

**LAPORAN**  
**PENELITIAN KEILMUAN**



**Pencemaran Pb (Timbal) dan Cd (Cadmium) pada Hasil Perikanan Laut  
Tangkapan Nelayan di Sekitar Teluk Jakarta**

**TIM PENGUSUL**

<b>Dra. Tri Wahyuningsih, M.Pd</b>	<b>Ketua</b>	<b>NIDN: 0020016004</b>
<b>Dr. Maman Rumanta, M.Si</b>	<b>Anggota</b>	<b>NIDN: 0009056305</b>
<b>Drs. Gusti Nurdin, M.Pd</b>	<b>Anggota</b>	<b>NIDN: 0001036105</b>

**UNIVERSITAS TERBUKA**  
**Desember 2014**

## SURAT PERNYATAAN REVIEWER-1

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dr. Tita Rosita  
NIP : 19601003 198601 2 001  
Jabatan : Lektor Kepala

Telah menelaah laporan penelitian

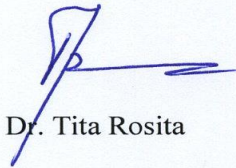
Judul : Pencemaran Pb (Timbal) dan Cd (Cadmium) pada Hasil Perikanan Laut  
Tangkapan Nelayan di Sekitar Teluk Jakarta

Peneliti : Tri Wahyuningsih

Menyatakan bahwa laporan tersebut layak diterima sebagai laporan Penelitian.

Demikian surat pernyataan ini dibuat untuk dapat dipergunakan seperlunya.

Tangerang Selatan, 15 Desember 2014  
Penelaah,



Dr. Tita Rosita

**HALAMAN PENGESAHAN  
LAPORAN PENELITIAN**

1. a. Judul Penelitian : Pencemaran Pb (Timbal) dan Cd (Cadmium) pada Hasil Perikanan Laut Tangkapan Nelayan di Sekitar Teluk Jakarta  
b. Bidang Penelitian : Keilmuan  
c. Klasifikasi Penelitian : Lanjut
2. **Ketua Peneliti:**  
a. Nama Lengkap : **Dra. Tri Wahyuningsih, M.Pd**  
b. NIDN : 0020016004  
c. Jabatan Fungsional : Lektor  
d. Program Studi : Pendidikan Biologi  
e. Nomor HP : 082195572021  
f. Alamat surel (e-mail) : tri@ut.ac.id
3. **Anggota Peneliti (1)**  
a. Nama Lengkap : **Dr. Maman Rumanta, M. Si**  
b. NIDN : 0009056305  
c. Program Studi : Pendidikan Biologi
- Anggota Peneliti (2)**  
a. Nama Lengkap : **Drs. Gusti Nurdin, M.Pd**  
b. NIDN : 0001036105  
c. Program Studi : Pendidikan Biologi
4. **Periode Penelitian** : 2014  
Lama Penelitian : 1 (satu) tahun
5. **Biaya Penelitian** : Rp 30.000.000,00 (tiga puluh juta rupiah)
6. **Sumber Biaya** : Universitas Terbuka
7. **Pemanfaatan Penelitian** : Jurnal (UT, Nas, Inter)

Tangerang Selatan, 10 Desember 2014

Ketua Peneliti,

(Dra. Tri Wahyuningsih, M.Pd )  
NIP 19600120 198703 2 002



Mengetahui,  
Dekan FKIP-UT

Drs. Udin Kusmawan, M.Ed., Ph.D)  
NIP 19690405 199403 1 002

Menyetujui,  
Ketua lembaga penelitian



(Kristanti Ambar Puspitasari)  
NIP 19610212 198603 2 001

## DAFTAR ISI

Halaman Pengesahan .....	3
Daftar Isi .....	4
Ringkasan.....	5
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	6
B. Perumusan Masalah .....	8
C. Tujuan Penelitian .....	9
D. Manfaat Penelitian .....	9
II. KAJIAN TEORI	
A. Teluk Jakarta .....	10
B. Kondisi Pencemaran Perairan di Teluk Jakarta .....	11
C. Logam Berat .....	13
D. Penelitian yang Relevan.....	17
III. METODE PENELITIAN	
A. Lokasi dan waktu penelitian .....	19
B. Bahan dan Alat .....	19
C. Prosedur Pengambilan Data .....	19
D. Analisis Data .....	21
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Kandungan Pb dan Cd pada hasil perikanan laut musim Timur dan Musim Barat.....	23
B. Perbedaan kandungan Cd antar jenis hasil perikanan laut .....	26
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan.....	31
B. Saran .....	31
DAFTAR PUSTAKA .....	33
Lampiran 1 Biodata Peneliti.....	36

# Pencemaran Pb dan Cd pada Hasil Perikanan Laut Tangkapan Nelayan di Sekitar Teluk Jakarta

## Ringkasan Penelitian

Tri Wahyuningsih , Maman Rumanta, dan Gusti Nurdin

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi Pb dan Cd pada hasil perikanan laut Teluk Jakarta, Penelitian ini dilakukan mulai bulan Februari-Desember 2014, dengan lokasi penelitian di perairan Teluk Jakarta. Metode yang digunakan adalah uji laboratorium. Pengambilan sampel hasil perikanan laut dilakukan dua periode yaitu pada Musim Barat dan Musim Timur. Pengambilan sampel hasil perikanan dilakukan dengan cara membeli langsung dari para nelayan yang beroperasi di sekitar Teluk Jakarta dengan 4 kelompok hasil perikanan laut, yaitu *crustacea*, *pisces*, *bivalvia*, dan *cephalopoda*, yang masing-masing diambil 3 ulangan sampel (triplo). Hasil perikanan yang telah terkumpul, selanjutnya dibawa ke Laboratorium ABICAL (*Agro Based Industri Calibration And Analytical Laboratoris*) Bogor, untuk dilakukan uji kandungan Pb dan Cd-nya. Data hasil penelitian ini diolah dengan menggunakan statistik deskriptif kualitatif dan uji beda (t-test dan Anova) menggunakan perangkat lunak SPSS versi 20. Hasil analisis logam Pb pada hasil perikanan laut di teluk Jakarta menunjukkan pada umumnya rata-rata kandungan logam Pb pada bagian daging, Musim Timur dan Musim Barat sangat rendah (<0,042 mg/kg), sedangkan konsentrasi Cd ditemukan pada seluruh jenis sampel dan yang tertinggi pada kerang darah (0,747 mg/kg). Keadaan tersebut masih berada di bawah konsentrasi maksimal yang ditetapkan CCFAC (2001) maupun SNI (2009) . Hasil uji beda kandungan Cd menunjukkan bahwa kandungan Cd antar jenis pada setiap kelompok hasil perikanan laut pada umumnya menunjukkan adanya perbedaan signifikan, kecuali kandungan Cd antar jenis ikan. Sedangkan hasil uji beda kandungan Cd pada hasil perikanan antar musim (Barat dan Timur) tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, kecuali pada udang mentis dan cumi-cumi.

*Kata Kunci: Pb, Cd, Teluk Jakarta*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Teluk Jakarta merupakan suatu wilayah yang berada di sebelah Utara Kota Jakarta. Perairan Teluk Jakarta dari waktu ke waktu mendapat beban pencemar yang cukup berat, karena daerah ini menjadi muara dari 13 sungai yang ada di daerah Jawa Barat dan Banten. Ketiga belas sungai tersebut membawa polutan yang cukup tinggi, karena sebagian besar telah melalui daerah permukiman dan industri yang cukup padat di sekitar Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang, dan Bekasi.

Sering kita dengar bahwa pencemaran di Teluk Jakarta sudah sangat mengkhawatirkan baik pencemaran secara fisik, kimia, maupun biologi. Penelitian Sachhoemar & Wahyono (2007) menyimpulkan bahwa kematian ikan di Teluk Jakarta terutama disebabkan oleh limbah domestik yang banyak mengandung detergen dan menyebabkan peningkatan kebutuhan oksigen biologi/kimia (BOD/COD) dan menurunnya oksigen terlarut (DO) di perairan tersebut. Selain itu, tingginya pencemaran menyebabkan eutrofikasi ganggang beracun yang dapat menyebabkan kematian ikan di perairan Teluk Jakarta. Hal senada dikemukakan oleh Yudo (2010) bahwa tingginya pencemaran air di sungai Ciliwung yang bermuara di Teluk Jakarta disebabkan oleh pencemaran limbah domestik yang menyebabkan tingginya konsentrasi BOD, amonia, forfat, detergen, dan bakteri coli.

Selain pencemaran yang menyebabkan naiknya kebutuhan oksigen biologi/kimia (BOD/COD) dan menurunnya oksigen terlarut (DO), pada perairan tersebut juga terjadi pencemaran kimia yang cukup berbahaya yaitu logam berat. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa logam berat utama yang mencemari Teluk Jakarta adalah timbal (Hutagalung, 1994; Diniyah, 1995; dan Rumanta, 2005). Hutagalung (1994) yang meneliti kandungan logam berat pada sedimen di Teluk Jakarta mengungkapkan bahwa kandungan logam berat pada sedimen Teluk Jakarta sangat mengkhawatirkan, yaitu Hg (0,427 - 0,554  $\mu\text{g/g}$ ), Cd (0,52 - 1,72  $\mu\text{g/g}$ ), dan Pb (27,8 - 104,9  $\mu\text{g/g}$ ); sedangkan hasil penelitian Diniyah (1995) terungkap bahwa kandungan logam berat di perairan Teluk Jakarta sebagai berikut, Hg (ttt - 0,0008  $\mu\text{g/ml}$ ), Cd (0,084 - 0,096  $\mu\text{g/ml}$ ), dan Pb (1,570 - 1,750  $\mu\text{g/ml}$ ). Hal tersebut menunjukkan bahwa kandungan Hg perairan Teluk Jakarta masih di bawah ambang batas yang

diperbolehkan berdasarkan Kepmen-LH no 51 tahun 2004 (0,001  $\mu\text{g/ml}$ ), sedangkan Cd dan Pb telah melampaui ambang batas yang ditentukan (masing-masing 0,001  $\mu\text{g/ml}$  untuk Cd dan 0,008  $\mu\text{g/ml}$  untuk Pb). Selain itu, hasil penelitian Inswiasri, Tugawati, & Lubis (1997) terungkap bahwa kadar rata-rata logam pada hasil perikanan Teluk Jakarta, pada musim Timur lebih tinggi daripada musim hujan yaitu kadar (ppm) Cu = 0,70; Pb = 0,53; Cd = 0,30 dan Cr = 0,09 (musim Timur) dan pada musim hujan kadar (ppm) Cu = 0,38; Pb = 0,35; Cd = 0,23 dan Cr = 0,07. Hal senada juga terungkap dari penelitian Lestari dan Edward (2005) bahwa Kadar Pb dan Cd air laut di Pantai Ancol sekitar Mc. Donald mencapai kadar yang sangat tinggi yaitu 0,55 ppm untuk Pb dan 0,1 ppm untuk Cd. Hal serupa juga terungkap dari hasil penelitian Rumanta (2005) bahwa kandungan Pb pada air laut, baik di Pantai Muara Angke (0,173  $\pm$  0,047  $\mu\text{g/ml}$ ), di Pelabuhan Kapal Nelayan Muara Angke (0,241  $\pm$  0,08  $\mu\text{g/ml}$ ), maupun di Muara Sungai Angke (0,023  $\pm$  0,005  $\mu\text{g/ml}$ ), sudah melebihi baku mutu air laut untuk budidaya perikanan, yaitu  $\leq$  0,008  $\mu\text{g/ml}$  (Kepmen LH no 5 tahun 2004).

Dari hasil-hasil penelitian tersebut jelaslah bahwa pada umumnya pencemaran Cd dan Pb di Teluk Jakarta sudah melampaui ambang batas. Hal ini sangat mengkhawatirkan, karena logam berat merupakan unsur yang bersifat akumulatif baik di dalam sedimen maupun dalam tubuh organism perairan. Akibat dari tingginya kadar logam berat dalam perairan laut tersebut, dapat dipastikan kadar logam berat pada organisme yang ada di dalamnya akan terkontaminasi logam berat. Hasil penelitian Rumanta (2005) terungkap bahwa pencemaran Pb pada makrozoobentos hasil tangkapan nelayan di Teluk Jakarta mengandung Pb cukup tinggi dan telah melewati ambang batas yang ditetapkan CCFAC (1999). Hal senada diungkapkan oleh Arifin (2002) bahwa kandungan timbal (Pb) pada kerang hijau sekitar 1,8 - 2 ppm. Tingginya kadar Pb pada kerang hijau juga diungkapkan oleh Setiyanto, Sumantadinata, Riani, dan Ernawati (2008), dari hasil penelitian mereka terungkap bahwa kandungan Pb pada gonad kerang hijau yang berasal dari Teluk Jakarta lokasi Muara Kamal, Marunda, dan Gembong masing-masing (0,283 $\pm$ 0,262; 0,411 $\pm$ 0,323 dan 0,385 $\pm$ 0,295 ppm). Penelitian yang dilakukan oleh Bangun (2005) tentang Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) dalam Air, Sedimen dan Organ Tubuh Ikan Sokang (*Triacanthus nieuhofi*) di Perairan Ancol, Teluk Jakarta, mengungkapkan bahwa konsentrasi logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) dalam air dan sedimen masih berada dalam batas maksimum yang ditetapkan sedangkan kandungan logam Pb dalam daging ikan telah melampaui batas maksimum yang telah ditetapkan.

Tingginya konsentrasi logam berat di perairan Teluk Jakarta disebabkan oleh tingginya pencemaran; pada sungai-sungai yang bermuara di Teluk Jakarta. Rumanta *et.al.* (2008) mengungkapkan bahwa semua (10) sungai yang bermuara di Teluk Jakarta yang dijadikan sampel penelitian telah tercemar logam berat Pb dalam konsentrasi yang telah melebihi ambang batas yang ditentukan Kepmen LH, 2004. Konsentrasi tertinggi terdapat di sungai Ciliwung yang mencapai  $0,067 \pm 0,015 \mu\text{g/ml}$  pada musim Timur dan  $0,117 \pm 0,107 \mu\text{g/ml}$  di musim Barat. Hal ini terjadi akibat rendahnya kesadaran penduduk dan para pengelola Industri di Jakarta terhadap kesehatan lingkungan. Seperti diungkapkan oleh Maryadi (2009) bahwa saat ini diprediksi terdapat 14 ribu kubik sampah dari limbah rumah tangga dan limbah industri, yang mencemari teluk seluas 2,8 kilometer persegi itu.

Selain rendahnya kesadaran masyarakat Jakarta terhadap kebersihan lingkungan, pencemaran Teluk Jakarta juga diperparah oleh seringnya banjir besar yang melanda kota Jakarta. Akibat banjir tersebut, diprediksi sebagian besar limbah, baik domestik maupun industri akan terbawa air menuju perairan Teluk Jakarta. Hal ini tampak dari adanya anomali yang terungkap dari hasil penelitian Rumanta *et.al.* (2008) di mana konsentrasi Pb di sungai Ciliwung musim Barat lebih tinggi dibanding musim Timur, hal ini dimungkinkan oleh adanya pembuangan limbah industri dan domestik baik sengaja atau tidak sengaja pada saat musim Barat, di mana sungai tersebut sering meluap dan membanjiri Kota Jakarta. Sudah beberapa kali banjir besar menggenangi sebagian besar wilayah Jakarta dan yang terakhir adalah awal tahun 2013.

Mengingat tingginya frekuensi banjir yang melanda Jakarta ini, diperkirakan pencemaran di Teluk Jakarta dari tahun ke tahun akan semakin parah dan berpengaruh terhadap kandungan Pb yang ada pada hasil perikanan laut di sekitar Teluk Jakarta. Hal ini dapat terjadi karena Pb dan Cd merupakan jenis logam berat berbahaya yang dapat terakumulasi dalam organisme yang hidup di perairan tersebut. Dengan seringnya terjadi Banjir Besar di Jakarta dan sekitarnya, diperkirakan pencemaran logam berat yang terakumulasi di Teluk Jakarta akan semakin meningkat. Dengan tingginya pencemaran perairan dan sedimen di Teluk Jakarta tentu saja menyebabkan akumulasi Pb dan Cd pada organisme di perairan Teluk tersebut akan mengalami peningkatan yang semakin membahayakan bagi kesehatan konsumen. Terdorong oleh rasa kekhawatiran terhadap adanya pencemaran hasil perikanan Teluk Jakarta ini, maka peneliti ingin mengangkat penelitian yang memfokuskan pada seberapa besar konsentrasi Pb dan Cd pada air dan sedimen, hasil perikanan laut dari Teluk Jakarta.



## **B. Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, dirumuskanlah beberapa masalah penelitian sebagai berikut.

1. Seberapa besar konsentrasi Pb dan Cd pada hasil perikanan laut Teluk Jakarta ?
2. Adakah perbedaan kandungan Pb dan Cd antar hasil perikanan laut hasil tangkapan nelayan di Teluk Jakarta
3. Adakah perbedaan konsentrasi kandungan Pb dan Cd pada hasil perikanan laut musim Barat dan musim Timur.

## **C. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis:

1. Seberapa besar konsentrasi Pb dan Cd pada perairan dan hasil perikanan laut di Teluk Jakarta.
2. Perbedaan kandungan Pb dan Cd antar hasil perikanan laut
3. Perbedaan konsentrasi kandungan Pb dan Cd pada hasil perikanan laut musim Barat dan musim Timur.

## **D. Manfaat Penelitian**

Dengan penelitian ini akan memberikan manfaat secara teoritis maupun praktis, serta kebijakan kepada pemerintah sebagai berikut.

1. Memberikan masukan kepada Pemda DKI tentang kondisi pencemaran Pb dan Cd di Teluk Jakarta, sebagai bahan untuk membuat kebijakan penanganan pencemaran di Teluk Jakarta dan kebijakan lain terkait budidaya perikanan di perairan Teluk Jakarta.
2. Manfaat teoritis, akan memberikan kontribusi terhadap ilmu lingkungan tentang seberapa besar konsentrasi Pb dan Cd pada perairan dan hasil perikanan laut Teluk Jakarta.

## BAB II

### KAJIAN TEORI

#### A. Teluk Jakarta

Perairan Teluk Jakarta merupakan wilayah perairan sangat penting mengingat lokasinya yang berbatasan dengan ibukota Republik Indonesia. Teluk Jakarta mempunyai banyak fungsi bagi penduduk yang hidup di sekitar teluk, baik berfungsi sebagai sumber penghidupan bagi nelayan, sarana rekreasi bagi penduduk Jakarta, tempat pembuangan limbah, sarana transportasi, maupun lokasi penempatan pipa dan kabel bawah laut.

Menurut data dari ensiklopedi bahwa posisi Teluk Jakarta yang merupakan letak Kota Jakarta batas Teluk Jakarta antara  $106.4^0$  dan  $107^0$ , garis bujur. Secara geografis, Teluk Jakarta terletak disebelah Utara kota Jakarta, batas-batasnya di sebelah barat berbatasan dengan Tanjung Pasir, sebelah timur berbatasan dengan Tanjung Karawang, dan di sebelah utara berbatasan dengan bagian luar Kepulauan Seribu. Secara administratif termasuk dalam wilayah Jakarta Barat, dan Jakarta Timur.



Gambar 1. Teluk Jakarta (Rovicky, 2013)

Teluk Jakarta terbentuk sebagai akibat menjoroknya Tanjung Karawang di bagian timur, dan Tanjung Kait di bagian barat, ke Laut Jawa. Lebar terbesar mulut teluk ini 40 kilometer, sedangkan jarak lurus dari Tanjung Karawang ke dataran Jakarta lebih dari 15 kilometer (Portal resmi Prov DKI Jakarta, 2012). Teluk Jakarta merupakan perairan dangkal (kedalaman rata-rata 15M), dengan luas sekitar  $514 \text{ Km}^2$ . Di teluk ini bermuara tiga belas sungai yang melintasi Kawasan Metropolitan Jakarta (Jabotabek) yang berpenduduk sekitar 20 juta jiwa.

Batas daratan Teluk Jakarta meliputi: Barat dibatasi oleh Cisadane yang membentuk delta dan batas dataran Teluk Jakarta; Timur dibatasi Kali Bekasi dan Citarum yang membentuk delta pula. Berdasarkan pengendapan lumpur di tepi pantai ini, maka tanah dataran Teluk Jakarta

berumur 5.000 tahun yang lalu. Sungai-sungai seperti Ciliwung, Kali Angke, Kali Marunda, Cisadane, Kali Bekasi dan Citarum semuanya terletak di daerah yang membentuk Teluk Jakarta.

Dataran *aluvial* daerah Jakarta dan sekitarnya terjadi karena pengendapan lumpur dari daerah pegunungan yang dibawa Sungai Cisadane, Ciliwung, Kali Bekasi dan sebagainya. Endapan puing yang berbentuk kipas dari Bogor yang terdiri dari bahan-bahan vulkanis berasal dari gunung-gunung api Pangrango, Gede dan Salak. Endapan puing tersebut memencar seperti kipas ke arah utara, sehingga terbentuklah penyaluran air yang berarah seperti Cisadane mengalir ke barat, dan Kali Bekasi ke arah timur. Lumpur yang dibawa air ke muka endapan puing berkipas tersebut tidaklah seberapa banyaknya, sehingga lambat laun terbentuklah Teluk Jakarta (Portal resmi Prov DKI Jakarta, 2012).

Menurut data penelitian lingkungan dan kebencanaan geologi kelautan perairan Teluk Jakarta, suhu air laut Teluk Jakarta berkisar 27,1 – 31,9°C, pH berkisar 6,3 hingga 8 dengan pH yang rendah dijumpai di dekat muara. Salinitas memberikan nilai berkisar 27 - 32‰ yang merupakan salinitas normal bagi perairan pantai.

## **B. Kondisi Pencemaran Perairan di Teluk Jakarta**

Seluruh limbah penduduk Jakarta mengalir melalui tiga belas anak sungai yang bermuara di Teluk Jakarta. Sungai ini membawa serta limbah penduduk Jakarta yang menyebabkan sumber polusi di perairan Teluk Jakarta. Bila dilihat dari udara maka nampak terlihat sekarang di daerah muara sungai kondisi air sebagian besar Teluk Jakarta kotor dan keruh, sungai-sungai itu mengalirkan limbah industri dari 21 pabrik besar. Sedikitnya 6.500 ton sampah, termasuk limbah logam berat, mengalir ke teluk Jakarta. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) pun menyatakan Teluk Jakarta dalam kondisi tercemar berat, terutama di radius satu mil dari pantai. Rumanta *et.al.* (2008) mengungkapkan bahwa 10 sungai yang bermuara di Teluk Jakarta yang dijadikan sampel penelitian ini semuanya telah tercemar logam berat Pb dalam konsentrasi yang telah melebihi ambang batas yang ditentukan Kepmen LH, 2004. Pencemaran Teluk Jakarta bukan hanya berasal dari darat, karena memang ada banyak sekali sungai yang bermuara ke teluk ini. Pencemaran juga bisa datang dari laut, tidak sedikit kapal yang membuang limbah dan mencemari teluk Jakarta ini. Tingkat pencemarannya sudah mencapai taraf membahayakan, dalam jangka panjang dikhawatirkan akan membahayakan kesehatan masyarakat, khususnya masyarakat sekitar Teluk Jakarta.

Hasil analisis logam berat timbal (Pb), seng (Zn), tembaga (Cu), kadmium (Cd) dan krom (Cr) dalam air permukaan Teluk Jakarta dapat dilihat dalam Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Konsentrasi Logam berat air permukaan Teluk Jakarta

Logam berat	Konsentrasi (mg/l)	Deteksi limit (mg/l)	NAB* (mg/l)
Pb	<0,005 – 0,011	0,005	0,008
Zn	<0,005 – 0,007	0,005	0,05
Cu	<0,005	0,005	0,008
Cd	<0,005 – 0,015	0,005	0,001
Cr	<0,001	0,001	-

(Sumber: Litbang ESDM, 2010)

Dampak dari tercemarnya perairan Teluk Jakarta menyebabkan konsentrasi Logam berat pada hasil perikanan laut Teluk Jakarta cukup mengkhawatirkan. Berdasarkan hasil penelitian Yayasan Lembaga Konsumen Indonesia yang bekerja sama dengan Jurusan Perikanan, Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor di Pasar Ikan Muara Angke dan Pasar Ikan Jakarta Utara menunjukkan bahwa kadar kadmium pada hasil laut seperti dalam tabel 2 berikut.

Tabel 2. Analisis Kandungan Kadmium pada beberapa jenis hasil perikanan

No	Jenis	Kadar kadmium ( $\mu\text{g/g}$ )
1	Kerang dara ( <i>Anadara granosa</i> )	0.360
2	Kerang hijau ( <i>Mytilus viridis</i> )	0.292
3	Kerang bulu ( <i>Anadara inflata</i> )	0.670
4	Kerang tahu ( <i>Meretrix-meretrix</i> )	0.323
5	Tongkol	0.810
6	Kakap merah	0.337
7	Baronang	0.275
8	Bawal hitam	0.305
9	Kembung	0.392
10	Cumi berkulit	0.318
11	Cumi tanpa kulit	0.217
12	Sotong berkulit	0.323
13	Sotong tanpa kulit	0.325
14	Rajungan	0.276
15	Udang pancet	0.472
16	Udang jerbung	0.226
17	Kepiting	0.234

( Sumber: Warta Konsumen, 1997)

Hal senada terungkap dari hasil penelitian Rumanta (2005) bahwa sampel ikan yang diperoleh dari nelayan Teluk Jakarta nelayan di Teluk Jakarta mengandung Pb cukup tinggi seperti pada tabel 3 berikut.

Tabel 3 Kandungan Pb pada bagian tubuh ikan laut berdasarkan musim ( $\mu\text{g/g}$  bobot basah)

Periode sampling		Musim timur ( $\bar{X} \pm \text{SD}$ )	Musim peralihan I ( $\bar{X} \pm \text{SD}$ )	Musim barat ( $\bar{X} \pm \text{SD}$ )	Musim peralihan II ( $\bar{X} \pm \text{SD}$ )
Ikan Beronang ( <i>Siganus</i> sp)	Daging	0,930 $\pm$ 0,548	0,722 $\pm$ 0,640	0,167 $\pm$ 0,027	1,652 $\pm$ 0,508
	Insang	4,003 $\pm$ 3,113	1,805 $\pm$ 0,390	0,860 $\pm$ 0,140	5,245 $\pm$ 0,317
	Kulit, sisik, sirip.	5,500 $\pm$ 3,862	1,426 $\pm$ 0,840	0,972 $\pm$ 0,029	2,732 $\pm$ 0,511
Ikan kerapu ( <i>Epinephelus</i> sp)	Daging	0,947 $\pm$ 0,384	0,517 $\pm$ 0,084	0,640 $\pm$ 0,043	0,652 $\pm$ 0,152
	Insang	3,947 $\pm$ 0,506	2,079 $\pm$ 0,946	1,75 $\pm$ 0,221	2,180 $\pm$ 0,113
	Kulit, sisik, sirip.	3,243 $\pm$ 0,130	1,318 $\pm$ 0,227	1,733 $\pm$ 0,085	1,913 $\pm$ 0,057
Ikan cekong	Daging	1,030 $\pm$ 0,131	0,386 $\pm$ 0,225	0,598 $\pm$ 0,040	1,523 $\pm$ 0,353
	Insang	4,653 $\pm$ 2,221	2,717 $\pm$ 0,603	3,253 $\pm$ 0,294	3,040 $\pm$ 1,850
	Kulit, sisik, sirip.	4,070 $\pm$ 1,297	0,787 $\pm$ 0,222	1,907 $\pm$ 0,207	2,950 $\pm$ 1,145

(Sumber: Rumanta, 2005)

Dari kedua hasil penelitian tersebut, kandungan Cd dan Pb dari hasil perikanan laut khususnya Teluk Jakarta sudah melebihi kadar maksimum yang ditetapkan oleh CCFAC (1999), yaitu sebesar 0,2  $\mu\text{g/g}$  untuk Pb dan 0,01  $\mu\text{g/g}$  untuk Cd. Kenyataan di lapangan terdapat sekitar 1.300 titik budidaya perikanan laut yang tersebar di perairan Teluk Jakarta, satu di antaranya budidaya kerang hijau (Metrotv, 2013). Hal ini memicu kekhawatiran terjadinya gangguan kesehatan masyarakat yang mengkonsumsi hasil perikanan laut, khususnya dari Teluk Jakarta.

### C. Logam Berat

Logam berat, seperti merkuri (Hg), timbal (Pb), arsenik (As), kadmium (Cd), kromium (Cr), seng (Zn), dan nikel (Ni), merupakan salah satu bentuk materi anorganik yang sering menimbulkan berbagai permasalahan yang cukup serius pada perairan. Penyebab terjadinya pencemaran logam berat pada perairan biasanya berasal dari masukan air yang terkontaminasi oleh limbah buangan industri dan pertambangan, sehingga dapat mengkontaminasi sungai maupun laut dan bio-akumulasi dalam rantai makanan yang berasal dari perairan seperti kerang-kerangan, udang dan ikan.

## 1. Timbal (Pb)

Timbal (Pb) adalah suatu unsur kimia dalam kelompok karbon dimana dalam tabel periodik unsur dengan lambang Pb dan nomor atom 82. Lambang Pb diambil dari bahasa Latin yaitu *Plumbum*. Timbal adalah logam berat, lunak dan lentur, yang terdapat secara alami di dalam kerak bumi. Keberadaan Pb bisa juga berasal dari hasil aktivitas manusia, yang jumlahnya 300 kali lebih banyak dibandingkan Pb alami yang terdapat pada kerak bumi. Pb terkonsentrasi dalam deposit bijih logam. Unsur Pb digunakan dalam bidang industri modern sebagai bahan pembuatan pipa air yang tahan korosi, bahan pembuat cat, baterai, dan campuran bahan bakar bensin tetraetil.

Logam metalik ini memiliki warna putih kebiruan, pada saat baru saja dipotong, tetapi segera berubah menjadi warna keabu-abuan kusam saat terkena udara (*tarnishes*). Timbal memiliki warna kilau krom-perak mengkilap ketika meleleh menjadi cairan. Timbal memiliki nomor atom tertinggi dari semua unsur yang stabil, meskipun elemen berikutnya yang lebih tinggi, bismut, memiliki waktu paruh yang sangat panjang (lebih lama dari umur alam semesta) hal itu dianggap stabil.

Pb merupakan logam yang bersifat toksik terhadap makhluk hidup terutama biota laut, pada konsentrasi Pb sebesar 0,1 - 0,2 dapat meracuni jenis ikan-ikan tertentu. Pada kadar 188 ppm dapat membunuh ikan. Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan diketahui bahwa biota-biota laut seperti Crustacea akan mengalami kematian setelah 245 jam jika pada badan perairan di mana biota tersebut hidup tercemar oleh Pb pada konsentrasi 2,75 – 49 ppm (Lestari dan Edward, 2004).

Pada manusia, Pb merupakan salah satu logam berat yang mempunyai daya toksitas yang tinggi karena dapat merusak perkembangan otak pada anak-anak, menyebabkan penyumbatan sel-sel darah merah, anemia dan mempengaruhi anggota tubuh lainnya. Pb dapat masuk ke dalam tubuh melalui konsumsi makanan, minuman, udara, air, serta debu yang tercemar Pb (Wikipedia, 2013).

## 2. Kadmium (Cd)

Kadmium adalah salah satu logam berat berbentuk kristal yang berwarna putih, keperakan, lunak, tahan korosi, tahan panas. Oleh karena sifat-sifatnya, kadmium banyak dipakai dalam campuran pembuatan bahan-bahan keramik dan plastik. Selain itu dipakai untuk proses

pewarna plastik, cat, tinta (biasanya dalam bentuk sulfida yang dapat memberikan warna kuning sampai coklat sawo matang), panel instrumen mobil (karena tahan korosi sehingga bagus untuk melapisi besi dan baja) (Darmono, 1995; Eco USA Search, 1999; ExttoxNet FAQs, 1997).

Kadmium bersama-sama dengan unsur seng (Zn) dan merkuri (Hg) termasuk pada golongan II B pada susunan berkala. Kadmium jarang sekali ditemukan di alam dalam bentuk bebas, biasanya ditemukan dalam bentuk kombinasi dengan elemen lain seperti oksigen, klorine dan sulfur membentuk senyawa kadmium oksida, kadmium klorine dan kadmium sulfat (Eco USA search, 1999; Lajis, 1995). Keberadaanya di alam dalam berbagai jenis batuan, juga di dapat pada industri pemurnian Zn, pestisida dan pupuk yang mengandung fosfat. Kadmium dilepaskan ke lingkungan jika benda yang diwarnai dengan zat warna yang mengandung kadmium dibakar, juga melalui penggunaan pestisida, pupuk dan melalui asap rokok (Reesal dkk, 1987).

Kadmium dapat terikat pada protein dan molekul organik lainnya dan membentuk garam dan asam-asam organik. Secara kimia logam kadmium sangat mirip dengan seng (Zn) dan kedua logam ini mengalami proses geokimia bersama-sama. Kadmium dapat larut dalam asam ammonium nitrat dan asam sulfat panas, tetapi tidak dapat larut dalam air panas dan dingin (OSHA, 1999).

Dalam sistem biologi manusia, logam berat ini sama sekali tidak diperlukan baik dalam fungsi metabolisme maupun dalam pertumbuhan (Eco USA Search, 1999). Logam ini masuk ke dalam tubuh melalui saluran pernafasan dan saluran pencernaan. Oleh karenanya kadmium dapat diabsorpsi tubuh dalam jumlah yang tidak terbatas karena tidak adanya mekanisme tubuh dalam membatasinya (Slamet, 1996).

Kadmium yang masuk melalui saluran pencernaan, segera setelah diabsorpsi masuk ke dalam sirkulasi darah dan sebagian besar berada dalam eritrosit. Kadmium di dalam eritrosit dapat dilepaskan ke dalam plasma pada saat hemolisis atau pada saat eritrosit sudah berakhir masa hidupnya (Doull dkk,1980; Gilman dkk,1980). Dalam usus, kadmium menempel pada dinding usus sehingga diduga sel epitel usus mengatur absorpsi kadmium. Pada waktu kadmium menempel pada dinding usus dalam konsentrasi yang tinggi akan merusak usus (Darmono, 1995; Eco USA Search, 1999). Apabila kadmium masuk ke dalam tubuh, maka sebagian besar akan terkumpul di dalam ginjal, hati dan ada sebagian yang dikeluarkan lewat saluran pencernaan (Eco USA Search, 1999; Slamet, 1996).

Akumulasi dapat terjadi karena logam berat dalam tubuh cenderung membentuk senyawa kompleks dengan zat-zat organik yang terdapat dalam tubuh, sehingga logam tersebut terfiksasi atau tidak diekskresi (Linder, 1992). Kadmium dapat terakumulasi dengan jalan terikat pada metalotionin. Metalotionin merupakan suatu protein yang diisolasi dari hati dan ginjal. Protein ini mempunyai kandungan sulfidril yang tinggi, berat molekul rendah dan dapat mengikat logam berat dalam jumlah tinggi. Para ahli berpendapat bahwa fungsi utama dari protein metalithionin adalah mengikat logam berat untuk mengurangi kemungkinan terjadinya keracunan logam berat di dalam tubuh (Piliang, 1995). Dengan demikian metalothionin dapat berperan dalam detoksifikasi logam berat.

Kadmium ditransport ke hati akan merangsang sintesis metalithionin. Kadmium mengikat diri dengan protein tersebut membentuk ikatan logam-protein kompleks yang kemudian dilepas kembali ke darah dan di transport ke ginjal. Di ginjal kompleks kadmium-metalothionin melewati glomerulus dan diserap oleh tubulus proksimal. Di dalam sel ginjal, kadmium dilepas dari protein metalothionin dan dapat terakumulasi sampai pada tingkat toksik. Penyerapan kadmium ditemukan di ginjal kira-kira  $\frac{1}{2}$  -  $\frac{1}{3}$  dari beban tubuh dan konsentrasi tertinggi ditemukan di bagian korteks, sedangkan di hati ditemukan kira-kira  $\frac{1}{5}$  dari beban tubuh. (The Biology Project, 1999).

Hasil otopsi di USA menunjukkan bahwa absorpsi kadmium dalam tubuh masyarakat umum secara rata-rata 30 mg, dimana kadmium didistribusikan dalam ginjal 33%, hati 14%, paru-paru 2% dan pankreas 0.3%. Proses metabolisme kadmium sangat mirip dengan Zn, sehingga secara spesifik kadmium dapat menggantikan seng dalam beberapa enzim dan struktur dari enzim tersebut dengan sendirinya diubah dan aktivitas katalisnya dirusak (Saeni, 1989).

Kadmium sering menyebabkan keracunan yang bersifat kronis, karena penderita mengkonsumsi bahan pangan atau minuman walaupun dalam dosis yang rendah tetapi berlangsung lama. Keracunan kronis kadmium ini dilaporkan pertama kali di Jepang pada orang yang tinggal dipemukiman sepanjang sungai Jinzu. Penderita mengalami sakit tulang, bila anggota badan digerakkan terasa sakit dan mengeluh "itai-itai" sehingga disebut "itai-itai disease" (Kobayasi, 1978). Konsentrasi kadmium dalam tubuh yang mengakibatkan keadaan kritis adalah  $200\mu\text{g/g}$  pada saat terjadi kegagalan ginjal. Kadmium cenderung berakumulasi dalam tubuh makhluk hidup dan mempunyai waktu paruh yang panjang yaitu 16-33 tahun pada jaringan manusia. Pengaruh toksisitas kadmium secara akut sangat buruk, dimana penderita



mengalami tekanan darah tinggi, kerusakan ginjal, jaringan testikular dan sel-sel darah merah (Saeni, 1989).

Efek toksik pada hati dan ginjal dapat berupa degenerasi sel hati dan sel-sel tubulus ginjal (Clarke dkk, 1981). Tingkat akumulasi kadmium tergantung pada jumlah dosis yang diberikan dan lamanya mengkonsumsi.

Gejala klinis keracunan kadmium kronis sangat mirip dengan penyakit glomerulonephritis. Oleh karena itu gejala keracunan kadmium ini selalu disertai dengan proteinuria, glukosuria, kadar kalsium dan asam amino dalam urine juga meningkat

#### **D. Penelitian yang Relevan**

Berbagai penelitian pencemaran telah banyak dilakukan di Teluk Jakarta, dari penelitian kecil hingga penelitian berskala besar, oleh berbagai instansi dan lembaga berkepentingan. Salah satu diantaranya adalah penelitian yang dilakukan oleh Lestari dan Edward (2004) tentang kadar logam berat di Teluk Jakarta dan sekitarnya; menunjukkan kadar Pb rerata di pantai Ancol 1, Pb 0.001 ppm, Di pantai Ancol 2 kadar rerata Pb 0.002 ppm,. Di Cilincing kadar Pb 0.002 ppm. Di muara Sungai Dadap kadar Pb adalah 0.0027 ppm, Di pantai Ancol 3 kadar rerata Pb adalah 0.55 ppm. Dengan demikian kadar Pb, di perairan pantai Ancol 1, 2, Cilincing dan muara Sungai Dadap belum berbahaya bagi kehidupan ikan-ikan di Teluk Jakarta, sedangkan di perairan Ancol 3 Pb sudah berbahaya bagi kehidupan biota laut. Lebih lanjut Lestari dan Edward, (2004) memperinci temuan kadar Pb pada semua stasiun yang diteliti, bahwa kadar Pb rerata di semua lokasi penelitian berkisar antara 0.001-0.0027 ppm atau 1-2.7 ppb. Kadar Pb rerata tertinggi dijumpai di muara Sungai Dadap yakni 0.0027 ppm. Data ini menunjukkan bahwa secara rerata muara Sungai Dadap lebih banyak menerima masukan limbah yang mengandung Pb.

Akibat dari aktivitas manusia, beberapa pantai laut yang ramai dengan kegiatan perekonomian dengan sendirinya memberikan dampak positif dan negatif kepada lingkungan sekitarnya. Penelitian ini dilakukan oleh Novianto dan Raharjo (2010) di Pantai Sidoarjo Jawa Timur terhadap kandungan logam pada beberapa jenis ikan. Hasil penelitian menunjukkan kadar timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada udang putih (*Penaeus marginis*) sebesar 0,75 ppm dan 0,18 ppm, sehingga melampaui baku mutu yang diperbolehkan untuk Pb sebesar 0,008 ppm dan Cd sebesar 0,001 ppm. Pada air sebesar 0,60 ppm dan 0,21 ppm, sehingga melampaui baku mutu yang diperbolehkan untuk Pb yaitu sebesar 0,05 ppm dan Cd sebesar 0,01 ppm. Pada sedimen sebesar 0,40 ppm dan 0,15 ppm, sehingga masih berada di bawah standar baku mutu yang

diperbolehkan untuk Pb yaitu sebesar 70 ppm dan Cd sebesar 1-2 ppm. Yulianto dkk, (2006) (Balitbang Provinsi Jawa Tengah), berdasarkan analisisnya menemukan bahwa kandungan logam-logam berat termasuk Pb di muara-muara sungai pantai Jawa Tengah sudah melewati ambang batas menurut ketentuan otoritas negara RI dan internasional.

Agnes dan Budiharti (2010) telah melakukan penelitian di Banjir Kanal Barat dan Pantai Utara Semarang tentang kandungan logam berat pada udang putih. Hasil penelitian menunjukkan bahwa udang Putih yang diperoleh dari kedua lokasi mengandung logam Pb dan Cd. Kadar logam Pb pada udang Putih dari muara sungai  $0,1033 \pm 0,0137$  mg/kg dan dari perairan pantai  $0,093 \pm 0,052$  mg/kg. Kadar Cd pada udang Putih kedua lokasi sama yaitu 0,010 mg/kg. Kadar Pb pada air di kedua lokasi 0,008 mg/l. Kadar Pb pada sedimen muara sungai  $7,160 \pm 4,487$ , perairan pantai  $1,682 \pm 0,233$  mg/kg. Kadar Cd pada sedimen muara sungai  $0,637 \pm 0,570$  dan sedimen perairan pantai  $0,506 \pm 0,185$  mg/kg, Kandungan Pb dan Cd dalam udang Putih pada kedua lokasi tidak berbeda secara bermakna dan tidak melebihi ambang batas cemaran logam berdasarkan keputusan Dirjen POM No.03725/B/SK/VII/1989. Nilai BAF logam. Sudradjat, (2009) melakukan penelitiannya tentang analisis pencemaran logam berat Cu, Cd dan Pb di perairan kabupaten administrasi kepulauan seribu provinsi ; dan pengaruhnya pada biota yang hidup di dalamnya (baik liar maupun budidaya).

Inswiasri, dkk (1997) menemukan bahwa kadar logam berat (Cu, Pb dan Cr) dalam ikan segar dan kerang dari Teluk Jakarta menyatakan bahwa kadar rata-rata logam berat dalam ikan dan kerang pada musim Timur lebih tinggi daripada musim hujan. Contoh kasus pencemaran logam berat lain yang terjadi di Indonesia adalah oleh PT Newmont Minahasa Raya. Kadar Arsen dan kadar merkuri pada air di teluk buyat telah dianggap tercemar logam berat dan tidak bisa dikonsumsi berdasarkan ASEAN Marine Water Quality Criteria 2004. Itu semua karena pembuangan limbah tambang (tailing) hanya dilakukan di kedalaman 82 meter bukan sebagaimana mestinya di kedalaman 150 meter atau lebih.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Lokasi dan waktu penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Perairan Teluk Jakarta. Penelitian dilakukan dalam 2 tahap berdasarkan musim, yaitu musim Barat (November sampai dengan Bulan Maret) dan musim Timur (April sampai bulan Oktober). Penelitian ini akan berlangsung mulai Bulan Februari sampai dengan Bulan Desember 2014.

#### **B. Bahan dan Alat**

##### **1. Bahan**

Untuk pengambilan sampel hasil perikanan laut:

- a. Es batu
- b. es kering (*dry ice*)
- c. Kertas label
- d. Kantong plastik
- e. Pereaksi kimia untuk analisis logam berat hasil perikanan laut
- f. Hasil perikanan laut (Pisces, crustacea, bovalvia dan sefalopoda) yang diperoleh dari hasil tangkapan nelayan tradisioanal yang beroperasi di Teluk Jakarta.

##### **2. Alat**

Untuk pengambilan sampel hasil perikanan laut:

- 1) Plastik pembungkus
- 2) Box/wadah steroform
- 3) Ember plastic
- 4) Timbangan analitik
- 5) Seperangkat alat uji menggunakan flame AAS yang disediakan oleh laboratorium ABICAL,BBIA Bogor

#### **C. Prosedur Pengambilan Data**

##### **1. Pengambilan Sampel Hasil Perikanan Laut.**

Hasil perikanan laut yang dijadikan sampel merupakan hasil tangkapan nelayan dari perairan Teluk Jakarta yang dibeli langsung dari nelayan tradisional yang beroperasi di

sekitar Teluk Jakarta. Seluruh sampel yang terkumpul dimasukkan ke dalam ember plastic untuk dipilah sesuai jenisnya. Setiap jenis sampel dikemas dalam plastik pembungkus dan beri label. Selanjutnya sampel-sampel tersebut dimasukkan dalam boks steroform dan diberi es kering (*dry ice*) untuk menjaga kesegaran sampel. Selanjutnya sampel tersebut dibawa ke laboratorium untuk dilakukan analisis kadar Pb dan Cd dengan teknik *flame AAS*.

Pengambilan sampel dilakukan dalam dua periode, yaitu musim barat dan musim Timur. Penentuan periode pengambilan sampel tersebut berdasarkan asumsi bahwa dinamika perairan Teluk Jakarta dipengaruhi oleh arus laut yang berbeda antara musim Barat dan musim Timur. Jenis hasil perikanan laut yang dijadikan sampel secara rinci dirangkum pada Tabel 1.

Tabel 1. Jenis hasil perikanan laut yang dijadikan sampel penelitian sebagai berikut.

Jenis sampel		Musim Barat (n)	Musim Timur (n)
Kelompok Makrozoobentos	<b>Bivalvia (komposit):</b>		
	1. Kerang hijau ( <i>Mytilus viridis</i> )	3	3
	2. Kerang tahu ( <i>Anadara antiquata</i> )	3	3
	3. Kerang darah ( <i>Anadara granosa</i> )	3	3
	<b>Crustacea (daging)</b>		
	1. Rajungan ( <i>Portunus pelagicus</i> )	3	3
	2. Udang Mantis/udang ronggeng ( <i>Oratosquilla sp</i> )	3	3
3. Udang jerbung ( <i>Penaeus marguiensis</i> )	3	3	
Kelompok nekton	<b>Ikan/Pisces (daging)</b>		
	1. Ikan bawal hitam ( <i>Stomateus niger</i> )	3	3
	2. Ikan kembung ( <i>Scomber neglectus</i> )	3	3
	3. Ikan petek ( <i>Leiognatus dussumieri</i> )	3	3
	<b>Cephalopoda (komposit)</b>		
	1. Cumi-cumi ( <i>Loligo sp</i> )	3	3
2. Sotong ( <i>Sepia sp</i> )	3	3	

## 2. Analisis Laboratorium

Untuk menentukan kandungan Pb dan Cd pada hasil perikanan laut, bagian tubuh makrozoobentos dan nekton yang akan dianalisis kandungan Pb dan Cd-nya sesuai tabel 1, masing-masing diambil sebanyak 30 gram. Selanjutnya setiap sampel dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer kering yang telah dicuci dalam asam semalaman. Ke dalam labu ditambahkan HNO<sub>3</sub> pekat (65%) sebanyak 15 ml dan dibiarkan semalaman (untuk melepaskan ion-ion logam dalam bahan), selanjutnya dipanaskan di atas pemanas (*hot plate*) selama 5-6 jam pada suhu 110 °C. Jika sediaan terlihat menghitam, ditambahkan beberapa tetes HNO<sub>3</sub> pekat (65%) sampai berwarna jernih kembali, kemudian disaring dengan kertas Whatman 42 dalam labu takar 10 ml. Hasil saringan diencerkan dengan aquabides sampai tanda tera dan dikocok dengan *stirrer* hingga tercampur merata. Larutan blanko dibuat dengan cara yang sama hanya menggunakan HNO<sub>3</sub> pekat.

Pembacaan dilakukan dengan menggunakan *flame*-AAS dengan lampu sebagai sumber energi dan menggunakan panjang gelombang 228,8 nm. Larutan standar Pb yang digunakan adalah 0, 0.5, 1.0, dan 2.0 µg/ml. Sedangkan standar Cd yang digunakan adalah 0.2 mg/L, 0.4 mg/L, 0.6 mg/L. Standar Pb dibuat dengan cara mengencerkan Pb *working solution* (10µg Pb/ml) dengan 1 N HCl sesuai dengan konsentrasi yang diinginkan. Sedangkan standar Cd dibuat dengan melarutkan 1.791 gr CdCl<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>O dan 10 ml HNO<sub>3</sub> 70% dengan menambahkan aquabides sampai 1000 ml (kadmium 1000 mg/L).

Kadar Pb dan Cd (µg/g) hasil bacaan menggunakan AAS, selanjutnya dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$\text{Kadar logam berat } (\mu\text{g/g}) = \frac{(\text{Konsentrasi hasil bacaan sampel - blanko}) \times (\text{faktor pengenceran})}{\text{Berat basah sampel}}$$

(Sumber: Rumanta, 2005)

## D. Analisis Data

Data hasil penelitian ini diolah dengan menggunakan statistik deskriptif dan uji beda rata-rata kandungan Pb menggunakan perangkat lunak SPSS versi 20. Uji beda *one way anova* digunakan untuk menentukan perbedaan kandungan Pb dan Cd pada daging antar jenis

perikanan laut. Sedangkan Uji t digunakan untuk mengetahui perbedaan kadar Pb dan Cd pada hasil perikanan laut antara Musim Barat dan Musim Timur.

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kandungan logam berat Pb dan Cd pada Jenis hasil perikanan laut yang dijadikan sampel:

1. **Bivalvia (komposit):** Kerang hijau, Kerang darah, Kerang tahu.
2. **Crustacea (daging):** Rajungan, Udang jerbung, Udang Mentis
3. **Ikan ( Pisces) (daging):** Ikan bawal, Ikan kembung, Ikan petek
4. **Cephalopoda (daging dan kepala/lengan):** Cumi-cumi, Sotong

Berdasarkan hasil penelitian kandungan kadar Pb dan Cd pada hasil laut di Teluk Jakarta pada 2 musim yaitu musim Barat dan musim Timur, diperoleh hasil sebagai berikut.

#### A. Kandungan Pb dan Cd pada hasil perikanan laut musim Timur dan Musim Barat

**Tabel 2.** Data analisis rata-rata kadar Timbal (Pb) dan Cd pada daging *Crustacea* di Teluk Jakarta pada musim Timur dan Musim Barat

Jenis sampel	Rata-rata kadar:			
	Pb (mg/kg berat basah)		Cd (mg/kg berat basah)	
	Musim timur	Musim Barat	Musim timur	Musim Barat
1. Rajungan	<0,042	<0,042	<0,003	0,017
2. Udang Jerbung	<0,042	0,051	<0,003	0,033
3. Udang Mantis	<0,042	<0,042	0,161	0,293

Sumber : Hasil Analisis Laboratorium ABICAL, BBIA, Bogor (2014)

Berdasarkan Tabel 2. rata-rata kandungan logam Pb pada kelompok Crustacea baik pada musim Timur dan musim Barat umumnya tidak terdeteksi (<0,042 mg/kg), kecuali udang Jerbung pada musim Barat (0,051 mg/kg. Kandungan Pb tersebut masih dibawah ambang batas

SNI (2009) sebanyak 0,1 mg/kg dan CCFAC (2001) sebanyak 0,5 mg/kg. Kandungan logam Cd kelompok Crustacea pada musim Timur umumnya tidak terdeteksi (<0,003 mg/kg) kecuali udang mantis (0,161 mg/kg), sedangkan pada musim Barat kandungan Cd pada crustacea mengalami peningkatan (0,017 – 0,293 mg/kg). Namun kadar tersebut masih cukup aman karena masih berada di bawah ambang batas kandungan Cd (1,0 mg/kg) menurut SNI (2009) maupun European Commission (2011, dalam Olmedo et.al, 2013).

Tabel 3. Data analisis rata-rata kadar Timbal (Pb) dan Cd pada daging *Pisces* hasil tangkapan nelayan tradisional di Teluk Jakarta pada musim Timur dan Musim Barat

Jenis sampel	Rata-rata kadar:			
	Pb (mg/kg berat basah)		Cd (mg/kg berat basah)	
	Musim timur	Musim Barat	Musim timur	Musim Barat
1. Bawal	<0,042	<0,042	0,05	0,207
2. Ikan Petek	<0,042	<0,042	<0,003	0,003
3. Ikan kembung	<0,042	<0,042	<0,003	0,110

Sumber : Hasil Analisis Laboratorium ABICAL,BBIA, Bogor (2014)

Pada tabel 3 tampak jelas bahwa rata-rata kandungan Pb daging ikan baik pada musim Timur maupun Musim Barat masih rendah (<0,042 mg/kg) jauh dari ambang batas yang ditentukan SNI (2009) sebanyak 0,1 mg/kg. Kandungan Cd daging ikan pada musim Timur masih sangat rendah, sedangkan pada musim Barat, konsentrasi Cd pada daging ikan bervariasi, bawal hitam ikan kembung memiliki kandungan Cd kandungan cukup tinggi (0,207 dan 0,110 mg/kg) diatas ambang batas yang ditentukan SNI (2009), ISIRI dan WHO (dalam Entezari, et.al,2013) sebanyak 0,1 mg/kg, sedangkan kandungan Cd pada ikan petek (0,003 mg/kg) masih dibawah kadar maksimum yang ditetapkan SNI, ISIRI, maupun WHO



Tabel 4. Data analisis rata-rata kadar Timbal (Pb) dan Cd pada daging *Sefalopoda* dan *Bivalvia* di Teluk Jakarta pada musim Timur dan Musim Barat

Jenis sampel	Rata-rata kadar:			
	Pb (mg/kg berat basah)		Cd (mg/kg berat basah)	
	Musim timur	Musim Barat	Musim timur	Musim Barat
<b><i>Sefalopoda</i></b>				
1. Cumi-cumi	<0,042	<0,042	0,047	0,237
2. Sotong	<0,042	<0,042	0,057	0,043
<b><i>Bivalvia</i></b>				
1. Kerang hijau	<0,042	0,075	<0,003	0,290
2. Kerang darah	<0,042	<0,042	0,463	0,747
3. Kerang tahu	<0,042	0,061	0,130	0,087

Sumber : Hasil Analisis Laboratorium ABICAL,BBIA, Bogor (2014)

Pada tabel 4 tampak jelas bahwa rata-rata kandungan Pb kelompok *Sefalopoda*, baik pada musim Timur maupun musim Barat masih sangat rendah (<0,042 mg/kg) dan masih di bawah ambang batas yang ditetapkan SNI (2009) sebanyak 1mg/kg. Untuk kelompok *Bivalvia* rata-rata kandungan Pb pada musim Timur sangat rendah (<0,042 mg/kg), sedangkan pada musim Barat ada sedikit peningkatan, khususnya pada kerang hijau (0,075 mg/kg) dan kerang tahu (0,061 mg/kg) namun masih dibawah ambang batas yang ditetapkan SNI (2009) dan CCFAC (2001) sebanyak 1 mg/kg.

Rata-rata kandungan Cd pada *Sefalopoda*, baik pada musim Timur maupun musim Barat lebih tinggi dibanding kadar Pb, namun masih di bawah ambang batas yang ditetapkan SNI (2009) dan *The European Commission* (2011, dalam Olmedo, et.al.,2013) sebanyak 1mg/kg. Pada kelompok *Bivalvia* umumnya mengandung logam Cd namun masih dibawah ambang batas. Pada musim Timur rata-rata kandungan Cd tertinggi adalah pada kerang darah 0,463 dan pada

musim Barat kandungan logam Cd tertinggi pada kerang darah 0,747 namun di bawah ambang batas yang ditetapkan SNI (2009) dan *The European Commission* (2011, dalam Olmedo, et.al.,2013) sebanyak 1mg/kg.

Data-data di atas menunjukkan bahwa kandungan Pb dan Cd pada hasil perikanan laut di Teluk Jakarta saat ini telah menunjukkan perbaikan dibanding hasil penelitian terdahulu (YLKI dengan IPB (1997, Nurjanah dan Widiastuti 1997), Rumanta, 2005 dan Bangun, 2005), terutama Pb. Hal ini dapat terjadi jika kesadaran warga dan para pelaku industri di sekitar Jabodetabek semakin tinggi. Namun juga dapat disebabkan oleh adanya penertiban yang dilakukan oleh Pemda DKI terhadap rumah-rumah liar di sekitar sungai-sungai yang mengalir di Wilayah kota Jakarta akhir-akhir ini. Selain itu penggunaan bensin tanpa timbal di Indonesia sejak tahun 2006 (Antaraneews, 2007), dapat menjadi salah satu sebab menurunnya kadar Pb pada perairan laut nelayan di Teluk Jakarta.

### B. Perbedaan kandungan Cd antar jenis hasil perikanan laut

Hasil analisis statistik inferensial menggunakan Uji Anova terhadap kandungan Cd antar jenis hasil perikanan dan uji t, terhadap kandungan Cd antar musim (Barat dan Timur) dapat dicermati pada tabel 5 hingga tabel 7.

Tabel 5. Perbedaan kadar Cd antar spesies pada Crustacea

Jenis produk perikanan	Kadar Cd pada bagian daging (mg/kg)	
	Musim timur (X±SD)	Musim Barat (X±SD)
1. Rajungan	ttd	0,018±0,014A
2. Udang Jerbung	ttd	0,033±0,011A
3. Udang Mantis	0,161±0,051	0,293±0,072B*

Sumber: Hasil Analisis Laboratorium ABICAL, BBIA, Bogor (2014)

#### **Keterangan:**

1. Uji Anova terhadap kadar Cd Musim barat, huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan antar kadar Cd.
2. Uji t kadar Cd antar musim (ns= tidak berbeda nyata, \* = berbeda sangat nyata <  $\alpha$  0,05 dan \*\* = berbeda sangat nyata <  $\alpha$  0,01).
3. ttd=tidak terdeteksi (<0,003)

Dari Tabel 5 di atas dapat disimpulkan bahwa kandungan Cd antar jenis Crustacea tidak menunjukkan perbedaan, kecuali pada udang mantis secara signifikan lebih tinggi dari

kandungan Cd pada crustacea lainnya. Udang mentis menyenangi hidup di dasar perairan yang terdiri dari pasir atau pasir campur lumpur dan udang ini juga hidup pada dasar perairan atau celah-celah batu-batuan, sehingga perairan yang dasarnya terdiri dari pasir dan berbatu merupakan merupakan habitat utama udang mentis. Udang ini senang hidup dengan membuat lubang di dalam pasir berlumpur tersebut (Wardiatno et.al.,2010). Udang mentis merupakan salah satu jenis udang predator yang hidup di perairan dangkal di kawasan laut tropis dan sub tropis, mereka berburu hewan bercangkang keras seperti kerang, siput, dan kepiting kecil. Udang mentis mempunyai tungkai yang kuat, gerakannya sangat cepat, dapat memberikan pukulan yang setara dengan kekuatan peluru bahkan dapat menghancurkan cangkang kepiting yang keras (Uniqpost. Com, 2013). Berdasarkan habitatnya yang suka melubang di tempat berlumpur dan makanannya yang banyak hewan bercangkang inilah yang memungkinkan spesies ini mempunyai kandungan logam yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok crustacea yang lainnya (rajungan dan udang jerbung).

Hasil analisis kandungan Cd antara Musim Timur dan Musim Barat secara umum menunjukkan bahwa kandungan Cd pada crustacea Musim Barat jauh lebih tinggi daripada kandungannya di Musim Timur. Hasil uji beda udang mentis, menunjukkan bahwa kandungan Cd pada bagian daging udang mentis Musim Barat ( $0,293 \pm 0,072$  mg/kg), secara signifikan ( $\alpha 0,05$ ), lebih tinggi dibandingkan pada Musim Timur ( $0,161 \pm 0,051$  mg/kg). Hal ini kemungkinan disebabkan karena pada Musim Barat terjadi banjir yang banyak membawa polutan dari wilayah Jabodetabek. Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh P4L (Pusat Penelitian Pengembangan Perkotaan dan Lingkungan DKI Jakarta) dikemukakan bahwa 80% sumber pencemaran sungai yang mengalir di Jakarta ini berasal dari limbah rumah tangga dan hanya 20% yang berasal dari buangan limbah industri (Widiyanto, 2013). Dengan demikian seringnya banjir besar di DKI dapat menjadi salah satu penyebab tingginya pencemaran di Perairan Teluk Jakarta.

Tabel 6. Perbedaan Cd antar spesies dan antar musim pada ikan (*Pisces*)

Jenis Ikan	Kadar Cd pada bagian daging (mg/kg)	
	Musim timur ( $X \pm SD$ )	Musim Barat ( $X \pm SD$ )
1. Bawal	$0,067 \pm 0,040$	$0,207 \pm 0,280A$ , ns
2. Ikan Petek	ttd	$0,030 \pm 0,010A$
3. Ikan kembung	ttd	$0,110 \pm 0,056A$

Sumber: Hasil Analisis Laboratorium ABICAL, BBIA, Bogor (2014)

**Keterangan:**

1. Uji Anova terhadap kadar Cd Musim barat, huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan antar kadar Cd.
2. Uji t kadar Cd antar musim (ns= tidak berbeda nyata, \* = berbeda sangat nyata  $< \alpha 0,05$  dan \*\* = berbeda sangat nyata  $< \alpha 0,01$ ).
3. ttd=tidak terdeteksi ( $<0,003$ )

Pada tabel 6 tampak jelas, bahwa kandungan Cd antar jenis ikan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, namun ada kecenderungan ikan bawal memiliki kandungan Cd paling tinggi. Hal ini dapat terjadi karena ikan bawal termasuk pemakan plankton, hidupnya di dasar perairan yang berlumpur sampai kedalaman 100 meter, umumnya menempati muara-muara sungai besar. Sementara itu ikan petek merupakan ikan berbentuk pipih yang hidup di perairan dangkal. Ikan ini termasuk jenis pemakan tanaman dan organisme yang sudah mati dan ikan kembung hidup di perairan laut dangkal atau pantai, makanan berupa phytoplankton dan zooplankton. Dari habitat ikan tersebut tampak bahwa ikan bawal merupakan jenis ikan yang memungkinkan terpapar logam berat cukup tinggi karena hidup di perairan berlumpur dan muara sungai (Purnomo, 2008). Sedangkan muara sungai itu sendiri merupakan sumber logam berat yang utama, karena logam berat dibawa ke laut melalui sungai-sungai yang tercemar. Seperti yang terungkap dalam penelitian Rumanta (2005), bahwa kandungan logam berat (Pb) pada sedimen muara sungai ( $26,531 \pm 5,671$  mg/kg), jauh lebih besar dibandingkan dengan sedimen pantai Muara Angke ( $13,124 \pm 3,677$  mg/kg). Selain itu, lumpur atau sedimen merupakan tempat akumulasi logam berat di perairan, karena logam berat biasanya akan mengendap di dasar perairan yang akan terjadi fluktuasi tergantung kondisi keasaman air setempat. Seperti diungkapkan oleh Djuangsih, et.al.(82, dalam Rochyatun & Rojak, 2007) bahwa:”...logam berat tidak dapat dihancurkan (*non degraded*) oleh organisme hidup di lingkungan dan terakumulasi ke lingkungan, terutama mengendap di dasar perairan membentuk senyawa kompleks bersama bahan organik dan anorganik secara adsorpsi dan kombinasi”.

Kandungan Cd pada bawal Musim Barat ( $0,207 \pm 0,280$  mg/kg) secara signifikan ( $\alpha 0,05$ ) lebih tinggi dibandingkan pada Musim Timur ( $0,067 \pm 0,040$  mg/kg). Hal ini terjadi karena pada Musim Barat curah hujan sangat tinggi dan sering terjadi banjir. Pada saat terjadinya banjir sungai-sungai yang bermuara ke Teluk Jakarta akan membawa limbah rumah tangga dan limbah pabrik baik sengaja maupun tidak.

Tabel 7. Perbedaan kadar Cd antar spesies dan antar musim pada *Sefalopoda* dan *Bivalvia*.

Jenis Ikan	Kadar Cd pada bagian daging (mg/kg)	
	Musim timur (X±SD)	Musim Barat (X±SD)
<b><i>Sefalopoda</i></b>		
1. Cumi-cumi	0,047±0,028	0,237±0,090AB *
2. Sotong	0,057±0,072	0,043±0,006A, ns
<b><i>Bivalvia</i></b>		
4. Kerang hijau	ttd	0,290±0,062B
5. Kerang darah	0,463±0,049	0,747±0,260C, ns
6. Kerang tahu	0,130±0,030	0,087±0,025AB,ns

Sumber: Hasil Analisis Laboratorium ABICAL, BBIA, Bogor (2014)

**Keterangan:**

1. Uji Anova terhadap kadar Cd Musim barat, huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan antar kadar Cd.
2. Uji t kadar Cd antar musim (ns= tidak berbeda nyata, \* = berbeda sangat nyata  $< \alpha 0,05$  dan \*\* = berbeda sangat nyata  $< \alpha 0,01$ ).
3. ttd=tidak terdeteksi ( $<0,003$ )

Pada tabel 7 tampak jelas kandungan Cd antar jenis molusca menunjukkan perbedaan, Kerang darah secara signifikan ( $\alpha 0,05$ ) memiliki kadar Cd lebih tinggi ( $0,747 \pm 0,260$  mg/kg), dibandingkan dengan kadar Cd pada kerang hijau ( $0,290 \pm 0,062$  mg/kg) dan kerang tahu ( $0,087 \pm 0,025$  mg/kg) hal ini dikarenakan kerang darah hidup di muara sungai berlumpur atau berpasir dan cara hidup spesies ini biasanya membenamkan dirinya pada tempat-tempat berlumpur atau berpasir, sedangkan kerang hijau habitatnya di muara sungai tetapi melekat pada substrat tertentu seperti batu dan kayu (Elisa, 2014)

Hasil analisis kandungan Cd antara Musim Timur dan Musim Barat tidak berbeda nyata. Pada kandungan logam Cd pada kerang darah pada Musim Barat  $0,747 \pm 0,260C$ , ns lebih tinggi dibandingkan pada Musim Timur  $0,463 \pm 0,049$ . Hal ini kemungkinan dapat disebabkan karena pada musim Barat terjadi hujan dan banjir. Pada saat hujan dan banjir sungai-sungai yang bermuara ke Teluk Jakarta akan membawa limbah rumah tangga dan limbah pabrik dan bahkan ada kemungkinan dengan sengaja untuk membuang limbah yang mengandung logam Cd.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

1. Rata-rata kandungan logam Pb pada hasil perikanan laut di teluk Jakarta pada umumnya rata-rata kandungan logam Pb baik pada musim Timur dan musim Barat umumnya masih sangat rendah ( $<0,042\text{mg/kg}$ ) jauh di bawah ambang batas yang ditetapkan SNI. Sedangkan kandungan Cd ditemukan pada seluruh jenis sampel hasil perikanan dan yang tertinggi pada kerang darah ( $0,747\text{ mg/kg}$ ). Keadaan tersebut menunjukkan bahwa kadar Pb dan Cd hasil perikanan laut dari Teluk Jakarta masih berada di bawah ambang batas yang ditetapkan SNI (2009) sebanyak  $1\text{ mg/kg}$ , kecuali ikan yang telah melebihi ambang batas yang ditentukan, di mana kandungan Cd pada bawal hitam ( $0,207\text{ mg/kg}$ ) dan ikan kembung ( $0,110\text{ mg/kg}$ ) berada di atas ambang batas yang ditentukan SNI (2009), ISIRI dan WHO
2. Hasil analisis kandungan Cd antar jenis pada setiap kelompok hasil perikanan laut pada umumnya menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan. Pada Crustacea, udang mantis secara signifikan lebih tinggi dibandingkan jenis Crustacea lainnya; pada Molusca, kerang darah, memiliki kandungan Cd yang secara signifikan lebih tinggi dibanding jenis Molusca lainnya, sedangkan kadar terendah terdapat pada sotong. Berbeda dengan kedua kelompok hasil perikanan laut tersebut, kandungan Cd pada daging ikan tidak menunjukkan perbedaan antar jenis yang signifikan. Kandungan Pb pada hasil perikanan laut sebagian besar masih sangat rendah (tak terdeteksi), sehingga tidak dapat diperbandingkan.
3. Ada kecenderungan bahwa kandungan Cd pada hasil perikanan laut musim Barat lebih tinggi dibandingkan pada Musim Timur. Namun demikian perbedaan hanya terjadi pada udang mentis dan cumi-cumi, dimana kandungan Cd pada Musim Barat secara signifikan lebih tinggi daripada Musim Timur.

#### B. Saran

1. Tingginya kadar Cd pada hasil perikanan laut walaupun menurut SNI masih dibawah ambang batas, tetapi masih di atas ambang batas yang ditentukan oleh Uni Eropa dan Tuki ( $0,02\text{-}0,03\text{ mg/kg}$  berat basah). Hal ini menunjukkan masih adanya

pencemaran logam berat berbahaya yang sangat rentan menjangkiti masyarakat sekitar Teluk Jakarta. Untuk itu, Pemda DKI diharapkan dapat mengatasi banjir di masa yang akan datang, sehingga bahan pencemar dari sekitar Jabodetabek tidak mudah mencemari Teluk Jakarta.

2. Pemerintah daerah perlu melakukan pengujian logam berat pada biota laut secara berkala untuk memonitoring tingkat bahaya mengkonsumsi biota laut hasil tangkapan di Teluk Jakarta.
3. Melakukan monitoring terhadap industry-industri yang ada di sekitar Teluk Jakarta dan menindak para industriawan yang nakal dan tidak mematuhi peraturan yang berlaku.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bat, L., Sezgin, M., Üstün F., & Şahin, F. (2012). Heavy Metal Concentrations in Ten Species of Fishes Caught in Sinop Coastal Waters of the Black Sea, Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 12: 371-376.
- CCFAC. (1999). Maximum level for lead. Joint FAO/WHO food standards programme codex committee on food additives on contaminants. [http://www.who.int/fsf/chemicalcontaminan-ants/lead99\\_19e.pdf](http://www.who.int/fsf/chemicalcontaminan-ants/lead99_19e.pdf). [23 April 2003].
- Clarke, M., Harvey, D.G., & Humphrey, D.J. (1981). *Veterinary Toxicology*, 2<sup>nd</sup> ed. The English language Book Society and Balliere Tindall, London.
- Darmono. (1995). *Logam dalam Sistem Makhluk Hidup*. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Diniyah. (1995). Korelasi antara kandungan logam berat Hg, Cd, dan Pb pada beberapa ikan konsumsi dengan tingkat pencemaran di Teluk Jakarta. *Tesis*. PPs IPB: Bogor.
- Purnomo, D. (2009). Logam Berat sebagai Penyumbang Pencemaran Air Laut, <http://masdony.wordpress.com/2009/04/19/logam-berat-sebagai-penyumbang-pencemaran-air-laut/>. [2 Maret 2013].
- Doull, J.; C.D. Klaase and M.O. Amdur (1980). *Toxicology*. 2<sup>nd</sup> ed. MacMillan Publishing, New York
- Eco-USA Search. (1999). *Clinical Pathology and Diagnostic Procedures*, 2<sup>nd</sup> ed. Bailliere Tindall, London.
- Extoxnet faqs (1997) Cadmium Contamination of Food. <http://ace.orst.edu/info/extoxnet/faqs/foodcon/cadmium.htm>. [26 Pebruari 2013]
- Gilman, A.G., Godman, L.S., & Gilman, A. (1980). *The Pharmacology Basis of Therapeutic*, 6<sup>th</sup> ed; MacMillan
- Hutagalung, H.P. (1994). Kandungan Logam Berat dan sedimen di perairan Teluk Jakarta. *Prosiding seminar pemantauan laut*. Jakarta: Puslitbang Oseanologi-Lipi. Hlm. 9-14.
- Palar, H (1994). *Pencemaran dan Taksikologi logam Berat*, Rineka Cipta, Jakarta [http://id.wikipedia.org/wiki/Muara\\_Angke](http://id.wikipedia.org/wiki/Muara_Angke). [24 Pebruari 2013].
- Jufri Hafiki. (2012). *Pencemaran Air Laut Akibat Ulah Manusia*. <http://pencemaranairlaut.blogspot.com/>. [15 Februari 2013].



- Kobayashi.J. (1978). *Pollution by Cadmium and Itai-itai disease in Japan dalam Toxicology of Heavy Metals in Environmental*. part I, Ed. By.F.W.Oehme
- Lajis,R (1995). The Effect of Cadmium. TheSunHealthtrack.  
[http://prn.usm.my/bulletin/sun/1995/sun\\_36.html](http://prn.usm.my/bulletin/sun/1995/sun_36.html). [2 Maret 2013].
- Lestari dan Edward (2004). *Dampak Pencemaran Logam Berat Terhadap Kualitas Air Laut dan Sumber Daya Perikanan di Teluk Jakarta*. Makala, Sains, vol 8 No 2 Agustus 2004
- Linder,M.C. (1992). *Biokimia Nutrisi dan Metabolisme*. Universitas Indonesia Press.
- Litbang ESDM. (2010). Lingkungan dan Bencana Geologi Kelautan Perairan Teluk Jakarta.  
[http://www.litbang.esdm.go.id/index.php?option=com\\_content&view=article&id=519](http://www.litbang.esdm.go.id/index.php?option=com_content&view=article&id=519). [25 Maret 2013].
- Maryadi. (2009). Pencemaran Teluk Jakarta Sudah Kritis. *Antara*. 22 November 2009.
- Occupational Safety and Health administration (OSHA), 1999; Cadmium;  
[http://www.osha-scl.gov/Preamble/Cadmium\\_toc/Cadmium\\_toc\\_by\\_sect.html](http://www.osha-scl.gov/Preamble/Cadmium_toc/Cadmium_toc_by_sect.html). [ 3 Maret 2013].
- Piliang, W.G.(1995). *Nutrisi Mineral*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Reesal,M.R.; R.M.Dufresne and K.Corbet.(1987). *Adverse Health Effect from Industrial and Environmental Cadmium, Community Medicine*. Departemen of Community Health Sciences, Faculty of Medicine, The University of Calgary.
- Rovicky. (2013). Banjir Jakarta 2013 : 1. Peta terdampak . <http://www.kemanusiaan.lazismu.org/index.php/respon/monitor-jakarta/79-banjir-jakarta-2013-1-peta-terdampak>. [1 April 2013].
- Rumanta, M. (2005). Kandungan Timbal pada Makrozoobentos (Mollusca dan Crustacea) dan Pengaruhnya terhadap Kesehatan Konsumen (Studi Kasus di Perkampungan Nelayan Muara Angke, Jakarta), *Disertasi*. IPB: Bogor.
- Rumanta, M., Latief, A, Rahayu, U, Ratnaningsih, A, & Nurdin, G. (2008). Konsentrasi Timbah (Pb) pada Perairan di Sekitar Teluk Jakarta. *JMST.*, V 9:1. Hal 31-36.
- Sachhoemar, S.I. & Wahyono, H.D. (2007). Kondisi Pencemaran Lingkungan Perairan di Teluk Jakarta.
- Saeni, M.S .(1997). Penentuan Tingkat Pencemaran Logam Beraty dengan analisis Rambut. Orasi Ilmiah IPB.
- Setiyanto, Sumantadinata, Riani, dan Ernawati. (2008). Bioakumulasi Logam Berat dan Pengaruhnya terhadap Oogenesis Kerang Hijau (*Perna viridis*). *J. Ris. Akuakultur*. Vol 3(1): 43-52

Slamet, Y.S .(1996). *Kesehatan Lingkungan*. Gajah Mada University Press

Sanjaya, T .(2012). Pencemaran Logam Berat. <http://www.pantonanews.com/1447-pencemaran-logam-berat>. [7 Maret 2013].

Soemodihardjo, S., D. Roberts dan W. Kastoro. 1986. *Shallow Water Marine Molluscs of North-West Java*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta. 83p.

The Biology Projec .(1999). Kidney and Metal Problem set. [http://www.Biology.Arizona.edu/chh/problem\\_sets/kidneymetals/08c.html](http://www.Biology.Arizona.edu/chh/problem_sets/kidneymetals/08c.html). [ 5 Maret2013].

Yudo, S. (2010). *Kondisi kualitas air sungai ciliwung di Wilayah DKI Jakarta ditinjau dari Parameter Organik, Amoniak, Fosfat, Detergen, dan Bakteri Coli*. JAI, vol 6 (1). Hal. 43-42.

