

## Biokonsentrasi Faktor Logam Berat Timbal (Pb) Dalam Kandungan Ikan di Daerah Pantai Tegal Katilayu Cilacap, Jawa Tengah

Nurlinda Ayu Triwuri<sup>1\*</sup>, Oto Prasadi<sup>2</sup>, Ilma Fadlilah<sup>3</sup>

### Abstract

Around 143,000 people die every year in developing countries due to exposure to the heavy metal lead (Pb). This, combined with increased heavy metal pollution as a result of increasing industry. Lead can enter the bodies of living creatures through food, drink, air, or through the skin. Fossil fuels, cars, pesticides, soil, toys, car batteries and other sources produce lead. Iron (Fe), Manganese (Mn), Zinc (Zn), Cadmium (Cd), Chromium (Cr), Copper (Cu), Lead (Pb), Nickel (Ni), and Mercury (Hg) are pollutant elements heavy metals originating from industry. These heavy metals can be harmful to human health depending on which part of the body they are most bound to. To determine the bioconcentration factor (BCF) of the heavy metal lead (Pb) in the consumption of fish originating from fishing grounds in Tegal Katilayu Cilacap sea waters. Analysis of lead (Pb) levels in sea water and the bodies of tuna, mackerel and tuna was carried out using the Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) instrument at the Jendral Soedirman University Laboratory. Meanwhile, sea air pH measurements were carried out directly while still at the Tegalkatilayu Cilacap waters. The sea air pH obtained was still neutral, namely 7.43 and was still in the range (6.5 -8.0). Based on the results of heavy metal tests using Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) of Tegalkatilayu sea air, a concentration of 0.236 ppm was obtained, which has passed the maximum quality standard of 0.05 ppm. Meanwhile, test results for the heavy metal lead (Pb) in the body of tuna were 2,291 ppm, tuna 2,892 ppm, and mackerel 0,716 ppm. The degree of acidity (pH) in Tegalkatilayu waters is still within the range (6.5 – 8.0), namely an average pH of 7.34. The lead (Pb) content in sea water was found to be an average of 0.236 ppm, according to the Decree of the Minister of Environment of the Republic of Indonesia No. 51 of 2004 concerning sea water quality standards for port waters has exceeded the maximum limit of 0.05 ppm. Meanwhile, the lead (Pb) content in the body of tuna is 2.291 ppm, tuna is 2.892 ppm, and mackerel is 0.716 ppm. This has resulted in marine air pollution and accumulation of the heavy metal lead (Pb) in fish bodies. The bioconcentration of heavy metal factors contained in the fish's body was found to be <100, which is still in the low category. There needs to be regular monitoring regarding the maximum fish consumption limit for humans per week which has accumulated heavy metals based on body weight, age and gender. Thus, it can reduce the accumulation of the heavy metal lead (Pb) in the human body.

Keywords: pH of sea water, bioconcentration of heavy metal factors.

\* Korespondensi : [nurlindaayutriwuri@gmail.com](mailto:nurlindaayutriwuri@gmail.com)

1,2,3 Program Studi Teknik Pengendalian Pencemaran  
Lingkungan, Politeknik Negeri Cilacap, Kabupaten  
Cilacap, Jawa Tengah

## Pendahuluan

Data yang dikumpulkan oleh World Health Organizations (WHO) tahun 2015 menunjukkan bahwa logam timbal/plumbum (Pb) dapat menyebabkan keracunan manusia yang kronis atau akut. Paparan timbal menyebabkan sekitar 143.000 kematian setiap tahun, dengan angka tertinggi di negara berkembang. Jumlah pencemaran logam berat di Indonesia, seiring dengan peningkatan proses industri. Sistem haemopoetik, saraf ginjal, gastrointestinal, kardiovaskuler, reproduksi dan pencetus karsinogenik merupakan beberapa dampak negatif logam berat pada kesehatan (Maskinah, Suhartono and Wahyuningsih, 2016).

Timbal dapat masuk ke dalam tubuh organisme dapat melalui jalur yaitu melalui makanan, minuman, udara dan perembesan atau penetrasi pada selaput atau lapisan kulit. Salah satunya, masuk dalam tubuh ikan yang merupakan sumber protein makanan manusia dan telah banyak riset melakukan untuk meneliti adanya kandungan polutan logam berat yang terkandung oleh ikan. Adanya analisis kandungan logam yang terdapat dalam tubuh (daging) ikan ini merupakan hal yang penting saat manusia mengkonsumsinya (Yulaipi and Aunurohim, 2013). Timbal masuk ke lingkungan dan tubuh manusia seperti melalui berbagai sumber seperti bensin, makanan, daur ulang atau pembuangan baterai mobil, mainan, cat, pipa, tanah, kosmetik, pestisida dan obat tradisional serta berbagai sumber lainnya (Maskinah, Suhartono and Wahyuningsih, 2016). Cemaran logam berat yang berasal dari buangan industri yang tidak diolah sering ditemukan di daerah sungai. Logam berat seperti Besi (Fe), Mangan (Mn), Seng (Zn), Kadmium (Cd), Cromium (Cr), Tembaga (Cu), Timbal (Pb), Nikel (Ni) dan Raksa (Hg) dapat menyebabkan pencemaran. Menurut kategori toksikologi, logam berat terbagi menjadi dua jenis. Jenis pertama adalah logam berat esensial, yang sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup dalam jumlah tertentu, tetapi dapat menjadi racun jika terlalu banyak. Logam berat seperti Zn, Cu, Fe, Co, Mn, Ni dan lain-lain termasuk dalam jenis ini. Jenis kedua adalah logam

berat yang tidak esensial atau beracun, yang kegunaannya di dalam tubuh tidak diketahui atau bahkan dapat menjadi racun. Logam berseperti Hg, Cd, Pb, dan Cr termasuk dalam kategori kedua, yang merupakan logam berat yang tidak esensial atau beracun, yang manfaatnya untuk tubuh belum diketahui atau bahkan berpotensi beracun. Logam berat ini dapat membahayakan kesehatan bagi manusia tergantung di bagian tubuh yang terikat. Jika konsentrasi logam-logam ini lebih tinggi dari normal maka, logam-logam ini akan menjadi suatu ancaman bagi kesehatan manusia, yang masuk melalui rantai makanan (Yudo, 2018). Sifat racun logam berat memungkinkan akumulasi logam berat dalam tubuh ikan. Kontak antara medium yang mengandung racun dengan ikan menyebabkan akumulasi logam berat pada ikan (Mahalina, Tjandrakirana and Purnomo, 2016).

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan biokonsentrasi faktor atau Bioconcentration Factor (BCF) logam berat timbal (Pb) pada ikan konsumsi yang diambil dari tempat penangkapan ikan di perairan laut Tegal Katilayu Cilacap. Jenis ikan konsumsi termasuk ikan kembung, tongkol dan tuna.

## Metode Penelitian

Metode pengambilan sampel air laut dilakukan pada kedalaman satu meter dari atas permukaan air laut sebanyak 2 liter, menggunakan water sampler pada tiga titik waktu (first quarter, full moon, new moon) di daerah perairan pasang surut pantai Tegal Katilayu. Penyimpanan sampel air laut dalam wadah botol polyethylene (PE). Sampel ikan diperoleh dari hasil tangkapan ikan di Tempat Penangkapan Ikan (TPI) pantai Tegal Katilayu, Kabupaten Cilacap. Pengambilan sampling air laut dan ikan dilakukan tiga kali selama satu bulan. Sampel ikan yang diambil terdiri dari tiga jenis ikan konsumsi (ikan tongkol, ikan tuna, dan ikan kembung), lalu daging ikan konsumsi dianalisis kadar logam timbal (Pb) nya. Analisis kadar logam berat (Pb) menggunakan alat instrument Spektroskopi Serapan Atom (SSA) sesuai dengan standar uji SNI

6989.8:2009 tentang cara menguji kadar timbal (Pb) pada air dan air limbah, dan pengukuran pH sampel air laut di Laboratorium Tanah/Sumberdaya Lahan Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.

### Hasil

Keasamaan (pH) air laut di perairan laut Tegalkatlayu di Cilacap dapat mempengaruhi kualitas air laut dan kehidupan organisme di habitatnya. Pengukuran parameter kualitas air laut melibatkan kimia, fisika dan biologi, yang ditunjukkan oleh keasamaan (pH) dan kandungan logam berat (Pb). Tabel 1 menunjukkan bahwa hasil pengukuran pH pada sampel air laut di daerah Tegalkatlayu, Cilacap bersifat netral yaitu pH rerata 7,34 masih berada pada kisaran pH (6,5 – 8,5). Dalam baku mutu Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 (2004), perairan laut Tegalkatlayu berada kategori masih baik. Faktor yang mempengaruhi distribusi

logam dalam perairan terdiri dari pH, salinitas air, kecepatan air, sumber logam dan keadaan hidrodinamik. (Harmesa, Lestari and Budiyanto, 2020). Hasil analisis konsentrasi timbal dalam air laut pada pengambilan sampel pada bulan first quarter sebesar 0,153 ppm ; full moon sebesar 0,278 ppm ; new moon sebesar 0,276 ppm. Hasil analisis konsentrasi timbal pada air laut, terdapat pencemaran timbal yang telah melebihi persyaratan standar mutu yang telah ditentukan dalam KepMen LH RI No. 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut untuk perairan pelabuhan. Oleh karena itu, perairan di Tegalkatlayu sudah terkontaminasi logam berat timbal (Pb). Beberapa sumber pencemaran berasal dari kegiatan industri di Kabupaten Cilacap seperti pabrik semen, pembangkit listrik tenaga uap, dan penyulingan minyak bumi. Hal ini disebabkan, pencemaran logam berat timbal pada badan air yang berasal dari kegiatan industri cat, limbah padat perkotaan,

**Tabel 1. Data pH Kualitas Air Laut di perairan laut Tegalkatlayu**

Parameter	FQ	FM	NM	Rerata
pH	6,98	7,44	7,59	7,34

Keterangan : FQ (First Quarter); FM (Full Moon); NM (New Moon)  
Sumber, Data Primer 2020

peleburan bijih logam dan bahan bakar bertimbal serta limbah industri lainnya yang terdapat kadar timbal (Pb).

Tabel 3 menunjukkan bahwa rerata kandungan logam berat timbal (Pb) dalam daging ikan sesuai dengan masing-masing jenis ikan yaitu ikan kembung sebesar 0,716 ppm, ikan tuna sebesar 2,892 ppm, ikan kembung sebesar 0,716 ppm berdasarkan fase first quarter, full moon dan new moon. Hal ini menunjukkan bahwa daging ikan mengandung timbal, suatu zat pencemar logam

berat, yang konsentrasinya melebihi baku mutu air laut bagi biota laut yaitu sebesar 0,008 ppm.

Biokonsentrasi adalah proses bahan kimia dari lingkungan diserap oleh organisme melalui saluran pernapasan dan permukaan kulit. Namun, tidak berlaku untuk paparan bahan kimia pada makanan. Dalam menentukan nilai faktor biokonsentrasi akan berguna jika menghitung rasio konsentrasi suatu bahan kimia dalam organisme terhadap konsentrasi bahan kimia dalam air (Cahyani, Lumban Batu and Sulistiono, 2017).

**Tabel 2. Kadar Timbal (Pb) di dalam air laut**

Bulan	Pb air laut, ppm	*Baku mutu, ppm
First Quarter	0,153	0,05
Full Moon	0,278	
New Moon	0,276	
Rerata	0,236	

\*Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup RI No. 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut untuk perairan pelabuhan.  
Sumber, Data Primer 2020

**Tabel 3. Kadar timbal (Pb) dalam daging ikan**

Jenis Ikan	Kadar Logam Berat Pb (ppm)				*Baku Mutu (ppm)
	<i>First Quarter</i>	<i>Full Moon</i>	<i>New Moon</i>	Rerata	
Tongkol	0,520	1,353	4,999	2,291	0,008
Tuna	0,220	3,405	5,050	2,892	
Kembung	0,453	0,227	1,468	0,716	

\*Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut untuk biota laut.  
Sumber, Data Primer 2020

$BCF = C_b/C_wd$

Keterangan :

$C_b$  = Kadar logam berat pada makhluk hidup (ppm)

$C_wd$  = Kadar logam berat pada air (ppm)

Klasifikasi dari hasil perhitungan BCF berdasarkan Van Esch akan disesuaikan dengan kategori tingkat akumulasi yaitu :

Akumulasi rendah :  $BCF < 100$

Akumulasi sedang :  $100 < BCF \leq 1000$

Akumulasi tinggi :  $BCF > 1000$

Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai perbandingan biokonsentrasi faktor logam berat pada berbagai jenis ikan (tongkol, tuna dan kembung) masih berada pada kategori akumulasi rendah yakni kurang dari 100. Nilai biokonsentrasi faktor logam Pb didasarkan pada kriteria jenis ikan sebagai berikut ikan tuna > ikan tongkol > ikan kembung yang dapat dikumpulkan selama first quarter, full moon, maupun new moon yang diperoleh melalui akumulasinya semakin menurun. Oleh karena itu, ini masih dalam kategori rendah.

### Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat keasaman (pH) air laut di perairan Tegalkatilayu Cilacap masih berada dalam kisaran baku mutu

KepMen LH No. 51 (2004), yaitu sekitar (6,5 – 8,5). Sifat air laut yang memiliki elektrolit sehingga termasuk kategori pH asam dan kandungan garam termasuk media transfer muatan yang baik, sehingga proses elektrokimia menyebabkan korosi semakin cepat. Derajat keasaman atau pH merupakan tingkat keasaman yang terkandung dalam sistem perairan atau biasa berupa jumlah ion  $H^+$ . Umumnya pH air laut memiliki tingkat keasaman yang rendah, sehingga dapat menyebabkan korosi pada lambung kapal. Garam terlarut dalam air laut yang berupa klorida dan garam lainnya kurang lebih 3-4%, dan dapat mempercepat laju korosi plat baja material kapal (Asman Ala, Yuni Mariah, Diah Zakiah, 2018). Perubahan tinggi rendahnya pH air laut secara langsung maupun tidak langsung dapat merusak dan berdampak buruk pada biota laut karena berdampak pada ketidakseimbangan kadar karbon dioksida dan oksigen. Organisme yang dapat mentolerir perubahan pH, sehingga mekanisme alaminya adalah perubahan ini terjadi secara perlahan. Air laut dengan nilai pH di bawah 4,8 dan di atas 9,2 tergolong tercemar (Rukminasari and Awaluddin, 2014).

Hasil studi pH ini juga sejalan dengan gagasan (Hamuna et al., 2018) bahwa konsentrasi ion hidrogen yang dilepaskan ke dalam cairan merupa-

**Tabel 4. Biokonsentrasi faktor (BCF) logam berat pada berbagai jenis ikan**

Jenis Ikan	BCF				Range BCF	Kategori BCF
	<i>First Quarter</i>	<i>Full Moon</i>	<i>New Moon</i>	Rerata		
Tongkol	3,399	4,867	18,112	8,793	< 100	Akumulasi rendah
Tuna	1,438	12,248	18,297	10,661	< 100	Akumulasi rendah
Kembung	2,961	0,817	5,319	3,032	< 100	Akumulasi rendah

kan indikator perairan masih kondisi baik atau buruk. Salah satu parameter kimia air adalah pH yang sangat penting untuk memantau kestabilan keasaman dalam air. Kondisi air yang sangat basa atau sangat asam membahayakan kelangsungan organisme karena mengganggu proses metabolisme dan pernapasan. Faktor yang mempengaruhi tingkat keasaman pada perairan yaitu aktivitas fotosintesis organisme laut, suhu air, dan salinitas air yang dapat mengakibatkan nilai pH rendah. Kisaran pengukuran pH yang diperoleh tersebut masih dapat menurunkan tingkat pH. Kisaran pengukuran pH yang ditentukan masih dapat diterima karena hanya menyimpang sedikit dari standar mutu minimum yaitu sekitar 0,1 - 0,42. Selain itu, bahwa nilai pH antara 6,5 - 8,0 yang merupakan batas pH aman bagi kehidupan akuatik.

Hasil penelitian menunjukkan adanya pencemaran timbal (Pb) pada air laut di perairan Tegalkatilayu, konsentrasi timbal (Pb) dalam air laut dengan kategori rendah. Pencemaran logam berat pada perairan berdampak adanya peningkatan kematian organisme air. Salah satu biota air adalah ikan yang tidak bisa menghindari dari efek buruk oleh polutan. Logam berat yang masuk secara kontinyu dalam perairan maka terjadi adanya peningkatan konsentrasi, sehingga mengakibatkan penumpukan pada tubuh biota perairan, bahkan jika kadar logam berat dalam air mencapai 188 mg/l dapat menimbulkan kematian ikan (Siboro et al., 2011).

Temuan penelitian mengenai akumulasi logam berat timbal (Pb) pada daging ikan disebabkan masuknya melalui media racun dengan ikan. Proses perpindahan bahan kimia dari lingkungan perairan ke bagian dalam atau permukaan tubuh ikan, yaitu mekanisme difusi melalui insang, rantai makanan dan permukaan kulit. Ikan melakukan pertahanan diri setelah masuknya paparan timbal. Hal ini dilakukan untuk menjaga tubuh dalam keadaan homeostatis sehingga terjadinya peningkatan metabolisme dan kebutuhan oksigen dalam tubuh. Tabel 3 menunjukkan bahwa rata-rata peningkatan konsentrasi timbal (Pb) pada daging ikan bervariasi tergantung pada spesies yaitu ikan kembung,

tongkol dan tuna. Hal ini dikarenakan adanya logam berat timbal (Pb) di dalam air memicu proses penumpukan organisme di dalam tubuh ikan. Logam berat terbanyak terdapat pada insang dan hati, namun kandungan timbal (Pb) pada daging ikan relatif rendah. Hal ini sesuai dengan peran fisiologinya dalam metabolisme ikan, jaringan yang menjadi sasaran logam berat adalah jaringan yang berperan aktif dalam metabolisme (Yulaipi and Aunurohim, 2013).

Hasil penelitian menunjukkan biokonsentrasi faktor logam berat timbal termasuk kategori rendah. Biokonsentrasi merupakan masuknya bahan pencemar oleh makhluk hidup dari suatu perairan, kriteria penting dalam evaluasi tingkat pencemaran di suatu perairan dengan mengukur biokonsentrasi biota yang hidup di habitatnya (Amelia et al., 2019). Adapun faktor biokonsentrasi (BCF) berkaitan dengan konsentrasi bahan kimia dalam air dengan organisme. Umumnya, organisme tingkatannya rendah seperti alga memiliki nilai faktor biokonsentrasi lebih banyak dari makhluk hidup yang tingkatannya lebih tinggi. Faktor biokonsentrasi logam berat pada air permukaan biasanya dalam bentuk terlarut (Achyani, Weliyadi and Rismawati, 2013).

### Kesimpulan

Derajat keasaman (pH) di perairan Tegalkatilayu masih netral berada dalam batas range sekitar (6,5 – 8,0) yaitu pH rerata 7,34. Kandungan timbal (Pb) dalam air laut diperoleh rerata 0,236 ppm, menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup RI No. 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut untuk perairan pelabuhan telah berada melewati batas maksimum sebesar 0,05 ppm. Sedangkan, kandungan timbal (Pb) dalam tubuh ikan tongkol 2,291 ppm, ikan tuna 2,892 ppm, dan ikan kembung 0,716 ppm. Hal tersebut, telah terjadi adanya pencemaran air laut dan adanya akumulasi logam berat timbal (Pb) dalam tubuh ikan. Biokonsentrasi faktor logam berat yang terdapat dalam tubuh ikan diperoleh < 100 yaitu masih berada kategori rendah.

### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Cilacap tahun anggaran 2020 yang telah memberikan dukungan secara materiil untuk membantu pelaksanaan penelitian ini.

### Daftar Pustaka

- Achyani, R., Weliyadi, E. and Rismawati (2013) 'Analisis dan Evaluasi Kontaminasi Logam Berat Di Sedimen, Air dan Rumput Laut *Euchema Cottoni* Di Kota Tarakan', *Jurnal Harpodon Borneo*, 6(1), pp. 1–11.
- Amelia, F. et al. (2019) 'Biokonsentrasi Faktor Logam Berat Pada Kerang Dari Perairan Batam, Kepulauan Riau, Indonesia', *Jurnal Kimia dan Pendidikan*, Vol.4 No.2(September). doi:10.30870/educhemia.v4i2.5529.
- Asman Ala, Yuni Mariah, Diah Zakiah, D.F. (2018) 'Analisa Pengaruh Salinitas Dan Derajat Keasaman (pH) Air Laut Di Pelabuhan Jakarta Terhadap Laju Korosi Plat Baja Material Kapal Asman', *Ilmiah Nasional*, 11(2), pp. 33–40.
- Cahyani, N., Lumban Batu, D.T.F. and Sulistiono, S. (2017) 'Heavy Metal Contain Pb, Hg, Cd and Cu in Whiting Fish (*Sillago sihama*) Muscle in Estuary of Donan River, Cilacap, Central Java', *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 19(3), p. 267. doi:10.17844/jphpi.v19i3.15090.
- Hamuna, B. et al. (2018) 'Study of Seawater Quality and Pollution Index Based on Physical-Chemical Parameters in the Waters of the Depapre District, Jayapura', *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(1), pp. 35–43. doi:10.14710/jil.16.135-43.
- Harmesa, H., Lestari, L. and Budiyanto, F. (2020) 'Distribusi Logam Berat Dalam Air Laut Dan Sedimen Di Perairan Cimanuk, Jawa Barat, Indonesia', *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 5(1), p. 19. doi:10.14203/oldi.2020.v5i1.310.
- Mahalina, W., Tjandrakirana and Purnomo, T. (2016) 'Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dalam Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Hidup di Sungai Kali Tengah, Sidoarjo', *Lentera Bio*, 5(1), pp. 43–47.
- Maskinah, E., Suhartono and Wahyuningsih, N.E. (2016) 'Hubungan Kadar Timbal Dalam Darah Dengan Jumlah Eritrosit Pada Siswa Sekolah Dasar', *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 15(2), pp. 42–45.
- Rukminasari, N. and Awaluddin, K. (2014) 'Pengaruh Derajat Keasaman (pH) Air Laut Terhadap Konsentrasi Kalsium dan Laju Pertumbuhan *Halimeda sp*', 24(April), pp. 28–34.
- Siboro, N.S. et al. (2011) 'Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Ikan Pelagis Kecil yang Didaratkan di PPS BELAWAN'.
- Yudo, S. (2018) 'Kondisi Pencemaran Logam Berat Di Perairan Sungai DKI Jakarta', *Jurnal Air Indonesia*, 2(1), pp. 1–15. doi:10.29122/jai.v2i1.2275.
- Yulaipi, S. and Aunurohim (2013) 'Bioakumulasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Hubungannya dengan Laju Pertumbuhan Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*)', *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, 2(2), pp. 166–170.