

KONSENTRASI TIMBAL (Pb) DAN SENG (Zn) DALAM AIR SERTA PARTISI GEOKIMIAWINYA PADA SEDIMEN PERMUKAAN PERAIRAN TELUK BANTEN

NUR AZIZA



**PROGRAM MAGISTER ILMU KELAUTAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Konsentrasi Timbal (Pb) dan Seng (Zn) Dalam Air Serta Partisi Geokimiawinya Pada Sedimen Permukaan Perairan Teluk Banten” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2026

Nur Aziza
C5501211013



RINGKASAN

NUR AZIZA. Konsentrasi Timbal (Pb) dan Seng (Zn) Dalam Air Serta Partisi Geokimiawinya Pada Sedimen Permukaan Perairan Teluk Banten. Dibimbing oleh DIETRIECH GEOFFREY BENGEN, TRI PRARTONO, dan RASTINA.

Teluk Banten menerima tekanan dari aktivitas pelabuhan, industri, perikanan, tambak, permukiman, dan masukan sungai. Karakter perairannya yang semi-tertutup berpotensi menjadi perangkap material tersuspensi, bahan organik, dan logam berat. Penelitian ini bertujuan menganalisis konsentrasi, distribusi spasial, partisi geokimiawi, dan tingkat kontaminasi Pb dan Zn pada air dan sedimen permukaan Teluk Banten.

Sampel air dan sedimen diambil pada lima stasiun yang mewakili muara sungai, tambak, tengah teluk, kawasan industri-pelabuhan, dan mangrove Pulau Panjang. Pb dan Zn dalam air dianalisis menggunakan ICP-MS, sedangkan partisi geokimiawi sedimen menggunakan SEP-BCR ke dalam fraksi terlarut asam/tertukar (F1), tereduksi (F2), teroksidasi (F3), dan residual (F4). Distribusi spasial dianalisis dengan interpolasi IDW, sedangkan tingkat kontaminasi dievaluasi menggunakan Enrichment Factor (EF), Indeks Geoakumulasi (Igeo), dan Faktor Kontaminasi (FK).

Sedimen didominasi lanau 64,39–76,41%, lempung 21,96–27,47%, dan pasir 1,26–9,87%, dengan bahan organik 6,27–12,07%. Dominasi sedimen halus dan bahan organik menunjukkan kapasitas tinggi dalam mengadsorpsi dan mengakumulasi logam. Pb dalam air berada di bawah batas deteksi pada seluruh stasiun, sedangkan Zn berkisar $<0,8$ – $6,0$ $\mu\text{g/L}$, keduanya masih di bawah baku mutu air laut. Pada sedimen, Pb mencapai 4,12–15,20 mg/kg dan Zn 245,64–1.222,71 mg/kg, jauh lebih tinggi daripada di kolom air. Konsentrasi tertinggi ditemukan di Stasiun 5, kawasan mangrove Pulau Panjang, yang berperan sebagai zona deposisi sedimen halus dan bahan organik.

Hasil SEP-BCR menunjukkan Pb dan Zn terdistribusi pada fraksi non-residual (F1–F3) dan residual (F4), dengan proporsi fraksi labil Zn lebih besar dibandingkan Pb. Perhitungan EF secara kondisional menunjukkan tidak ada pengayaan Pb pada seluruh stasiun. Untuk Zn S1 dan S2 tidak menunjukkan pengayaan, S3–S4 menunjukkan pengayaan kecil, dan S5 menunjukkan pengayaan cukup berat. Igeo Pb pada seluruh stasiun berada pada kategori tidak tercemar. Igeo Zn menunjukkan kategori tercemar sedang pada S1 dan S3, tercemar sedang–kuat pada S4, dan tercemar kuat pada S5. FK Pb menunjukkan kontaminasi rendah pada S1 dan S4 dan sedang pada S5, sedangkan FK Zn menunjukkan kontaminasi cukup besar pada S1–S3 dan sangat tinggi pada S4 dan S5.

Hasil penelitian menegaskan bahwa sedimen merupakan media akumulasi utama Pb dan Zn di Teluk Banten. Evaluasi pencemaran logam berat perlu memadukan konsentrasi total, partisi geokimiawi, dan indeks kontaminasi untuk memahami stabilitas, mobilitas, bioavailabilitas, serta potensi risiko ekologisnya.

Kata kunci: Logam berat, Pb, partisi geokimiawi, sedimen permukaan, SEP-BCR, teluk Banten, Zn



SUMMARY

NUR AZIZA. Concentrations of Lead (Pb) and Zinc (Zn) in Water and Their Geochemical Partitioning in Surface Sediments of Banten Bay waters. Supervised by DIETRICH GEOFFREY BENGEN, TRI PRARTONO, and RASTINA.

Banten Bay receives pressures from port activities, industry, fisheries, aquaculture ponds, settlements, and riverine inputs. Its semi-enclosed characteristics potentially make the bay a trap for suspended materials, organic matter, and heavy metals. This study aimed to analyze the concentrations, spatial distribution, geochemical partitioning, and contamination levels of Pb and Zn in water and surface sediments of Banten Bay.

Water and sediment samples were collected from five stations representing river mouths, aquaculture ponds, the central bay, industrial-port areas, and the mangrove area of Panjang Island. Pb and Zn in water were analyzed using ICP-MS, while geochemical partitioning in sediments was determined using SEP-BCR into acid-soluble/exchangeable (F1), reducible (F2), oxidizable (F3), and residual (F4) fractions. Spatial distribution was analyzed using IDW interpolation, while contamination levels were evaluated using the Enrichment Factor (EF), Geoaccumulation Index (Igeo), and Contamination Factor (CF).

The sediments were dominated by silt (64.39–76.41%), clay (21.96–27.47%), and sand (1.26–9.87%), with organic matter contents of 6.27–12.07%. The dominance of fine sediments and organic matter indicates a high capacity to adsorb and accumulate metals. Pb concentrations in water were below the detection limit at all stations, while Zn ranged from <0.8 – $6.0 \mu\text{g/L}$; both remained below seawater quality standards. In sediments, Pb concentrations reached 4.12–15.20 mg/kg and Zn concentrations ranged from 245.64–1,222.71 mg/kg, considerably higher than those in the water column. The highest concentrations were found at Station 5, in the mangrove area of Panjang Island, which acts as a depositional zone for fine sediments and organic matter.

SEP-BCR results showed that Pb and Zn were distributed among non-residual (F1–F3) and residual (F4) fractions, with a greater proportion of labile Zn fractions than Pb. Conditional EF calculations showed no Pb enrichment at all stations. For Zn, S1 and S2 showed no enrichment, S3–S4 showed minor enrichment, and S5 showed moderately severe enrichment. The Igeo values for Pb at all stations were categorized as uncontaminated. The Igeo values for Zn indicated moderately contaminated conditions at S1 and S3, moderately to strongly contaminated at S4, and strongly contaminated at S5. The CF values for Pb indicated low contamination at S1–S4 and moderate contamination at S5, whereas Zn showed considerable contamination at S1 and S3 and very high contamination at S4 and S5.

The results confirm that sediments are the primary accumulation medium for Pb and Zn in Banten Bay. Heavy metal pollution assessment should integrate total concentrations, geochemical partitioning, and contamination indices to understand their stability, mobility, bioavailability, and potential ecological risks.

Keywords: Banten Bay, geochemical partitioning, heavy metals, Pb, surface sediments, SEP-BCR, Zn



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

KONSENTRASI TIMBAL (Pb) DAN SENG (Zn) DALAM AIR SERTA PARTISI GEOKIMIAWINYA PADA SEDIMEN PERMUKAAN PERAIRAN TELUK BANTEN

NUR AZIZA

Tesis

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains pada
Program Studi Ilmu Kelautan

**PROGRAM MAGISTER ILMU KELAUTAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Tesis:

1. Dr. Ir. Nyoman MN Natih, M.Si.
2. Prof. Dr. Ir. Neviaty Putri Zamani, M. Sc.



Judul Tesis : Konsentrasi Timbal (Pb) dan Seng (Zn) Dalam Air Serta Partisi
: Geokimiawinya Pada Sedimen Permukaan Perairan Teluk Banten
Nama : Nur Aziza
NIM : C5501211013

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr. Ir. Dietrich Geoffrey Bengen,
D.E.A.

Pembimbing 2:

Prof. Dr. Ir. Tri Prartono, M. Sc.

Pembimbing 3:

Dr. Rastina, S.T., M.T.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Prof. Dr. Ir. Neviaty Putri Zamani, M. Sc.
NIP 196410141988032001

Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan

Dr. Beginer Subhan, M.Si.
NIP 198001182005011003

Tanggal Ujian: 28 Juli 2026

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanahu wa taala atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga tesis yang berjudul “Konsentrasi Timbal (Pb) dan Seng (Zn) Dalam Air Serta Partisi Geokimiawinya Pada Sedimen Permukaan Perairan Teluk Banten” dapat diselesaikan. Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Sains pada Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

1. Penulis menyampaikan terima kasih kepada Institut Pertanian Bogor yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas akademik selama penulis menempuh pendidikan magister pada Program Studi Ilmu Kelautan.
2. Ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada Prof. Dr. Ir. Dietrich Geoffrey Bengen, D.E.A., Prof. Dr. Ir. Tri Prartono, M.Sc., dan Dr. Rastina, S.T., M.T. selaku komisi pembimbing atas arahan, bimbingan, koreksi, dan motivasi yang diberikan sejak penyusunan proposal, pelaksanaan penelitian, hingga penyelesaian tesis ini.
3. Penulis menyampaikan terima kasih kepada ketua program studi Prof. Dr. Ir. Neviaty Putri Zamani, M. Sc., dosen penguji Dr. Ir. Nyoman MN Natih, M.Si., moderator seminar Dr. Ir. I Wayan Nurjaya, M.Sc., staf laboratorium, serta seluruh pihak yang telah membantu pelaksanaan pengambilan sampel, analisis laboratorium, pengolahan data, dan penyusunan naskah. Penghargaan juga disampaikan kepada Unit Laboratorium Jasa Pengujian dan Sertifikasi (LJPS) IPB University, Laboratorium Oseanografi Kimia, Laboratorium Produktivitas dan Lingkungan Perairan, serta rekan-rekan yang telah memberikan bantuan teknis dan dukungan selama penelitian.
4. Terima kasih yang tulus penulis sampaikan kepada ayahanda M. Zufri Zen dan almarhumah ibunda Yusliza Betty atas doa, kasih sayang, dan dukungan yang tidak pernah putus.
5. Ucapan terima kasih tidak lupa penulis sampaikan kepada suami tercinta, Ar. M. Kharis Alfi Syahrin, S.T., M.T., IAI anak-anak Syaquila, Fateema, dan Zaidan, serta seluruh keluarga atas doa, pengertian, kesabaran, dan dukungan moral selama penulis menyelesaikan studi.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih dapat disempurnakan. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu kelautan, khususnya kajian kualitas lingkungan pesisir dan pengelolaan pencemaran logam berat secara berkelanjutan.

Bogor, Juli 2026

Nur Aziza



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	ix
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	4
METODE	5
2.1 Waktu dan Tempat Penelitian	5
2.2 Alat dan Bahan	6
2.3 Penentuan Titik Pengambilan Sampel	7
2.4 Pengumpulan Sampel Air dan Sedimen	7
2.5 Analisis Kandungan Bahan Organik	7
2.6 Analisis Fraksi Sedimen	8
2.7 Analisis Logam Berat Pada Air	8
2.8 Analisis Partisi Geokimiawi Logam Berat dalam sedimen	8
2.9 Analisis Spasial	9
2.10 Analisis Tingkat Kontaminasi	10
HASIL DAN PEMBAHASAN	13
3.1 Fraksi Sedimen	13
3.2 Bahan Organik	15
3.3 Konsentrasi Pb dan Zn dalam Air	16
3.4 Konsentrasi Total Pb dan Zn dalam Sedimen	17
3.5 Partisi Geokimiawi Pb dan Zn dalam Sedimen	20
3.6 Tingkat Kontaminasi Pb dan Zn	25
SIMPULAN DAN SARAN	29
4.1 Simpulan	29
4.2 Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	31
DAFTAR LAMPIRAN	1
RIWAYAT HIDUP	1

DAFTAR TABEL

1. Data koordinat stasiun pengambilan sampel air dan sedimen di perairan Teluk Banten	6
2. Alat dan bahan dalam proses pengambilan sampel air dan sedimen	6
3. Referensi <i>background value</i> dari logam Pb, Zn dan Al	10
4. Nilai dan kategori pencemaran dan kontaminasi logam berat berdasarkan nilai <i>enrichment factor</i>	11
5. Nilai dan kategori pencemaran dan kontaminasi logam berat berdasarkan nilai Indeks Geoakumulasi (Igeo)	11
6. Nilai dan kategori pencemaran dan kontaminasi logam berat berdasarkan nilai Faktor Kontaminasi (FK)	12
7. Kadar Pb dan Zn dalam air pada perairan Teluk Banten ($\mu\text{g/L}$)	17

DAFTAR GAMBAR

1. Diagram alir proses penelitian	4
2. Komposisi fraksi ukuran butiran sedimen (%) di stasiun pengamatan perairan Teluk Banten	13
3. Segitiga tekstur tanah USDA sedimen perairan Teluk Banten	15
4. Persentase bahan organik dalam sedimen di perairan Teluk Banten	16
5. Konsentrasi total Pb (mg/kg) dalam sedimen perairan Teluk Banten	17
6. Konsentrasi total Zn (mg/kg) dalam sedimen perairan Teluk Banten	18
7. Pola arus pada musim peralihan II perairan Teluk Banten	19
8. Distribusi Pb dan Zn pada sedimen permukaan perairan Teluk Banten	20
9. Komposisi partisi geokimiawi Pb (%) dalam Sedimen Perairan Teluk Banten	21
10. Konsentrasi partisi geokimiawi Pb (mg/kg) dalam Sedimen	21
11. Partisi geokimiawi Zn (%) dalam sedimen permukaan perairan Teluk Banten	23
12. Partisi geokimiawi Zn (mg/kg) dalam sedimen permukaan perairan Teluk Banten	24
13. <i>Enrichment Factor</i> Pb pada sedimen di perairan Teluk Banten	25
14. <i>Enrichment Factor</i> Zn pada sedimen di perairan Teluk Banten	25
15. Indeks Geoakumulasi Pb dan Zn pada sedimen di perairan Teluk Banten	26
16. Faktor kontaminasi Pb pada sedimen di perairan Teluk Banten	27
17. Faktor kontaminasi Zn pada sedimen di perairan Teluk Banten	28

DAFTAR LAMPIRAN

1. Lampiran 1 Hasil Klasifikasi Tekstur Sedimen berdasarkan Diagram Segitiga USDA	1
---	---