

SKRIPSI

**ANALISIS KANDUNGAN LOGAM (Pb) DAN (Cu) DI SEDIMEN PADA
TIGA PELABUHAN BERBEDA SERTA KAITANNYA DENGAN BAHAN
ORGANIK TOTAL (BOT)**

Disusun dan diajukan oleh:

ILMI AMALIA

L111 16 535



**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2021

**ANALISIS KANDUNGAN LOGAM (Pb) DAN (Cu) DI SEDIMEN PADA
TIGA PELABUHAN BERBEDA SERTA KAITANNYA DENGAN BAHAN
ORGANIK TOTAL (BOT)**

**Ilmi Amalia
L111 16 535**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana
Program Studi Ilmu Kelautan, Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan
Perikanan Universitas Hasanuddin



**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS KANDUNGAN LOGAM (Pb) DAN (Cu) DI SEDIMEN PADA TIGA
PELABUHAN BERBEDA SERTA KAITANNYA DENGAN BAHAN ORGANIK TOTAL
(BOT)**

Disusun dan diajukan oleh

ILMI AMALIA

L111 16 535

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Ilmu
Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin
pada tanggal...
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping



Prof. Dr. Akbar Tahir, M.Sc.
NIP. 19610718 198810 1 001



Dr. Ir. Muh. Farid Samawi, M.Si
NIP. 19650810 199103 1 006

Ketua Program Studi,



Dr. Ahmad Faizal, ST, M.Si.
NIP.19750727 200112 1 003

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama ; Ilmi Amalia

NIM ; L111 16 535

Program Studi ; Ilmu Kelautan

Jenjang ; S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan yang berjudul

Analisis Kandungan Logam Pb dan Cu di Sedimen pada tiga Pelabuhan berbeda
serta kaitannya dengan Bahan organik total (BOT)

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa Skripsi/Tesis/Disertasi yang saya tulis ini benar benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dkemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan Skripsi/Tesis/Disertasi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut

Makassar,.....

Yang menyatakan



Ilmi Amalia

PERNYATAAN AUTHORSHIP

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ilmi Amalia Tabir

NIM : L111 16 535

Program Studi : Ilmu Kelautan

Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa publikasi sebagian atau keseluruhan isi Skripsi/Tesis/Disertasi pada jurnal atau forum ilmiah lain harus seizin dan menyertakan tim pembimbing sebagai author dan Universitas Hasanuddin sebagai institusinya. Apabila dalam waktu sekurang-kurangnya dua semester (satu tahun sejak pengesahan Skripsi) saya tidak melakukan publikasi dari sebagian atau keseluruhan Skripsi ini, maka pembimbing sebagai salah seorang dari penulis berhak mempublikasikannya pada jurnal ilmiah yang ditentukan kemudian, sepanjang nama mahasiswa tetap diikutkan.

Makassar, Februari 2021

Mengetahui,
Ketua Program Studi,

Penulis

Dr. Ahmad Faizal, ST, M.Si
NIP.19750727 200112 1 003

Ilmi Amalia Tabir
L111 16 535

ABSTRAK

ILMI AMALIA L111 16 535. “Analisis kandungan logam (Pb) dan (Cu) di sedimen pada tiga pelabuhan berbeda serta kaitannya dengan bahan organik total (BOT)” dibimbing oleh **AKBAR TAHIR** sebagai Pembimbing Utama dan **MUH. FARID SAMAWI** sebagai Pembimbing Pendamping.

Pelabuhan sebagai salah satu tempat kegiatan ekonomi yang dipergunakan sebagai transportasi laut, bongkar muat barang dan perdagangan perikanan yang dapat menghasilkan limbah di perairan yang kemudian terendapkan di sedimen juga mempengaruhi kondisi geokimia dapat pula meningkatkan kandungan logam serta meningkatkan kadar bahan organik. Pengambilan sampel dilakukan di tiga Pelabuhan yaitu Pelabuhan Soekarno Hatta, Pelabuhan Pendaratan Ikan dan Pelabuhan Paotere. Penelitian ini bertujuan menganalisis kandungan logam Pb dan Cu di sedimen pada tiga Pelabuhan dengan aktivitas berbeda serta keterkaitannya dengan bahan organik total. Sampel diambil sebanyak lima kali ulangan secara *purposive random sampling* di setiap stasiun. Analisis logam dilakukan dengan metode AAS (*Atomic absorption spectrophotometer*) dan analisis data menggunakan One Way Anova. Hasil yang diperoleh kandungan logam Pb dan Cu di tiga lokasi penelitian, kandungan logam tertinggi pada Pelabuhan Paotere, Pangkalan Pendaratan Ikan dan terendah di Pelabuhan Hatta. Berdasarkan hasil uji korelasi Pearson didapatkan kandungan logam Pb dan Cu tidak memiliki korelasi yang signifikan terhadap bahan organik total dengan adanya perbedaan yang signifikan ($P > 0.05$) karena dipengaruhi aktivitas antropogenik. Kandungan logam Pb dan Cu pada lokasi penelitian belum melewati ambang batas baku mutu yang ditetapkan US-EPA (2004).

Kata kunci: pelabuhan, logam Pb dan Cu, bahan organik total.

ABSTRACT

ILMI AMALIA L111 16 535. "Analysis of (Pb) and (Cu) metal Content in the sediments at three different ports and their relation to total organic matter" supervised by **AKBAR TAHIR** as the principle supervisor and **MUH. FARID SAMAWI** as the co-supervisor.

Port as one of the places for economic activity that is used for sea transportation, loading and unloading of goods and fisheries trade which can produce waste in waters which is then deposited in sediments, which also affects geochemical conditions, and increase metal content and organic matter levels. Samplings were carried out at three ports, namely Soekarno Hatta Port, Fish Landing Port and Paotere Port. This study aims to analyze the metal content of Pb and Cu in the sediments of three ports with different activities and their relationship to total organic matter. Sediment samples were taken five times by purposive random sampling at each station. Metal analysis was performed using the AAS method (Atomic absorption spectrophotometer) and data analyzed using one way Anova. The results obtained were the metal content of Pb and Cu in the three research locations, the highest metal content was at Paotere Port, Fish landing base and the lowest was in Hatta Port. Based on the results of the Pearson correlation test, it was found that the metal content of Pb and Cu did not have a significant correlation to the total organic matter with a significant difference ($P < 0.05$) because it was influenced by anthropogenic activity. The metal content of Pb and Cu at the research location has not passed the quality standard threshold set by the US-EPA (2004).

Keywords: Port, Pb and Cu metals, total organic matter.

UCAPAN TERIMA KASIH

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillah segala puji bagi Allah SWT. yang telah memberikan nikmat tiada berujung dan sholawat serta salam kepada Rosulullah SAW. sebagai suri tauladan seluruh manusia. Dalam menyelesaikan penelitian dan skripsi ini, penulis mendapat banyak bantuan dan dukungan moril maupun materil dari berbagai pihak, oleh karenanya izinkan penulis menyampaikan ungkapan terimakasih kepada:

1. Bapak **Prof. Dr. Akbar Tahir, M.sc** selaku pembimbing pertama yang telah memberikan nasehat, arahan, dukungan hingga terselesainya penulisan skripsi. Bapak **Dr. Ir. Muh. Farid samawi M.Si** selaku pembimbing akademik dan pembimbing pendamping skripsi, yang selalu mengingatkan dan memberi saran kepada saya selama masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini.
2. Ibu **Dr. Ir Shinta Werorilangi M.Sc** dan Bapak **Dr. Mahatma Lanuru ST, M.Sc** selaku tim penguji yang telah memberikan saran dan masukan yang membangun sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
3. Ibu **Dr. Ir. St. Aisjah Farhum, M.Si** selaku Dekan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin beserta seluruh stafnya.
4. Bapak **Dr. Ahmad Faizal, ST, M.Si** selaku Ketua Departemen Ilmu Kelautan beserta para Dosen Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin, yang telah membagikan ilmu pengetahuan dan pengalamannya kepada penulis, baik dalam studi di kelas, praktik lapangan, maupun secara informal “terimah kasih atas limpahan ilmunya”.
5. Teman-Teman Se-Angkatan ATHENA 16 yang selalu kebersamai dan menemani selama perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini.
6. Kepada teman – teman Granderness yang selalu memberikan support mental healthy serta berbagi banyak hal
7. Keluarga mahasiswa Ilmu Kelautan (KEMA JIK FIKP UH) sebagai lembaga kader yang meningkatkan mental dan semangat sehingga penelitian ini dapat terselesaikan walaupun banyak rintangan yang dilewati
8. Kepada “HMI” sebagai lembaga kader bernafaskan islam yang memberi pandangan penulis sebagai manusia universal.

9. Teman-teman yang telah membantu secara khusus selama penelitian dilapangan dan penulisan skripsi (Hasnah, Agung Putra Perdana, Ardin pratama, Septian fakhrulwahid, Dicky dermawan)
10. Teman – teman KKN Sebatik Tengah geolombang 102 (Asti Inayati Maghfira, Hillary Igetha ayuko, Tri susanti , NurHikmah kadja,Yuni arianti, Rahma dwi akhda, Muliana musrsalim, Wahyu budiman, Jackson, ikhsan, Ardi) yang senantiasa mendengarkan keluh kesah penyusunan skripsi.
11. Teman – teman FBI (Abdul Gafur Rahman, David Rantetana, Fajriansyah Nadir, Indah Dewi Cahyani, Mayang Nizhar Rajj, Muh. Nabil Akbar ,Muh. Try REXKY Nugroho, Nur Afni, Nur Inzani, Nurul, Fajriani Manaba, Siti Nasiroh Fitriani, Wahyuni Octaviani, Siti Hardiyati Yahya dan Assajadah Nuratika) yang telah menemani selama perkuliahan.
12. Semua pihak yang namanya luput disebutkan satu persatu, terimakasih atas segala bentuk doa dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.

Semoga Allah SWT. selalu memberikan anugerah-Nya kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari masih ada kekurangan dalam penulisan ini. Penulis berharap bahwa hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi kepada semua pihak yang membutuhkan.

Makassar, Februari 2021

Ilmi Amalia Tabir

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT, karena atas berkah, rahmat, hidayah, dan karunia yang diberikan sehingga skripsi yang berjudul “Analisis kandungan logam (Pb) dan (Cu) di sedimen pada tiga pelabuhan berbeda serta kaitannya dengan bahan organik total (BOT)” ini dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat dan salam juga penulis panjatkan kepada baginda Nabi besar Muhammad SAW yang menjadi suri tauladan bagi seluruh manusia.

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Dosen Pembimbing dan Penguji skripsi serta seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam memberikan arahan dan masukan kepada penulis. Ucapan hangat dan manis kepada keluarga tersayang dan teman-teman seperjuangan Athena16. Skripsi ini merupakan uraian tertulis tentang penelitian mengenai Kandungan logam Pada daerah pelabuhan yang dilaksanakan sejak Oktober 2020.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penulisan tugas akhir ini. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat penulis perlukan demi perbaikan untuk penulisan-penulisan kedepannya. Selain itu, penulis berharap dapat memberikan manfaat kepada pihak-pihak yang membutuhkannya.

Makassar, Februari 2021

Penulis,

Ilmi Amalia

BIODATA PENULIS



Ilmi Amalia, Anak ketiga dari empat bersaudara lahir di Makassar pada tanggal 26 Februari 1998 dari pasangan Bapak Tabir Addas dan ibunda Rasidah A. Tabir. Penulis mengawali pendidikan pada jenjang Taman Kanak – kanak Aisyah Bustanul adhfa, SD. Inpres Tamalanrea IV, kemudian pada tahun 2010 - 2016 SMP dan SMA di Pondok Pesantren Puteri Ummul Mukminin, Makassar. Pada tahun 2016 penulis diterima sebagai mahasiswa Ilmu Kelautan Universitas Hasanuddin, jalur POSK (Prestasi Olah raga seni dan Keterampilan)

Selama menjadi mahasiswa, penulis mengikuti beberapa kegiatan kemahasiswaan sebagai upaya pengembangan diri. Penulis menjabat sebagai Anggota Badan Pengurus Harian, Departemen Pendidikan dan Kaderisasi KEMA JIK FIKP UH Periode 2018-2019, Sekertaris Bidang pemberdayaan Keperempuanan HMI Komisariat ITK Cabang Makassar Timur Periode 2018-2020, Serta Ketua Kohati HMI Komisariat ITK periode 2020-2021.

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik Pulau Sebatik, Kec. Sebatik tengah, Desa Aji kuning Gelombang 102 pada bulan Juli- Agustus 2019

Adapun untuk memperoleh gelar Sarjana Kelautan, Penulis melaksanakan penelitian yang serta penulisan skripsi yang berjudul “Analisis Kandungan logam (Pb) dan (Cu) di Sedimen pada tiga Pelabuhan berbeda serta kaitannya dengan Bahan organik total (BOT)” pada tahun 2020 dibawah bimbingan Prof. Dr. Akbar Tahir, M.Sc selaku pembimbing utama dan Dr. Ir. Muh. Farid Samawi M.Si.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
PERNYATAAN AUTHORSHIP	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR	x
BIODATA PENULIS	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan dan Kegunaan	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Logam.....	4
B. Pencemaran Logam	5
C. Logam Timbel (Pb).....	6
D. BahayaTimbel (Pb).....	7
E. Logam Tembaga (Cu)	8
F. Bahaya Tembaga (Cu).....	8
G. Bahan Organik Total (BOT)	8
H. Korelasi Sedimen, BOT dan Logam	9
I. Parameter Lingkungan	10

1.	Derajat Keasaman (pH)	10
2.	Potensi Redoks (Eh)	10
3.	Ukuran Butir Sedimen	11
III.	METODOLOGI PENELITIAN.....	12
A.	Waktu dan Tempat	12
B.	Alat dan Bahan	13
C.	Prosedur Penelitian	14
4.	Persiapan Awal	14
5.	Penentuan Stasiun	14
6.	Pengambilan Sampel	14
7.	Pengukuran Parameter	14
8.	Analisis Sedimen	15
9.	Analisis Bahan Organik Total (BOT)	16
10.	Analisis besar butir sedimen	17
D.	Analisis Data	18
IV.	HASIL	19
A.	Kondisi Visual Lokasi Penelitian	19
B.	Konsentrasi Logam Sedimen	20
1.	Logam Timbel (Pb)	20
2.	Logam Tembaga (Cu)	20
C.	Parameter Geokimia Sedimen	21
1.	Tekstur Sedimen	21
2.	Bahan Organik Total (BOT)	22
3.	Potensi redoks (Eh)	23
4.	Derajat Keasaman (pH)	23
D.	Keterkaitan Konsentrasi Logam Pb dan Cu dengan Parameter kimia.	24

V. PEMBAHASAN	26
A. Analisis Sedimen.....	26
1. Logam Timbel (Pb).....	26
2. Logam Tembaga (Cu).....	26
3. Jenis Sedimen.....	27
B. Bahan organik total (BOT)	27
C. Potensi Redoks	28
D. Derajat keasaman	29
E. Keterkaitan Konsentrasi Logam dengan Bahan organik Total di Sedimen ...	29
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	31
A. Kesimpulan.....	31
B. Saran	31
DAFTAR PUSTAKA.....	32
LAMPIRAN	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta lokasi penelitian.....	12
Gambar 2. Rata-rata nilai konsentrasi logam Pb pada stasiun pengamatan ($n=5\pm SD$)	20
Gambar 3. Rata-rata nilai konsentrasi logam Cu pada stasiun pengamatan ($n=5\pm SD$)	21
Gambar 4. Presentase Jenis sedimen pada lokasi penelitian.	22
Gambar 5. Rata-rata nilai persentase bahan organik total pada stasiun pengamatan ($n=5\pm SD$).....	22
Gambar 6. Rata-rata nilai potensi redoks pada stasiun pengamatan ($n=5\pm SD$).....	23
Gambar 7. Rata-rata nilai pH pada stasiun pengamatan ($n=5\pm SD$).....	24

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Gradasi status redoks.....	11
Tabel 2. Alat yang digunakan dalam penelitian.....	13
Tabel 3. Bahan yang digunakan dalam penelitian	13
Tabel 4. Kriteria kandungan bahan organik dalam sedimen Reynold (1971)	17
Tabel 5. <i>Skala Wentworth</i> untuk mengklasifikasikan sedimen Hutabarat dan Evans (1985)	18
Tabel 6. Hasil korelasi Pb dengan BOT	24
Tabel 7. Hasil korelasi Cu dengan BOT	25
Tabel 8. Hasil korelasi Logam dengan jenis sedimen.....	25
Tabel 9. Hasil korelasi Logam dengan Parameter kimia	25

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Bahan Organik Total pada tiga stasiun penelitian.....	36
Lampiran 2. Data hasil ukuran Butir sedimen pada tiga stasiun penelitian	37
Lampiran 3. Data derajat keasaman pada tiga stasiun penelitian	39
Lampiran 4. Data potensi redoks pada ketiga stasiun penelitian	39
Lampiran 5. Data pengukuran Logam Pb di sedimen.....	40
Lampiran 6. Data pengukuran Logam Cu di sedimen.....	40
Lampiran 7. Hasil uji statistik <i>one way anova</i>	41

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sekitar 70% permukaan bumi di selimuti oleh air. Oleh karena itu, air dapat dikatakan sebagai bagian yang esensial dari sistem kehidupan. Hampir 97,2% dari air yang ada di bumi merupakan air laut (Hutagalung, 1991). Seperti halnya air tawar, air laut juga mempunyai kemampuan yang besar untuk melarutkan bermacam-macam zat, baik yang berupa gas, cairan, maupun padatan. Laut merupakan tempat bermuaranya sungai-sungai yang mengangkut berbagai macam zat, dapat berupa zat hara yang bermanfaat bagi organisme perairan, dapat pula berupa bahan-bahan yang tidak bermanfaat, bahkan mengganggu pertumbuhan dan perkembangan ikan dan organisme perairan atau dapat mengakibatkan penurunan kualitas air (Cahyadi, 2000).

Penurunan kualitas air ini diakibatkan oleh adanya zat pencemar, baik berupa komponen-komponen organik maupun anorganik. Komponen-komponen anorganik, di antaranya adalah logam yang berbahaya. Beberapa logam tersebut banyak digunakan dalam berbagai keperluan sehari-hari, oleh karena itu di produksi secara rutin dalam skala industri. Penggunaan logam-logam tersebut dalam berbagai keperluan sehari-hari, baik secara langsung maupun tidak langsung, sengaja maupun tidak sengaja, telah mencemari lingkungan. Beberapa logam yang berbahaya dan sering mencemari lingkungan terutama adalah merkuri (Hg), timbel/timah hitam (Pb), arsenic (As), tembaga (Cu), kadmium (Cd), khromium (Cr), dan nikel (Ni) (Fardiaz, 1992). Logam-logam tersebut diketahui dapat mengendap di dalam tubuh organisme, dan tetap tinggal dalam tubuh dalam jangka waktu lama sebagai racun yang terakumulasi (Palar, 1994). Selain dalam tubuh organisme, logam juga dapat terakumulasi dalam padatan yang ada dalam perairan seperti sedimen.

Sedimen adalah lapisan bawah yang melapisi sungai, danau, reservar, teluk, muara, dan lautan. Pada umumnya logam-logam yang terdekomposisi pada sedimen tidak terlalu berbahaya bagi makhluk hidup perairan, tetapi oleh adanya pengaruh kondisi akuatik yang bersifat dinamis seperti perubahan pH, akan menyebabkan logam-logam yang terendapkan dalam sedimen terionisasi ke badan

perairan. Hal inilah yang merupakan bahan pencemar dan akan memberikan sifat toksik terhadap organisme hidup bila ada dalam jumlah yang berlebih (Siaka, 1998).

Salah satu aktivitas utama di wilayah pesisir adalah aktivitas pelabuhan sebagai tempat kegiatan ekonomi yang dipergunakan sebagai tempat kapal bersandar, berlabuh, naik turun penumpang dan bongkar muat barang serta perdagangan perikanan, karna itu pelabuhan menghasilkan limbah cair dan padat dari pencucian kapal, pendinginan mesin dan pembuangan sampah yang dapat mempengaruhi kondisi oseanografi di sekitar pelabuhan yang menyebabkan meningkatnya kadar bahan organik dan anorganik diperairan, Selain bahan organik, salah satu faktor pencemaran di perairan adalah logam. Hutabarat dan Evans (2000) menyatakan bahwa, senyawa logam yang terlarut di air teradsorpsi oleh partikulat dan terendapkan dalam sedimen. Logam yang terdapat pada kolom air akan mengalami proses penggabungan dengan senyawa- senyawa lain, baik organik maupun anorganik.

Bahan Organik memberikan dasar nutrisi dan energi untuk mikro dan makroorganisme, berdampak besar pada spesiasi banyak logam dengan proses seperti kompleksasi dan adsorpsi, Partikel sedimen yang halus mempunyai kemampuan yang baik dalam mengikat logam dalam sedimen dan mengakumulasi bahan organik, dikarenakan partikel sedimen yang halus memiliki luas permukaan yang besar dengan kerapatan ion yang lebih stabil untuk mengikat logam dari pada partikel sedimen yang lebih kasar (Maslukah, 2013), Hal ini menunjukkan bahwa sedimen merupakan tempat proses akumulasi logam di perairan laut (Rochyatun dan Rozak, 2007).

Berkaitan dengan hal tersebut, maka banyak yang telah meneliti logam pada sedimen, baik yang berlokasi di sungai maupun di laut. Penelitian tentang logam pada sedimen di laut terutama dilakukan di sekitar daerah yang kemungkinan besar merupakan tempat terakumulasinya logam (misalnya daerah disekitar pelabuhan). Dilihat dari jenis kegiatan di tiga Pelabuhan berbeda, dimana pelabuhan perikanan, pelabuhan rakyat dan pelabuhan Internasional Soekarno Hatta memiliki aktivitas dan jenis kapal yang berbeda sehingga terdapat kemungkinan besar kandungan logam pada sedimen di setiap pelabuhan tersebut berbeda.

B. Tujuan dan Kegunaan

Tujuan Penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui perbedaan kandungan Logam (Pb) dan (Cu) pada sedimen di tiga pelabuhan dengan aktivitas berbeda.
2. Mengetahui keterkaitan antara logam Pb dan Cu dengan Bahan organik total.

Adapun kegunaan dari penelitian ini yaitu :

1. Hasil penelitian diharapkan dapat digunakan sebagai informasi tentang kandungan logam pada daerah pelabuhan
2. Menjadi salah satu dasar pengetahuan dan memungkinkan penelitian lanjutan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Logam

Logam adalah material yang mempunyai massa jenis lebih besar dari 5 g/cm^3 (Effendi, 2000). Logam merupakan zat pencemar yang berbahaya karena memiliki sifat tidak dapat terdegradasi secara alami dan cenderung terakumulasi dalam air, sedimen dasar perairan, dan tubuh organisme (Harun *et al*, 2008). Logam (*heavy metals*) merupakan sekelompok elemen-elemen logam yang dikategorikan berbahaya jika masuk ke dalam tubuh makhluk hidup. Logam - logam seperti merkuri (Hg), nikel (Ni), kromium (Cr), tembaga (Cu), kadmium (Cd), dan timbel (Pb) dapat ditemukan dalam lingkungan perairan yang tercemar limbah (Nugroho, 2006).

Logam berdasarkan toksisitasnya dibagi menjadi tiga kelompok Darmono (1995). yaitu:

- a. Toksisitas tinggi, contohnya merkuri (Hg), kadmium (Cd), timbel (Pb), arsen (As), tembaga (Cu), dan seng (Zn).
- b. Toksisitas sedang, contohnya kromium (Cr), nikel (Ni), dan kobalt (Co).
- c. Toksisitas rendah, contohnya mangan (Mn) dan besi (Fe)

Berdasarkan sudut pandang toksikologi, logam dapat di bagi menjadi dua jenis. Jenis pertama adalah logam esensial dimana keberadaanya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan efek racun, jenis kedua yaitu logam non esensial dimana keberadaanya belum ditemukan fungsinya.

Keberadaan logam dalam air laut dapat berasal dari aktivitas manusia di daratan yang kemudian masuk ke laut melalui sungai, dapat pula berasal dari atmosfer yang jatuh ke laut, serta dapat pula berasal dari aktivitas gunung berapi (Effendi, 2003). Secara alamiah logam dapat masuk ke perairan melalui berbagai cara. Logam dapat masuk ke badan perairan umumnya berasal dari kegiatan - kegiatan gunung api, rembesan-rembesan air tanah yang melewati daerah deposit dan lain-lainnya. Selain bersifat racun, logam juga terakumulasi dalam sedimen dan biota melalui proses biokonsentrasi, bioakumulasi dan biomagnifikasi oleh biota laut. Logam-logam yang masuk ke dalam tubuh hewan umumnya tidak dikeluarkan lagi dari tubuh mereka.

Karena itu logam-logam cenderung untuk menumpuk dalam tubuh mereka. Sebagai akibatnya, logam-logam ini akan terus ada di sepanjang rantai makanan. Hal ini disebabkan karena predator pada satu trofik level makan mangsa mereka dari trofik level yang lebih rendah yang telah tercemar (Hutabarat dan Evans,1986).

B. Pencemaran Logam

Pencemaran logam pada berbagai ekosistem pesisir dan laut saat ini sudah menjadi isu sentral dan penting diteliti terutama pencemaran oleh Pb, Cd, Cu, Ni dan Zn. Logam merupakan bahan pencemar yang dapat merugikan kesehatan manusia (sebagai consumer akhir) dalam rentang waktu lama, karena efek lanjutnya (*delayed effect*) dapat mempengaruhi sistem syaraf, penyebab mutasi gen, menghambat sistem metabolisme sel dan dapat menyebabkan kanker.

Logam yang masuk ke perairan akan mengalami berbagai proses mencakup transport oleh arus, pasang surut, pengenceran, berasosiasi dengan bahan tersuspensi, koagulasi dan sedimentasi ke dasar, berasosiasi dengan bahan organik sedimen, diserap oleh biota (Siregar, 2009). Logam yang berasosiasi dengan biota dan sedimen, pada gilirannya akan memasuki rantai makanan (*food chain*) yang selanjutnya mengalami akumulasi pada hewan ikan. Ikan laut, pada hierarki rantai makanan tingkat atas, secara langsung akan menyerap (*uptake*) pencemaran dari badan air, atau secara tidak langsung akan terjadi biomagnifikasi melalui rantai makanan. Palar (2008) menyatakan bahwa dengan adanya pencemaran logam dalam badan perairan pada konsentrasi tertentu dapat berubah fungsi menjadi sumber racun bagi kehidupan perairan. Meskipun daya racun yang ditimbulkan oleh satu jenis logam terhadap semua organisme perairan tidak sama, namun kepunahan dari satu kelompok dapat menjadikan terputusnya rantai makanan kehidupan.

Logam menjadi berbahaya karena cenderung menjadi bioakumulasi. Bioakumulasi berarti peningkatan konsentrasi bahan kimia dalam organisme hidup dari waktu ke waktu, dibandingkan dengan konsentrasi bahan kimia di lingkungan. Akumulasi senyawa pada makhluk hidup ini kapan saja akan di serap dan disimpan lebih cepat dari waktu untuk menghancurkan dan mengeluarkannya.

C. Logam Timbel (Pb)

Pb merupakan salah satu jenis logam yang sering juga disebut dengan istilah timah hitam. Pb memiliki titik lebur yang rendah, mudah dibentuk, memiliki sifat kimia yang aktif sehingga biasa digunakan untuk melapisi logam agar tidak timbul perkaratan. Pb adalah logam yang lunak berwarna abu-abu kebiruan mengkilat dan memiliki bilangan oksidasi +2 (Sunarya, 2007). Pb termasuk dalam kelompok logam golongan IVA dalam Sistem Periodik Unsur kimia, mempunyai nomor atom 82 dengan berat atom 207,2 g/mol, berbentuk padat pada suhu kamar dan bertitik lebur 327,4 °C

Pb terdapat diperairan baik secara alamiah maupun sebagai dampak dari aktivitas manusia. Logam ini masuk ke perairan melalui pengkristalan Pb di udara dengan bantuan air hujan. Selain itu, proses korofikasi dari batuan mineral juga merupakan salah satu jalur masuknya sumber Pb keperairan (Palar, 1994). Kandungan Pb dari beberapa batuan kerak bumi sangat beragam. Batuan eruptif seperti granit dan riolit memiliki kandungan Pb kurang lebih 200 ppm.

Sumber logam Pb di perairan bersumber dari alam (abu vulkanik, pengikisan batuan, serta aktivitas manusia (limbah domestik, limbah industri) keberadaan logam Pb pada perairan akan terakumulasi pada sedimen dan dapat menimbulkan efek toksisitas (Sambel, 2005). Pb banyak digunakan dalam industri, misalnya sabagai zat tambahan bahan bakar.

Banyaknya penggunaan Pb dalam dunia industri menimbulkan dampak keracunan pada makhluk hidup sehingga Pb cukup dikenal oleh masyarakat. Penggunaan logam banyak digunakan dalam industri baterai, kabel, penyepuhan, pestisida, dan sebagai zat anti letup pada bensin, serta sebagai formulasi penyambung pipa sehingga memungkinkan terjadinya kontak antara air rumah tangga dengan logam Pb (Widowati *et al*, 2008).

Selain dalam dunia industri salah satu penyumbang Pb di perairan juga dapat berasal dari bahan bakar minyak kapal serta air pembuangan limbah yang berkaitan dengan logam Pb mengalir dan masuk keperairan terbawa oleh arus (palar, 1994). Di perairan, Pb ditemukan dalam bentuk terlarut dan tersuspensi. Bahan bakar yang mengandung timbel juga memberikan kontribusi yang berarti bagi keberadaan Pb dalam air (Effendi, 2003).

D. Bahaya Timbel (Pb)

Toksisitas logam sangat dipengaruhi oleh faktor fisika, kimia dan biologi lingkungan. Pb merupakan salah satu logam yang sangat berbahaya bagi makhluk hidup karena bersifat karsinogenik, dapat menyebabkan mutasi, terurai dalam jangka waktu lama dan toksisitasnya tidak berubah (Fardiaz, 1992).

Pb merupakan logam yang bersifat neurotoksin yang dapat masuk dan terakumulasi dalam tubuh manusia ataupun hewan, sehingga bahayanya terhadap tubuh semakin meningkat (Librawati, 2005). Menurut Palar (1994) meskipun jumlah Pb yang diserap oleh tubuh hanya sedikit, logam ini ternyata menjadi sangat berbahaya. Hal ini disebabkan senyawa-senyawa Pb dapat memberikan efek racun terhadap banyak fungsi organ yang terdapat dalam tubuh. Dalam jaringan dan atau organ tubuh, Pb akan terakumulasi pada tulang, karena logam ini dalam bentuk ion (Pb^{2+}) mampu menggantikan keberadaan ion Ca^{2+} (kalsium) yang terdapat dalam jaringan tulang.

Pb adalah logam toksik yang bersifat kumulatif sehingga mekanisme toksitasnya dibedakan menurut beberapa organ yang dipengaruhinya, Darmono (2001) yaitu sebagai berikut :

- a. Sistem hemopoetik timbel akan menghambat sistem pembentukan hemoglobin sehingga menyebabkan anemia
- b. Sistem saraf pusat dan tepi dapat menyebabkan gangguan ensefalopati dan gejala gangguan saraf perifer
- c. Sistem ginjal dapat menyebabkan aminoasiduria, fosfaturia, glukosuria, nefropati, fibrosis dan atrofi glomerular
- d. Sistem gastro-intestinal dapat menyebabkan kolik dan konstipasi
- e. Sistem kardiovaskular menyebabkan peningkatan permeabilitas kapiler pembuluh darah
- f. Sistem reproduksi dapat menyebabkan kematian janin pada wanita dan hipospermi dan teratospermi.

E. Logam Tembaga (Cu)

Cu merupakan logam transisi golongan IB yang memiliki nomor atom 29 dan berat atom 63,55 g/mol. Cu dalam bentuk logam memiliki warna kemerah-merahan, namun lebih sering ditemukan dalam bentuk berikatan dengan ion-ion lain seperti sulfat sehingga memiliki warna yang berbeda dari logam tembaga murni. Cu banyak digunakan sebagai material penghantar listrik/kawat listrik. Cu memiliki daya tahan korosi yang baik di dalam air, dalam tanah maupun dalam air laut, hal ini disebabkan adanya lapisan oksida yang melapisi permukaannya. Menurut Palar (2012) sumber alami logam Cu adalah dari pengkisan (erosi) dari batuan mineral dan debu-debu yang mengandung partikulat Cu di udara sedangkan sumber aktivitas manusia adalah dari industri, galangan kapal dan rumah tangga juga penggunaan cat antifouling pada kapal dan penggunaan pestisida dan fungisida (*Canadian Environmental Quality Guidelines*, 1999)

Cu merupakan elemen mikro yang sangat dibutuhkan oleh organisme, baik darat maupun perairan, namun dalam jumlah yang sedikit. Keberadaan Cu di suatu perairan umum dapat berasal dari daerah industri yang berada di sekitar perairan tersebut. Logam ini akan terserap oleh biota perairan secara berkelanjutan apabila keberadaannya dalam perairan selalu tersedia.

F. Bahaya Tembaga (Cu)

Cu dalam jumlah kecil merupakan unsur esensial bagi makhluk hidup. Dalam jumlah besar, Cu bersifat toksik kronis maupun akut. Tosisitas kronis Cu memiliki gejala berupa kehilangan selera makan, kehausan, krisis hemolitik yang ditandai wajah pucat, urine berwarna coklat, sakit kepala, sakit lambung, kehilangan keseimbangan, muntah dan diare, kerusakan hati, ginjal bahkan menyebabkan kematian. Pada anak-anak bisa menyebabkan penurunan tingkat intelegensia anak-anak dalam masa pertumbuhan, batuk-batuk dan pendarahan hidung. keracunan akut Cu menyebabkan terjadinya nekrosis sentrilobular hepar.

G. Bahan Organik Total (BOT)

Peranan bahan organik di dalam ekologi laut adalah sebagai sumber energi (makanan), sumber bahan keperluan bakteri, tumbuhan maupun hewan. Bahan

organik merupakan pencemar perairan yang paling umum dijumpai, dan dampak yang ditimbulkannya tidak langsung. Banyaknya kandungan logam pada perairan dapat menurunkan kandungan oksigen terlarut dan menyebabkan terjadi proses eutrofikasi (Mulya, 2002). Meskipun konsentrasi bahan organik di lautan kurang dari 0,01% dari jumlah total garam, senyawa ini merupakan pengubah penting dari banyak reaksi biologi dan kimia yang terjadi di laut.

Bahan organik yang terdapat di sedimen laut berasal dari partikel – partikel hasil pecahan batuan, serta sisa rangka dari organisme laut ataupun dari detritus organik daratan yang telah tertransportasi dan terendapkan di sedimen. Secara umum, pendeposisian material organik karbon dan keadaannya (material yang bersumber dari cangkang dan karang) lebih banyak terdapat di daerah dekat pantai dan pada lingkungan laut lepas (Kohongia, 2002).

Bahan Organik memberikan dasar nutrisi dan energi untuk mikro dan makroorganisme, berdampak besar pada spesiasi banyak logam dengan proses seperti kompleksasi dan adsorpsi, dan merupakan prekursor dari bahan bakar fosil seperti minyak bumi dan serpih minyak (Millero, 2006). Kandungan bahan organik total di perairan dapat bervariasi antara 1.00 – 30.00 mg/L. Sedangkan nilai yang lebih tinggi dari angka tersebut dapat menunjukkan adanya masukan akibat kegiatan manusia (Ardi, 2002).

H. Korelasi Sedimen, BOT dan Logam

Logam memiliki sifat yang mudah mengikat dan mengendap di dasar perairan (Hutagulung, 1991). Keberadaan logam erat hubungannya dengan keberadaan bahan organik, menurut Thomas dan Bendell-Young (1998) menyebutkan bahwa bahan organik merupakan komponen geokimia yang paling penting dalam mengontrol pengikatan logam – logam di sedimen.

Tingkat akumulasi logam dalam sedimen ditentukan oleh faktor fisika kimia sedimen, Kenaikan pH pada sedimen akan diikuti dengan semakin kecilnya kelarutan dari senyawa-senyawa logam, umumnya pada pH yang tinggi maka kestabilan akan bergeser dari karbonat ke hidroksida. Hidroksida ini mudah sekali membentuk ikatan permukaan dengan partikel-partikel yang terdapat pada badan perairan, lama kelamaan persenyawaan yang terjadi antara hidroksida dan partikel-partikel yang ada di badan perairan akan mengendap di sedimen (Palar, 1994).

Perbedaan karakteristik sedimen menyebabkan perbedaan kemampuan sedimen dalam mengakumulasi logam sehingga mempengaruhi pola distribusinya. Beberapa karakteristik fisika kimia sedimen yang paling utama menentukan distribusi dan akumulasi logam dalam sedimen adalah tekstur atau ukuran partikel sedimen, kandungan bahan organik, dan kondisi oksidasi reduksi dalam sedimen (Rainbow, 2006). Hal itulah menjadi dasar pengukuran kadar logam dari suatu aktivitas di perairan dilakukan di sedimen.

I. Parameter Lingkungan

Beberapa Parameter yang mempengaruhi laju absorpsi logam dalam air ke dalam sedimen yaitu derajat keasaman (pH), Potensi redoks (Eh) dan ukuran butir sedimen (Darmono, 1995) :

1. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) adalah ukuran tentang besarnya konsentrasi ion hidrogen dan menunjukkan apakah perairan itu bersifat asam atau basa dalam reaksinya (Wardoyo, 1975). Nilai pH tanah berkisar 0 – 14 dengan pH 7 adalah netral, pH <7 bersifat asam, sedangkan pH >7 dikatakan bersifat basa (Effendi, 2003). Derajat keasaman (pH) mempengaruhi konsentrasi logam. Menurut Sarjono (2009) Umumnya Penurunan pH pada perairan akan menyebabkan konsentrasi logam semakin besar. Palar (2004) menyatakan pH berpengaruh langsung atas kelarutan logam di sedimen, kenaikan pH menyebabkan penurunan kelarutan logam sehingga logam cenderung mengendap begitupun sebaliknya. pH di perairan dipengaruhi oleh beberapa faktor fisika antara lain oleh suhu, arus dan salinitas. pH di perairan yang ideal adalah 6.5-8.5 (Sastrawijaya,1991).

2. Potensi Redoks (Eh)

Potensi redoks merupakan pengukuran kuantitatif terhadap kemampuan reduksi dengan menyediakan indeks atau derajat dari keadaan yang anoksik yang memiliki nilai Eh dibawah -200 mV dan sedimen dengan kandungan oksigen memiliki nilai Eh diatas +200 mV Patrick and Delaune (1997). Potensi redoks dalam proses reduksi yang dinyatakan dalam Volt (mV) Bengen (2002). Sedimen pada suatu perairan dibagi menjadi tiga zona berdasarkan pada nilai redoks potensial dan reaksi kimia yang

terjadi. Zona tersebut adalah zona oksidasi dimana nilai Eh >200 mV, zona transisi dengan nilai Eh berkisar antara 0-200 mV, dan zona reduksi yang memiliki nilai Eh <0 mV Bengen (2002).

Status oksidasi dikelaskan ke dalam empat kategori yaitu oksidasi, reduksi rendah, reduksi sedang, reduksi dapat dilihat pada Tabel 1 Liu (1985) :

Tabel 1. Gradasi status redoks

Status redoks	Kisaran Eh (mV)	Reaksi
Oksidasi	>400	O ₂ berlebih, material dalam bentuk oksidasi
Reduksi rendah	400 – 200	O ₂ , NO ₃ ⁻ dan Mn ⁴⁺ reduksi
Reduksi sedang	00 – (-100)	Fe ³⁺ direduksi ; senyawa organik direduksi
Reduksi	< (-100)	CO ₂ dan H ⁺ direduksi

Sumber : Liu (1985).

3. Ukuran Butir Sedimen

Ukuran partikel sedimen berperan penting terhadap daya akumulasi logam. Hal ini sesuai dengan pendapat Sahara (2009), yang menyatakan bahwa semakin kecil ukuran partikel, semakin besar kandungan logamnya. Hal ini disebabkan karena partikel sedimen yang halus memiliki luas permukaan yang lebih besar dengan kerapatan ion yang lebih stabil untuk mengikat dari pada partikel sedimen yang lebih besar. Amin (2002) menyatakan bahwa semakin kecil ukuran partikel sedimen akan semakin tinggi kandungan logam yang ada di dalamnya karena mempunyai daya akumulasi yang tinggi.