyukai substrat yang agak keras terutama substrat di padang lamun yang merupakan campuran dari pasir dan pecahan karang (Aziz 1993).

Pulau Serangan, secara geografis terletak di Kecamatan Denpasar Selatan, Kota Denpasar, Propinsi Bali. Topografi wilayah ini dicirikan oleh dataran rendah dengan ketinggian maksimum 3 m. Luas Pulau Serangan adalah 481 ha, yang terdiri dari tanah tegalan seluas 394 ha, pemukiman seluas 48 ha dan sisanya berupa dangkalan pesisir (Kelurahan Serangan 2012). Dasar perairan pantai serangan adalah pasir putih kasar yang bercampur pecahan karang, hal itu menunjukkan adanya pergerakan air yang baik, sehingga cocok untuk pertumbuhan lamun sebagai habitat bulu babi.

Perairan pesisir merupakan salah satu tipe perairan yang rentan terhadap bahaya pencemaran, karena pencemaran laut didefinisikan sebagai masuk atau dimasukkannya makhluk hidup berupa zat dan

komponen lain yang bersifat racun ke dalam laut yang dapat menyebabkan fungsi dari laut tidak sesuai dengan peruntukannya, contoh dari bahan pencemar yang biasa ditemukan dalam laut yaitu logam berat (Alfian 2009). Dari sekian banyak limbah yang ada di laut, limbah logam berat merupakan limbah yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan biota yang berada di perairan laut. Logam berat yang ada pada perairan, suatu saat akan turun dan mengendap pada dasar perairan, membentuk sedimentasi dan hal ini akan menyebabkan biota laut yang mencari makan di dasar perairan seperti bulu babi akan memiliki peluang yang sangat besar untuk terkontaminasi logam berat tersebut (khan *et al.* 2009). Selain itu, permasalahan berikutnya adalah potensi terkontaminasinya bulu babi ini oleh logam berat khususnya (*Pb*), sebagaimana disinyalir telah terjadi di Pantai Hila Pulau Ambon, menurut penelitian bahwa logam berat (*Pb*) umumnya terakumulasi di dalam organ ginjal, otot, testis dan gonad dengan kandungan (*Pb*) berbeda beda di setiap (Yusthinus 2014). Timbal (*Pb*) merupakan logam yang banyak dimanfaatkan oleh manusia sehingga logam ini juga menimbulkan dampak kontaminasi terhadap lingkungan. Sebagian besar pencemaran Logam berat Timbal (*Pb*) masuk ke perairan berasal dari penggunaan emisi berbahan bakar minyak pada kapal. Oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian mengenai konsentrasi Logam berat Timbal (*Pb*) pada tubuh bulu babi di Pantai Serangan, Bali

2. Metodologi

2.1. Waktu dan lokasi penelitian

Pulau Serangan merupakan pulau kecil dengan luas 412 Ha pasca reklamasi, sehingga seluruh wilayahnya memiliki sifat-sifat kepesisiran. Pulau Serangan berada pada mulut sisi timur Teluk Benoa. Pada sisi utara, barat dan selatan merupakan kawasan yang langsung berhadapan dengan daratan Pulau Bali. Pengambilan sampel dilaksanakan di sepanjang kawasan perairan selatan pantai Serangan, Bali dengan membagi wilayah pantai menjadi empat titik lokasi. Pengumpulan data (primer dan sekunder)

dilaksanakan pada awal tahun 2021. Analisis kandungan timbal (*Pb*) pada bulu babi, sedimen dan air dilakukan di Laboratorium Analitik Universitas Udayana, Bali. Peta lokasi penelitian digambarkan secara detail pada Gambar 1.

2.2. Alat dan bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah roll meter, tali, capit alumunium, *cooling box*, botol sampel 600 ml, kamera digital, dan plastik sampel. Bahan yang digunakan adalah aquades, air laut untuk mencuci, membilas sampel dan buku identikasi keanekaragaman dan konservasi bulu babi dari Abdul 2013

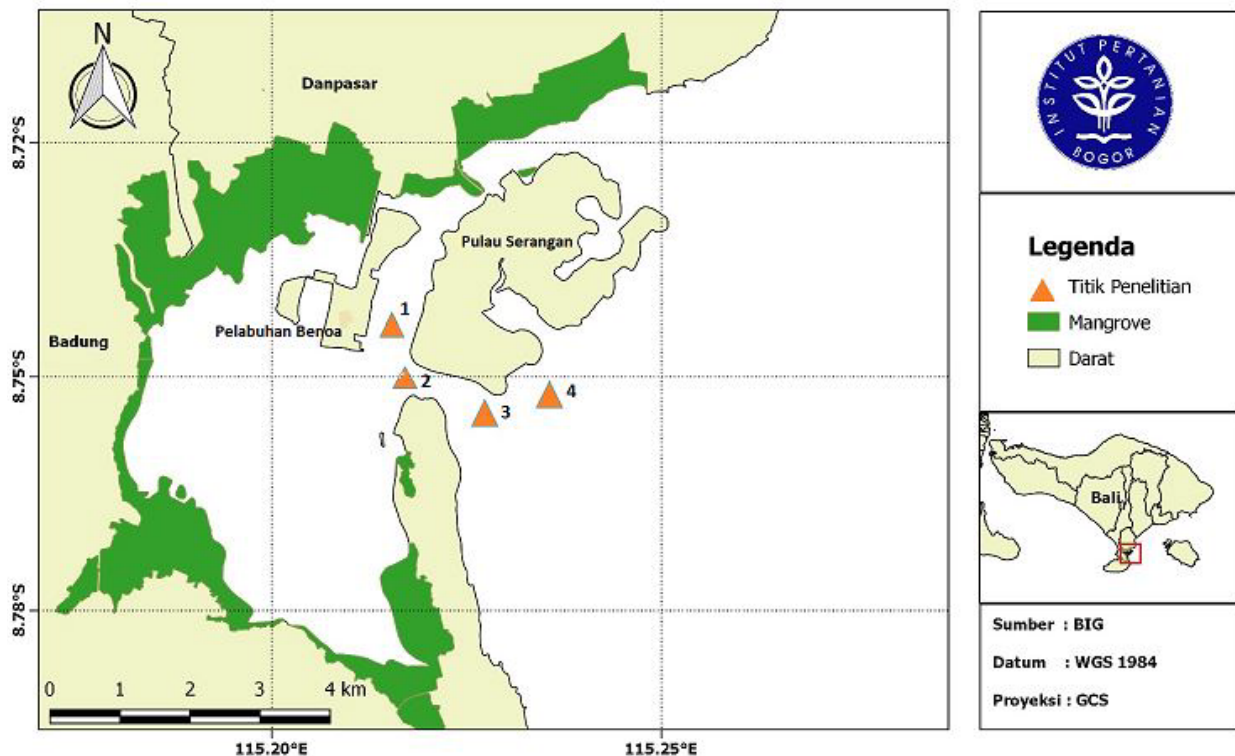
2.3. Metode penelitian

Sampel berupa bulu babi dan sedimen diambil pada kondisi air laut yang surut. Pada proses pengambilan data menggunakan metode *purposive sampling* yaitu memilih empat lokasi yang diketahui menjadi habitat bulu babi. Jarak antar titik stasiun sekitar 1 km dan daerah jelajah pengambilan data pada setiap titiknya yaitu 100 m x 50 m dengan jarak dari bibir pantai yaitu 20 m. Pada setiap stasiun diambil 5 sampel bulu babi. Pengambilan

sampel bulu babi yaitu dalam satu titik stasiun diambil 5 sampel bulu babi secara acak kemudian bulu babi diidentifikasi dengan menggunakan buku panduan identifikasi bulu babi. Sampel selanjutnya dimasukkan dalam *cooling box* sehingga dapat dilanjutkan proses analisa di laboratorium Analitik Universitas Udayana. Sampel air laut diambil sebanyak 600 ml pada setiap titik stasiun. Kemudian sampel air segera disimpan kedalam *cooling box* untuk dianalisa kandungan logam beratnya di laboratorium Analitik Universitas Udayana.

2.4. Analisis data

Persiapan sampel untuk menganalisis logam berat (*Pb*) pada bulu babi mengacu pada metode penelitian (Joseph *et al.* 2014). Nantinya sampel bulu babi diperoleh pada tiap plot transek garis yang terdapat di masing-masing stasiun. Masing-masing bulu babi diambil di tiap plot transek garis. Bulu babi disimpan dalam lemari pendingin (-20°C) sampai dilakukan analisis lebih lanjut. Persiapan sampel, sebelum dilakukan analisis logam, sampel dicairkan pada suhu kamar dan dicuci dengan aquadest. Masing-masing bulu babi dibelah lalu diambil gonad nya. Gonad



Gambar 1. Lokasi Penelitian di Pantai Serangan, Bali.

yang telah didinginkan kemudian dikeringkan menggunakan oven 80° C selama 24 jam, kemudian sampel gonad bulu babi yang sudah kering dihomogenkan dengan menggunakan cawan (Joseph *et al.* 2014). Preparasi sampel dilakukan berdasarkan prosedur Laboratorium Analitik Universitas Udayana. Sampel diambil sebanyak 0,5 gram berat kering untuk preparasi masing-masing sampel. Dilakukan ekstraksi sampel dengan menambahkan 10 mL H₂SO₄ hingga berwarna hitam pekat, lalu ditambahkan 10 ml HNO₃ untuk menghilangkan kadar lemak. Setelah didapatkan hasil menggunakan (AAS) kemudian dilakukan penghitungan kandungan logam berat pada sampel tubuh bulu babi dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

Kadar Logam Berat *Pb* pada bulu babi:

$$C = \frac{A \times V}{G}$$

Keterangan:

C: Konsentrasi yang sebenarnya dari sampel (mg/L)

A: Nilai konsentrasi berdasarkan absorbansi AAS (mg/ml)

V: Volume dalam sampel (ml)

G: Berat sampel (Kg)

Tujuan dari penelitian ini yaitu menentukan konsentrasi Logam berat (*Pb*) pada tubuh bulu babi. Untuk data yang dikumpulkan yaitu 5 sampel bulu babi setiap stasiun, mengidentifikasi logam berat (*Pb*) pada gonad di dalam tubuh bulu babi dan mengambil sedimen pada setiap stasiun. Metode yang digunakan adalah pengukuran in situ dan di laboratorium dengan menggunakan metode (AAS) atau *Atomic Absorption Spectrophotometry*, menggunakan metode kuantitatif, lalu dibandingkan dengan acuan baku mutu dari SNI (2009) 0,3 mg/kg dan OSPAR (1993) 0,5 mg/kg dan nanti pada hasilnya berupa konsentrasi logam berat (*Pb*) yang terdapat pada tubuh bulu babi.

3. Hasil dan Pembahasan

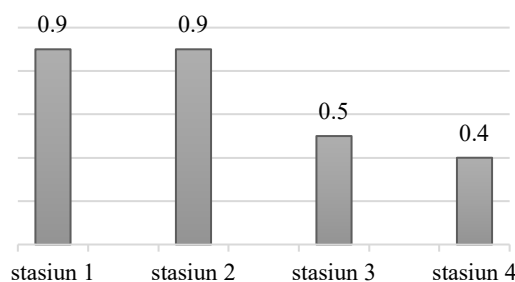
3.1. Hasil

Dari hasil penelitian yang dilakukan,

konsentrasi logam berat pada tubuh bulu babi pada stasiun 1 yaitu kisaran dari 0,9 – 0,14 mg/kg, dari lima sampel sampel bulu babi yang telah diambil, konsentrasi logam berat *Pb* pada tubuh bulu babi cukup tinggi. Jika dibandingkan acuan dari nilai standar logam berat pada biota di perairan oleh OSPAR (1993) dengan nilai 0,5 mg/kg dan standar SNI (2009) 0,3 mg/kg.

Hasil penelitian logam berat *Pb* pada stasiun 2, dari beberapa sampel bulu babi yang diambil terlihat nilai konsentrasinya sama tingginya dengan stasiun 1, yaitu kisaran dari 0,7 - 0,12 mg/kg sedangkan pada Stasiun 3 dari hasil penelitian yang dilakukan, konsentrasi logam berat pada tubuh bulu babi berada pada kisaran dari 0,4 - 0,10 mg/kg, sedangkan pada stasiun 4 dari beberapa sampel bulu babi yang diambil, konsentrasi logam berat *Pb* pada tubuh bulu babi cukup rendah jika dibandingkan dengan stasiun 1 stasiun 2 dan pada stasiun 3. Pada stasiun terakhir yaitu stasiun 4 yang lokasinya agak jauh dari ketiga stasiun yang lain, dari beberapa sampel bulu babi yang diambil, memiliki nilai konsentrasi yang cukup rendah yaitu 0,4 - 0,8 mg/kg terlihat pada Gambar 5 jika dibandingkan dengan stasiun 1,2 dan 3.

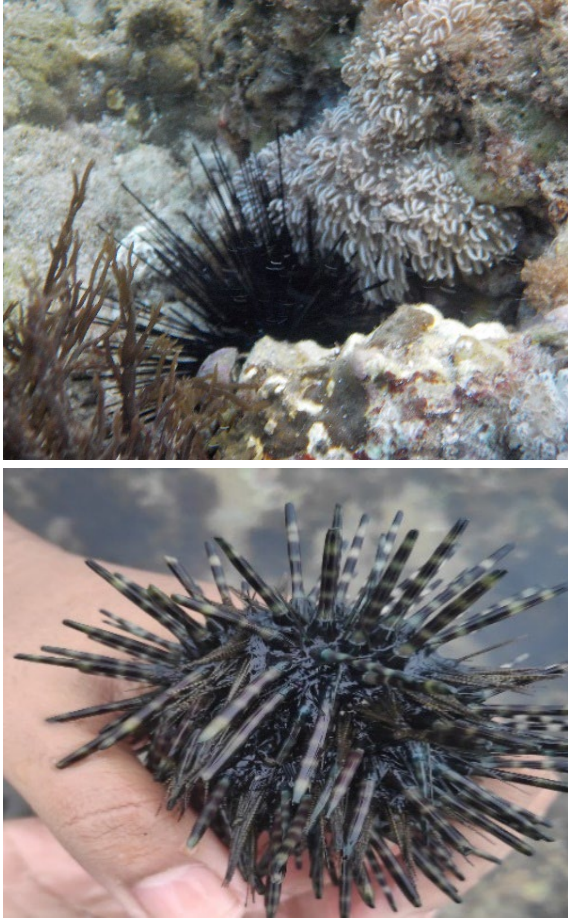
Nilai rata-rata konsentrasi logam berat Timbal *Pb* pada tubuh bulu babi di stasiun 1,2 dan 3 yaitu kisaran 0,9 – 0,5 mg/kg lebih tinggi jika dibandingkan dari nilai standar logam berat pada biota di perairan berdasarkan standar baku mutu OSPAR (1993) dan standar SNI (2009), sedangkan untuk stasiun 4 nilai konsentrasinya dikategorikan rendah yaitu 0,4 mg/kg terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rata-rata konsentrasi logam *Pb* pada tubuh bulu babi per stasiun.

Pada kawasan pantai Serangan, ada

beberapa ditemukan nya jenis bulu babi yang menghuni perairan pantai serangan seperti jenis *Echinothrix diadema*, *Diadema setosum*, dan *Echinothrix calamaris*, (Gambar 3) dari famili *Diadematidae*, yang paling sering ditemukan adalah jenis *Echinothrix diadema* dengan ciri-ciri memiliki bagian tubuh luar lumayan besar, memiliki duri yang panjang dan memiliki warna hitam pekat.



Gambar 3. Beberapa jenis bulu babi yang ditemukan di pantai Serangan.

3.2. Pembahasan

Peningkatan kadar logam berat dalam air laut yang terjadi pada umumnya disebabkan oleh masuknya limbah industry dari pabrik atau kapal, pertambangan, pertanian dan domestik yang banyak mengandung logam berat. Konsentrasi logam berat *Pb* dalam tubuh bulu babi beragam nilai konsentrasinya pada setiap stasiun. Dimulai pada stasiun satu utuk nilai konsentrasinya yaitu cukup tinggi menurut standar baku mutu OSPAR (1993) dan SNI (2009) yaitu 0,9-0,14 mg/kg hal

tersebut dikarenakan pada titik stasiun satu, berseberangan dengan Teluk Benoa yang berjarak kurang lebih 2 km, Sedangkan untuk stasiun 2 dan 3 nilai konsentrasi logam beratnya yaitu dari 0,5-0,12 mg/kg tidak berbeda jauh dengan stasiun satu karena hanya berjarak 100 meter dari titik lokasi stasiun satu sedangkan untuk stasiun 3 berjarak 150 m dari stasiun 2. Selain itu di titik lokasi stasiun 2 dan 3 juga mejadi jalur trasportasi berbagai kapal yang menuju pelabuhan Teluk Benoa maupun sebaliknya, pada stasiun satu dan dua pencemaran logam berat *Pb* berpotensi disumbangkan oleh pembuangan alat-alat elektronik, korosi pipa air dan baterai, yang terbuang melalui 8 aliran sungai yaitu sungai Badung, sungai Mati, sungai Sama, sungai Tuban, sungai Bualu, Sungai Ngenjung, sungai Buaji, dan sungai Loloan yang bermuara di Teluk Benoa dan pantai serangan (Al Tanto *et al.* 2017). Pada stasiun 4 titik lokasi nya berbeda dengan stasiun 1,2 dan 3 di stasiun 4 rendah nya nilai konsentrasi Timbal (*Pb*) dikarenakan jarang ada aktivitas manusia, hanya tempat persandaran perahu kecil nelayan yang ingin mencari ikan dan bulu babi.

Menurut penjelasan Pratiwi *et al* (2011) konsentrasi logam berat *Pb* pada tubuh bulu babi lebih tinggi diduga karena sifat logam timbal cenderung mengendap dan berikatan dengan partikel tersuspensi. Konsentrasi logam berat yang tinggi pada tubuh bulu babi diduga disebabkan karena proses penyerapan logam berat bersama dengan nutrien tidak hanya terjadi di bulu babi namun juga terjadi di tempat bulu babi itu berada, seperti di lamun, karang dan tempat lainnya, karena keberadaan logam berat pada tubuh bulu babi dapat merusak struktur jaringan yang ada dalam tubuhnya. Beberapa tumbuhan laut yang menjadi makanan bulu babi telah mengakumulasi logam berat seperti alga dan lumut yang menempel pada karang (Budiartha 2018). Selain dari sumber makanan, tercemarnya perairan oleh logam berat juga menjadi salah satu faktor akumulasi pada hewan laut melalui system pernapasan dan berdifusi dari air ke tubuh hewan melalui kulit atau cangkang (Duysak *et al* 2013).

Pada stasiun sebelumnya yaitu stasiun 1

nilai konsentrasi logam beratnya cukup tinggi dibandingkan dengan stasiun 2, tetapi terlihat sudah sedikit menurun pada stasiun tiga dengan nilai konsentrasi yaitu 0,4-0,10 mg/kg hal tersebut dikarenakan jarak pengambilan sampel dari stasiun 2 dan 3 yaitu kurang lebih 150 m, lain halnya dengan stasiun 1 dan 2 hanya berjarak 100 meter, yang dimana pada stasiun ini jarak dari pelabuhan benoa cukup jauh tetapi pada stasiun tiga masih merupakan tempat jalur aktivitas pelabuhan benoa seperti lalu lintas kapal angkut menyumbang logam timbal (*Pb*) yang berasal dari air balas kapal, gas buang kapal dan kapal dengan bahan bakar batubara yang ada di kawasan tersebut. Menurut Walker *et al.* (2007) bahwa apabila terjadi pencemaran diduga sumber utama timbal (*Pb*) berasal dari sisa pembakaran gas buang kendaraan bermotor dan cat. Sehingga logam yang ada di perairan akan terakumulasi di perairan. Hal tersebut yang disinyalir pada titik lokasi stasiun tiga, konsentrasi logam beratnya digolongkan masih sedikit tinggi walaupun tidak setinggi titik lokasi stasiun 1 dan stasiun 2.

Hasil dari konsentrasi logam berat *Pb* ini lebih rendah jika dibandingkan dengan penelitian dari Rumahlatu (2011) di perairan pula Ambon, dimana pada penelitian tersebut, konsentrasi logam berat *Pb* pada tubuh bulu babi sangatlah tinggi dikarenakan bahwa kekuatan gelombang dapat mempengaruhi gerakan air laut dan perpindahannya. Hal ini berarti bahwa kadar logam berat di perairan pulau Ambon mengalami proses upwelling sehingga kadar logam berat pada air laut yang terakumulasi pada bagian tubuh bulu babi menggambarkan nilai konsentrasi logam berat pada perairan tersebut sangat tinggi.

Dan pada stasiun terakhir, stasiun 4 nilai konsentrasi logam berat *Pb* pada tubuh bulu babi berkisar dari 0,4-0,08 mg/kg sudah dikategorikan menurut acuan dari nilai standar logam berat pada biota di perairan oleh OSPAR 1993 dengan nilai 0,5 mg/kg dan standar nilai Indonesia atau SNI (2009) 0,3 mg/kg (Tabel 1). Hal tersebut dikarenakan titik lokasi pada stasiun empat jarang terdapat aktivitas manusia, hanya beberapa aktivitas yang dilakukan seperti mandi,

memancing/menjaring ikan. Pada stasiun 4 juga jarang dilalui kapal-kapal besar yang menuju pelabuhan benoa, tetapi pada titik lokasi stasiun terdapat pembuangan saluran dari got kecil yang berasal dari proyek pembuatan bangunan di pesisir pantai Serangan. Untuk jenis bulu babi yang paling sering menghuni Kawasan pantai serangan adalah jenis *Echinothrix diadema*, *Diadema setosum*, dan *Echinothrix calamaris*, dikarenakan bulu babi jenis tersebut paling menyukai ekosistem lamun beserta substrat agak keras seperti pecaran karang dan jenis bulu babi tersebut hidupnya berkelompok.

Tabel 1. Nilai Baku mutu SNI (2009) dan OSPAR (1993).

	Satuan	Nilai Baku Mutu
SNI (2009)	mg/kg	0,3
OSPAR (1993)	mg/kg	0,5

4. Kesimpulan

Hasil dari penelitian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa konsentrasi logam berat *Pb* pada tubuh bulu babi pada keempat stasiun adalah rata-rata nilai tiap stasiun konsentrasinya kisaran 0,4 - 0,9 mg/kg. Nilai konsentrasi logam berat *Pb* pada tubuh bulu babi lebih tinggi jika dibandingkan dari nilai standar logam berat pada biota di perairan oleh OSPAR (1993) dengan nilai dan standar SNI (2009). Untuk jenis bulu babi yang paling sering menghuni kawasan pantai serangan adalah jenis *Echinothrix diadema*, *Diadema setosum*, dan *Echinothrix calamaris*.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu penelitian ini, terutama kepada Laboratorium Kimia FMIPA, Universitas Udayana. Terima kasih kepada pemerintah dan masyarakat Pulau Serangan, Kecamatan Denpasar Selatan yang telah memberikan izin pelaksanaan dan data penelitian hingga berjalan lancar.

Daftar Pustaka

Abdul HA. 2013. Keanekaragaman dan Konservasi Bulu Babi Cet.1 - Juli. Galaxy

- Science Jumlah halaman xix + 231 hal, Indeks 9 hal. ISBN 978-602-7611-08-5.
- Alfian. 2009. Penentuan Kandungan Logam (Hg, Pb dan Cd) dengan Penambahan Bahan Pengawet Dan Waktu Perendaman Yang Berbeda Pada Kerang Hijau (*Pernaviridis L.*) Di Perairan Muara Kamal, Teluk Jakarta. [Skripsi] Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta: 104 hlm.
- Aswandy I, Azkab, HM. 2000. *Hubungan Fauna dengan Padang Lamun*. Oseana. 25(3):19–24.
- Aziz A. 1993. *Oseana Pusat Pengembangan Oseanologi*; Indonesia Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta Hlm : 65-75. 18 No. 2.
- Bertocci I, Blanco A, Franco JN, Fernández-Boo S, Arenas F. 2018. *Short-term variation of abundance of the purple sea urchin, Paracentrotus lividus* Lamarck, 1816, subject to harvesting in northern Portugal. *Marine Environmental Research*, 141. 247–254. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2018.09.017>
- Budiarta IK, Elok F, I Gusti, NPD. 2019. *Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) Dan Kadmium (Cd) Pada Halophila ovalis Dan Thalassia hemprichii Sebagai Agen Fitoremediasi Di Selatan Serangan*. *Jurnal Marine Research and Technology*
- Dinas Kelurahan Serangan 2012. Monografi Desa Serangan, Denpasar selatan, Kota Denpasar, Provinsi Bali.
- Duysak Ö, Ersoy B, Dural M. 2013. *Metal Concentrations in different tissues of cuttlefish (Sepia officinalis) in Iskenderun Bay, Northeastern Mediterranean*. *Turkish J. Fish. aquat. Sci.*, 13: 205- 210.
- Joseph J, Ali SN, Hing LS. 2014. Heavy metal composition in Green Turtle (*Chelonia mydas*) eggs from nesting beaches in Peninsular Malaysia. *Asian Journal of Conservation Biology*, 3(July), 83–87.
- Khan S, Farooq R, Shahbaz S, Khan MA, Sadique M. 2009. *Health risk assessment of heavy metals for population via consumption of vegetables*. *World Appl. Sci. J.* 6(12):1602–1606.
- Nane L, Baruadi ASR, Mardin H. 2020. *Density of the blue black urchin Echinotrix diadema* Linnaeus, 1758 in Tomini Bay, Indonesia. *Tomini Journal of Aquatic Science*, 1(1), 16–21. <https://doi.org/10.37905/tjas.v1i1.5939>.
- OSPAR. 1993. *Ospar Commission For The Protection Of The Marine Enviroment Of The North-East Atlantic*. London: Ospar Commission. 155p.
- Pratiwi A, Pratomo A, Willian N. 2011. *Analisis Kandungan Logam Berat Pb dan Cd Terhadap Lamun (Enhalus acoroides) Sebagai Bioindikator Di Perairan Tanjung Lanjut Kota Tanjung Pinang*. Universitas Maritim Raja Ali Haji. Hlm. 1-8
- Rumahlatu D. 2011. *Konsentrasi logam berat kadmium pada air, sedimen dan Deadema setosum (Echinodermata, Echinoidea) di Perairan Pulau Ambon*. ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences. 16(2)78–85.
- Supono, Arbi UY. 2010. *Struktur Komunitas Ekinodermata di Padang Lamun Perairan Kema, Sulawesi Utara*. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*. 36(3):329–341
- Suskiewicz, TS. Johnson LE. 2017. *Consumption rates of a key marine herbivore: A review of the extrinsic and intrinsic control of feeding in the green sea urchin*. *Marine Biology*, 164(6), 131. <https://doi.org/10.1007/s00227-017-3159-0>.
- Al Tanto, Try, et al. "Karakteristik arus laut perairan Teluk Benoa–Bali." *J. Ilm. Geomatika* 23.1 (2017):37.
- Walker, CW. Unuma T, Lesser MP. 2007 *Gametogenesis and reproduction of sea urchins*. (J. M. Lawrence, Penyunt.) *Edible Sea Urchin: Biology and Ecology*. 11–33.

Yusthinus T, Sunarti N. 2014. *Analisis Kandungan Timbal (Pb) Dan Kromium (Cr) Pada Akar Lamun (Enhalus Acoroides) Di Perairan Desa Waai Dan Tulehu Kabupaten Maluku Tengah. Ind. J. Chem. Res*, 2014, (1) 6–71.