

TA/TL/2005/0025

PERPUSTAKAAN FTSP UII	
HADIAN/BELI	
TGL. TERIMA :	_____
NO. JUDUL :	_____
NO. INV. :	512.00017/0001
NO. INDIK. :	_____

TUGAS AKHIR

**DISRTIBUSI PENCEMARAN LOGAM (Hg, Cr, Cu dan Fe) PADA
CUPLIKAN AIR, SEDIMEN, BIOTA DI PERAIRAN SURABAYA**

**Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia
untuk memenuhi persyaratan guna memperoleh
derajat Sarjana Teknik Lingkungan**



Disusun Oleh :

Nama : Nur Aini Hakim

No. Mhs. : 00 513 001

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2005**

TUGAS AKHIR


DISTRIBUSI PENCEMARAN LOGAM (Hg, Cr, Cu dan Fe) PADA
CUPLIKAN AIR, SEDIMEN, BIOTA DI PERAIRAN SURABAYA

Nama : Nur Alai Hakim

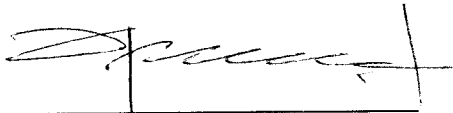
No. Mhs. : 00513001

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dr. Ir. Agus Taftazani
Dosen Pembimbing I


Tanggal : 11 - Juli 2005

Luqman Hakim, ST, Msi
Dosen Pembimbing II


Tanggal : 11 Juli 2005

**DISRTIBUSI PENCEMARAN LOGAM (Hg, Cr, Cu dan Fe) PADA
CUPLIKAN AIR, SEDIMEN, BIOTA DI PERAIRAN SURABAYA**

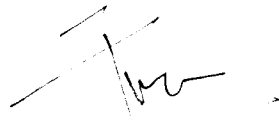
Disusun dan dipersiapkan oleh :

NURAINI HAKIM
00513001

Mengesahkan,

Kepala Bidang

TEKNOFISIKOKIMIA



DR. Ir. Drs. Kris Tri Basuki, M.Sc. APU
N.I.P. 330002043

Pembimbing

Di PPPTM BATAN DIY



Dr. Ir. Agus Taftazani
N.I.P. 330002278

Yogyakarta, 7 Juli 2005
Kepala

Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Maju

BATAN DIY



Drs. Sudjatmoko, SU, APU
N.I.P. 330001101

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Alhamdulillah, puji syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufiq, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini sebagaimana mestinya. Shalawat serta salam juga penulis haturkan ke haribaan Nabi Muhammad SAW beserta anak keturunan dan pengikut-pengikutnya sampai akhir zaman.

Penelitian dalam rangka penyusunan Tugas Akhir yang berjudul **“DISTRIBUSI PENCEMARAN LOGAM (Hg, Cr, Cu dan Fe) PADA CUPLIKAN AIR, SEDIMEN, BIOTA DI PERAIRAN SURABAYA”** dimaksudkan untuk memenuhi syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Jenjang Strata I Jurusan Teknik Lingkungan di Universitas Islam Indonesia.

Terlepas dari ketidak sengajaan, penyusun sadar bahwa penulisan laporan ini masih jauh dari sempurna oleh karena itu kritik dan saran yang konstruktif diperlukan guna menyempurnakan penyusunan laporan ini.

Dalam penulisan laporan ini penulis mendapatkan banyak bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Ir. Widodo, MSCE, Ph. D., selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan izin kepada penulis untuk menyusun tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. Kasam, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan pengarahan dan petunjuk dalam pelaksanaan penyusunan laporan tugas akhir ini.
3. Bapak Dr. Ir. Agus Taftazani, selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan pengarahan dan petunjuk dalam pelaksanaan penyusunan laporan tugas akhir ini.
4. Bapak Luqman Hakim, ST, M.Si, selaku Dosen pembimbing II yang telah memberikan pengarahan dan petunjuk dalam pelaksanaan penyusunan laporan tugas akhir ini.
5. Seluruh staf dan karyawan di Laboratorium Teknofisika Kimia P3TM BATAN DIY (Bu Ning, Pak Mulyono, Pak Sutanto, Pak Iswantoro, Pak Djati) yang banyak memberikan bantuan selama pelaksanaan penelitian.
6. Seluruh dosen di Jurusan Teknik Lingkungan (Pak Andik, Pak Eko, Pak Hudori) yang telah banyak memberikan ilmunya selama penulis menjalani studi.

7. Mama, kakakku dan Icin tercinta yang tiada habisnya memberikan do'a, dorongan, kesabaran dan kasih sayang tanpa batas.
8. Pahlawan hidupku Indra V.A. Mot yang selalu dan selamanya menjadi cinta sejati.
9. Seluruh teman-teman TL '00 UII khususnya Gulman, Rina dan Tifa yang telah membantu sehingga laporan ini dapat terselesaikan.
10. Semua pihak yang telah membantu untuk terselesaikannya skripsi ini, terima kasih yang sebesar-besarnya.

Semoga segala bantuan, bimbingan dan pengajaran yang telah diberikan mendapatkan imbalan dari Allah S.W.T. Semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat berguna bagi kita semua. Amin.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Jogjakarta, Juni 2005

Penyusun

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
ABSTRACT.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pencemaran Lingkungan	5
2.2 Sumber Pencemaran	6
2.3 Pencemaran Logam Berat	8
2.3.1 Raksa (Hg)	10

2.3.2 Chromium (Cr)	10
2.3.3 Ferrum (Fe)	11
2.3.4 Tembaga (Cu)	13
2.4 Indikator Biologis	14
2.5 Tinjauan Tentang Analisis Aktivasi Neutron	15
2.5.1 Prinsip Analisis Aktivasi Neutron	17
2.5.2 Reaksi Aktivasi Neutron	18
2.5.3 Iradiasi Sampel	20
2.6 Deskripsi Lokasi Penelitian	22
2.6.1 Letak Geografis	22
2.6.2 Iklim Dan Curah Hujan	23
2.6.3 Tata Guna Lahan	23
2.7 Hipotesis	24
BAB III METODE PENELITIAN	25
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	25
3.1.1 Objek Penelitian	25
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	26
3.2.1 Alat Penelitian	26
3.2.2 Bahan Penelitian	27
3.2.3 Skema Penelitian	27
3.3 Pengambilan Sampel	28

3.3.1	Preparasi Sampel Air, Sedimen dan Biota	29
3.3.2	Kalibrasi Spektrometer Gamma	32
3.3.2.1	Kalibrasi Tenaga	33
3.3.2.2	Kalibrasi Efisiensi	33
3.3.3	Pencacahan	34
3.4	Metode Analisis Data	35
3.4.1	Analisis Kualitatif	35
3.4.2	Analisis Kuantitatif	35
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	39
4.1	Kalibrasi Alat	39
4.1.1	Kalibrasi Tenaga	39
4.1.2	Kalibrasi Efisiensi	40
4.2	Analisis Kualitatif	41
4.3	Analisis Kuantitatif	42
4.3.1	Uji Akurasi	43
4.3.2	Uji Presisi	44
4.4	Distribusi Hg Dalam Ekosistem Perairan	45
4.4.1	Konsentrasi Hg Dalam Sampel Air Sungai dan Laut.....	46
4.4.2	Konsentrasi Hg Dalam Sedimen Di Sungai dan Laut.....	49
4.4.3	Konsentrasi Hg Dalam Biota (eceng gondok, tanaman bakau, ikan Belanak dan ikan Gelama)	52

4.5 Distribusi Cr Dalam Ekosistem Perairan	55
4.5.1 Konsentrasi Cr Dalam Sampel Air Sungai dan Laut.....	58
4.5.2 Konsentrasi Cr Dalam Sedimen Di Sungai dan Laut.....	60
4.5.3 Konsentrasi Cr Dalam Biota (eceng gondok, tanaman bakau, ikan Belanak dan ikan Gelama).....	61
4.6 Distribusi Fe Dalam Ekosistem Perairan	63
4.6.1 Konsentrasi Fe Dalam Sampel Air Sungai dan Laut.....	65
4.6.2 Konsentrasi Fe Dalam Sedimen Di Sungai dan Laut.....	66
4.6.3 Konsentrasi Fe Dalam Biota (eceng gondok, tanaman bakau, ikan Belanak dan ikan Gelama)	67
4.7 Faktor Bioakumulasi dan Faktor Distribusi	69
4.8 Sifat Logam Hg, Cr Dan Fe Di Perairan Surabaya	72
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	75
5.1 Kesimpulan	75
5.2 Saran	76

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bagan Alir Limbah Logam Dalam Lingkungan.	8
Gambar 2.2 Prinsip Dasar AAN.....	18
Gambar 2.3 Perangkat Spektrometer Gamma.....	21
Gambar 3.1 Skema Penelitian.....	27
Gambar 3.2 Skema Metode Preparasi Sampel Air.....	29
Gambar 3.3 Skema Metode Preparasi Sampel Sedimen.....	30
Gambar 3.4 Skema Metode Preparasi Sampel Tanaman Air.....	31
Gambar 3.5 Skema Metode Preparasi Sampel Ikan.....	32
Gambar 4.1 Grafik Kalibrasi Tenaga Spektrometer Gamma.....	39
Gambar 4.2 Grafik Liku Kalibrasi Efisiensi Spektrometer Gamma	41
Gambar 4.3 Gambar Pencemaran Hg Di Alam.....	44
Gambar 4.4 Grafik Konsentrasi Hg Sungai Dalam Air, Biota dan Sedimen.....	46
Gambar 4.5 Grafik Konsentrasi Hg Laut Dalam Air, Biota dan Sedimen.....	47
Gambar 4.6 Grafik Konsentrasi Cr Sungai Dalam Air, Biota dan Sedimen.....	55
Gambar 4.7 Grafik Konsentrasi Cr Laut Dalam Air, Biota dan Sedimen.....	56
Gambar 4.8 Grafik Konsentrasi Fe Sungai Dalam Air, Biota dan Sedimen.....	64

Gambar 4.9 Grafik Konsentrasi Fe Laut Dalam Air, Biota dan Sedimen.....	65
Gambar 4.10 Grafik Faktor Bioakumulasi Unsur Hg, Cr dan Fe.....	70
Gambar 4.11 Grafik Faktor Distribusi Unsur Hg, Cr dan Fe.....	71

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Macam Objek Penelitian	25
Tabel 4.1	Hasil Identifikasi Unsur Logam Dalam Sampel	41
Tabel 4.2	Hasil Identifikasi Unsur Pada Tenaga 511 keV	43
Tabel 4.3	Data Perbandingan Analisis Unsur Hg, Cr, Cu dan Fe Dalam SRM 2704 “ <i>BUFFALO RIVER SEDIMENT</i> “	43
Tabel 4.4	Data Kualitas Air Sungai Surabaya Untuk Konsentrasi Hg.....	47
Tabel 4.5	Data Kualitas Air Laut Surabaya Untuk Konsentrasi Hg.....	48
Tabel 4.6	Data Konsentrasi Hg Dalam Ikan.....	51
Tabel 4.7	Data Kualitas Air Sungai Surabaya Untuk Konsentrasi Cr.....	56
Tabel 4.8	Data Kualitas Air Laut Surabaya Untuk Konsentrasi Cr.....	57
Tabel 4.9	Data Kualitas Air Sungai Surabaya Untuk Konsentrasi Fe... ..	65

ABSTRACT

The rapid growth of industry in Surabaya can influence the pollution level, especially heavy metal in the surface waters of Surabaya and the ecosystem around it ; such as river and marine. Finally, it will give negative impact to human being's health. The objective of this research is to measure the content of some heavy metals which are Hg, Cr, Cu, and Fe metal in the samples of river and sea water, river and sea sediment, *Eichhornia crassipes (Mart) Solmms* , *Rhizophora stylosa* , fish *Johnius (Johnieops)borneensis*, and fish *Moolgarda delicates* in 12 locations selected of Surabaya surface waters. The method used to analyze the heavy metal are Neutron Activation Analysis (NAA). Water sample, sediment and biota are refined, homogenized, and radiated by neutron flux $1,05 \times 10^{11} \text{ n.cm}^{-2}.\text{det}^{-1}$ during twelve hours. Then they are identified by HPGe detector. The research shows that the concentration of the heavy metals in river water does not exceed the thershold according to Perda Surabaya City No. 02 year of 2004 for the IV level which are Hg (0,005 ppm), Cr (1 ppm) and Fe (not regulated), except for drinking water usage. It has Fe concentration which exceeds the threshold (0,3 ppm), Tengah Kali Surabaya (1,1383 ppm) and Hulu Kali Wonokromo (0,4161 ppm). For sea water, most of the locations have Hg and Cr concentrations which exceed the threshold according to Kepmen LH No.51 year of 2004 for the biota Hg (0,001 ppm) and Cr (0,005 ppm). The concentration of Hg for fish *Johnius (Johnieops)borneensis* and fish *Moolgarda delicates* have exceeded the threshold according to Kep. Dirjen POM No.03725/B/SK/VII/89 about the maximum concentrasion of metal pollution in food. Yet, the concentration of heavy metals in sediment, *Eichhornia crassipes (Mart) Solmms* and *Rhizophora stylosa* are not regulate, so then heavy metals pollution can be concluded . The concentrations of Hg, Cr, Cu, and Fe in the surface water are smaller than the biota and it reaches the highest level in sediment. The sediment distribution factor (F_d) is bigger than the biota bioaccumulation factor (F_b). As, conclusion that Hg, Cr, Cu, and Fe tend to be precipitated.

Key Words: Neutron Activation Analysis (NAA), Hg, Cr, Fe, distribution factor (F_d), bioaccumulation factor (F_b)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan industri yang sangat pesat di kawasan kota Surabaya dan sekitarnya, membawa banyak dampak positif yang sangat diperlukan dalam pembangunan. Akan tetapi disamping semua dampak positif tersebut, proses industrialisasi ternyata juga menimbulkan dampak negatif seperti pencemaran lingkungan. Ekosistem yang menanggung dampak negatif dari industrialisasi adalah perairan. Pada dasarnya secara alamiah perairan dapat menetralsir buangan yang masuk ke dalamnya melalui proses penguraian. Namun karena jumlah buangan yang masuk jauh melampaui batas kesanggupan perairan, akhirnya terjadi akumulasi buangan.

Sungai Brantas merupakan sungai terbesar di Jawa Timur yang menjadi muara beberapa anak sungai yang telah melintasi banyak kota besar, antara lain Malang, Blitar, Kediri, Mojokerto dan Surabaya, kemudian bermuara di selat Madura di sepanjang DAS ini tumbuh berbagai industri dengan pesatnya. Akibatnya, satu hal yang tidak dapat dihindari adalah sebagian besar limbah industri, limbah rumah tangga dan limbah perkotaan dibuang ke dalam Kali Surabaya. Beberapa penelitian yang dilakukan sebelumnya menyatakan bahwa Kali Surabaya sudah tercemar.

Penelitian yang dilakukan oleh Balai Teknik Kesehatan Lingkungan (BTKL) Surabaya di kawasan Pantai Kenjeran pada tahun 1997 menegaskan bahwa kandungan logam berat merkuri, timbal dan tembaga dalam tubuh ikan telah melebihi ambang batas yang diperbolehkan oleh WHO dan FAO untuk dikonsumsi. Sebagai contoh, kadar Hg rata – rata dalam ikan tatengkek untuk seluruh wilayah kecamatan Kenjeran dan Sukolilo sudah mencapai 0,573 ppm. Bahkan, khusus kelurahan Kenjeran, kadar Hg dalam kerang darah pernah mencapai 1,273 ppm. Demikian juga hasil penelitian Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Tingkat I Jawa Timur tahun 1998 melaporkan bahwa ikan dan kerang di wilayah kelurahan Sukolilo, Kecamatan Kenjeran dan sekitar kota Madia Surabaya mengandung Hg^{2+} , Cu dan Pb.

Pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh dampak perkembangan industri tentu saja dapat dikendalikan dan perlu dikaji secara mendalam, karena apabila hal ini tidak dilakukan secara dini akan menimbulkan permasalahan yang serius bagi kelangsungan hidup manusia maupun alam sekitarnya. Salah satu hal yang perlu dikerjakan dalam pengendalian dan pemantauan dampak lingkungan adalah melakukan analisis unsur – unsur dalam sampel lingkungan yang tercemar oleh limbah industri tersebut, terutama kandungan logam berat, radionuklida maupun senyawa kimia berbahaya lainnya. Analisis tersebut diperlukan untuk mengevaluasi tingkat pencemaran yang terjadi.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang ada, maka dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut :

1. Berapakah konsentrasi logam Hg, Cr, Cu dan Fe yang terkandung dalam sampel air, sedimen dan biota yang ada di Perairan Surabaya ?
2. Berapa konsentrasi logam Hg, Cr, Cu dan Fe dalam air sungai dan air laut dibandingkan terhadap ambang baku mutu Peraturan Daerah No. 2 Thn 2004 untuk air sungai dan KEPMEN LH No.51 Tahun 2004 untuk air laut?

1.3. Batasan Masalah

Tingkat kandungan logam Hg, Cr, Cu dan Fe yang terkandung dalam air, sedimen dan biota di Perairan Surabaya.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui konsentrasi logam Hg, Cr, Cu dan Fe dalam sampel air, sedimen dan biota dari lokasi penelitian terpilih di perairan Surabaya dengan metode Aktivasi Neutron (AAN).
2. Membandingkan konsentrasi logam Hg, Cr, Cu dan Fe dalam air sungai dan air laut dengan ambang baku mutu Peraturan Daerah No. 2 Thn 2004 untuk air sungai dan KEPMEN LH No.51 Tahun 2004 untuk air laut.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diambil dari penelitian ini adalah:

1. Menambah pengetahuan dan pengalaman dalam pengambilan sampling di lapangan.
2. Menambah pengetahuan dalam penggunaan Metode Spektrometri Gamma untuk penentuan konsentrasi logam dalam sampel.
3. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan informasi yang berguna bagi Pemerintah Daerah Jawa Timur dan bagi pembuat kebijakan di bidang lingkungan hidup.
4. Hasil penelitian diharapkan pula dapat disebarluaskan ke masyarakat umum, serta pihak lain yang bersangkutan sehingga masyarakat umum dapat mengetahui dampak yang ditimbulkan dari pencemaran logam pada perairan Surabaya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pencemaran Lingkungan

Pencemaran atau polusi adalah suatu kondisi yang telah berubah dari bentuk asal pada keadaan yang lebih buruk. Pergeseran bentuk tatanan dari kondisi asal pada kondisi yang buruk ini dapat terjadi sebagai akibat masukan dari bahan – bahan pencemar atau polutan. Bahan polutan tersebut pada umumnya mempunyai sifat racun (toksik) yang berbahaya bagi organisme hidup. Toksisitas atau daya racun dari polutan itulah yang kemudian menjadi pemicu terjadinya pencemaran (Palar, 1994).

Pencemaran terjadi akibat masuknya material pencemar ke dalam ekosistem. Material pencemar berupa residu dari bahan yang dibuat, digunakan, dan dibuang manusia ke lingkungan. Pencemar yang dilepaskan ke lingkungan oleh manusia adalah hasil samping transportasi, industri, dan pertanian (Thayib 1994, dalam Zulfikar 2000).

Suatu tatanan lingkungan hidup dapat tercemar atau menjadi rusak disebabkan oleh banyak hal. Namun yang paling utama dari sekian banyak penyebab tercemarnya suatu tatanan lingkungan adalah limbah. Berdasarkan pada jenis, limbah dikelompokkan atas limbah padat dan limbah cair. Berdasarkan pada sifat yang dibawanya, limbah dikelompokkan atas limbah organik dan limbah anorganik.

Sedangkan bila berdasarkan pada sumbernya, limbah dikelompokkan atas limbah rumah tangga atau limbah domestik dan limbah industri (Palar, 1994).

Limbah-limbah yang sangat beracun pada umumnya merupakan limbah kimia, apakah itu berupa persenyawaan-persenyawaan kimia atau hanya dalam bentuk unsur atau ionasi. Biasanya senyawa kimia yang sangat beracun bagi organisme hidup dan manusia adalah senyawa-senyawa kimia yang mempunyai bahan aktif dari logam-logam berat. Daya racun yang dimiliki oleh bahan aktif dari logam-logam berat. Daya racun yang dimiliki oleh bahan aktif dari logam berat akan bekerja sebagai penghalang kerja enzim dalam proses fisiologis atau metabolisme tubuh. Sehingga proses metabolisme tubuh terputus. Di samping itu bahan beracun dari senyawa kimia juga dapat terakumulasi atau menumpuk dalam tubuh, akibatnya timbul problema keracunan kronis (Palar, 1994).

Pencemaran laut dapat dibedakan atas pencemaran pantai dan pencemaran lepas pantai/laut lepas. Pencemaran pantai banyak disebabkan oleh kegiatan manusia di darat, sedangkan pencemaran laut lepas sering disebabkan oleh tumpahan minyak dari alat transportasi laut. Pencemaran pantai menurut Eishwerth (1990) dapat digolongkan menjadi: (1) pencemaran karena limbah industri (*industrial pollution*); (2) pencemaran karena sampah (*sewage pollution*); (3) pencemaran karena sedimentasi (*sedimentation pollution*); (4) pencemaran karena kegiatan pertanian (*agricultural pollution*).

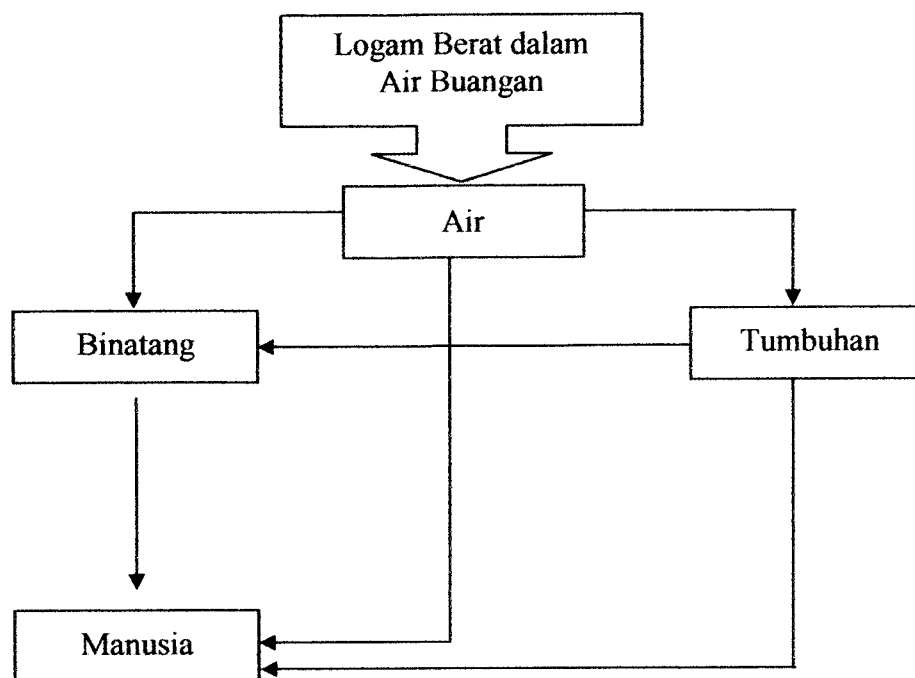
2.2. Sumber Pencemaran

Pencemaran lingkungan merupakan berubahnya suatu kondisi dari bentuk asal menjadi kejadian yang lebih buruk. Perubahan bentuk tatanan dari kondisi asal pada

kondisi buruk ini terjadi sebagai akibat masuknya bahan pencemar dari sumber pencemar yang ada. Sumber pencemar (polutan) dapat berupa suatu lokasi tertentu (*point source*) atau tak tentu / tersebar (*non-point / diffuse source*). Sumber pencemar *point source* misalnya knalpot mobil, cerobong asap pabrik, dan saluran limbah industri. Pencemar yang berasal dari *point source* bersifat lokal. Efek yang ditimbulkan dapat ditentukan berdasarkan karakteristik spasial kualitas air. Volume pencemar dari *point source* biasanya relative tetap. Sumber pencemar *non-point source* dapat berupa *point source* dalam jumlah yang banyak. Misalnya: limpasan dari daerah pertanian yang mengandung pestisida dan pupuk, limpasan dari daerah pemukiman (domestik), dan limpasan dari daerah perkotaan (Effendi, 2003).

Di Indonesia umumnya industri merupakan sumber pencemaran yang utama. Dari pabrik dan industri yang ada di Indonesia, ternyata 50% dari beban pencemaran di daerah-daerah aliran sungai utama berasal dari limbah industri. Masalah lingkungan yang ditimbulkan oleh industri biasanya berawal dari kegiatan pengembangan yang diprakarsai oleh industri berkaitan dengan pemakaian sumber daya alam, teknik produksi dan kegiatan proses produksi serta distribusi (Thayib 1994, dalam Zulfikar 2000).

Karena pembuangan limbah ke lingkungan pada akhirnya sampai pada manusia, maka perlu diketahui skema daur limbah ke lingkungan sebagai berikut:



Gambar 2.1. Bagan Alir Limbah Logam dalam Lingkungan

2.3. Pencemaran Logam Berat

Adanya sumber pencemaran air oleh logam berat dari berbagai sumber akan menyebabkan terganggunya populasi biota di perairan tersebut. Masuknya zat pencemar logam berat ke dalam perairan selain mengendap di dasar perairan, juga akan diakumulasi oleh tumbuhan dan hewan air. Tingkat kadar residu logam yang diakumulasi oleh organisme tersebut dapat untuk menggambarkan tingkat pencemaran air di perairan tersebut (Moore dan Ramamorthy 1984, dalam Zulfikar 2000).

Secara alamiah unsur atau senyawa logam berat terdapat dalam air, sedimen, dan organisme laut, namun kadarnya rendah. Pada kondisi ini unsur atau senyawa logam berat tidak bersifat racun. Sifat racun logam berat akan timbul bila kadarnya

meningkat. Peningkatan kadar logam berat berkaitan erat dengan masuknya limbah yang mengandung logam berat. Umumnya limbah tersebut berasal dari aktifitas berbagai industri di darat (Hutagalung dan Sutomo 1996, dalam Zulfikar 2000)

Pencemaran yang dihasilkan dari logam berat sampai tingkat tertentu dapat mengganggu kesehatan manusia. Masalah yang dihasilkan dari logam berat ini cukup rumit, karena logam berat mempunyai sifat-sifat berikut:

- a. Beracun.
- b. Tidak dapat dirombak atau, dihancurkan oleh organisme hidup.
- c. Dapat diakumulasi dalam tubuh organisme termasuk manusia, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Menurut Murtopo (1989) logam berat berdasarkan sifat racunnya dapat di kelompokkan menjadi empat golongan, yaitu:

1. Sangat beracun, dapat mengakibatkan kematian atau gangguan kesehatan yang pulih dalam waktu yang singkat. Logam-logam tersebut antara lain: Pb, Hg, Cd, Cr, As, Sb, Ti dan U.
2. Moderat, yaitu mengakibatkan gangguan kesehatan baik yang dapat pulih maupun tidak dapat pulih dalam waktu relatif lama. Logam-logam tersebut antara lain: Ba, Be, Cu, Au, Li, Mn, Se, Te, Va, Co dan Rb.
3. Kurang beracun, logam ini dalam jumlah besar menimbulkan gangguan kesehatan. Logam-logam tersebut antara lain: Bi, Co, Fe, Ca, Mg, Ni, K, Ag, Ti dan Zn.
4. Tidak beracun, yaitu menimbulkan gangguan kesehatan seperti: Na, Al, Sr, dan Ca.

2.3.1. Raksa (Hg)

Air dapat terkontaminasi oleh metilmerkuri dari alam atau kegiatan pengolahan yang menggunakan merkuri, seperti pemisahan emas secara tradisional. Dalam air ikan/kerang tidak teracuni oleh merkuri akan tetapi ikan/kerang yang terkontaminasi ini akan meracuni manusia.

Keracunan merkuri merupakan logam pertama yang pernah dilaporkan dari pada logam lainnya. Hg telah ditemukan terkandung dalam limbah sehingga mengakibatkan pencemaran lingkungan sungai, danau dan lautan. Toksisitas merkuri mempunyai bentuk kimiawi yang berbeda-beda, dalam hal ini dibedakan menjadi dua bagian yaitu toksisitas anorganik dan organik. Bentuk anorganik dibedakan menurut bentuk elemen, merkuro dan merkuri. Pada bentuk anorganik tersebut merkuri berikatan dengan satu atom karbon atau lebih, sedangkan bentuk organik merkuri keterikatan dengan rantai alkil yang pendek. Senyawa tersebut sangat stabil dalam proses metabolisme dan mudah menginfiltrasi jaringan yang sukar ditembus misalnya otak dan plasenta. Senyawa tersebut mengakibatkan kerusakan jaringan yang *irreversible* baik pada orang dewasa maupun anak. Gejala yang menonjol pada keracunan Hg anorganik adalah adanya rasa sakit pada saluran pencernaan dan ginjal yang biasanya intoksikasi melalui makanan.

2.3.2. Chromium (Cr)

Chromium (Cr) adalah logam kristalin yang putih dan tidak liat. Chrom dengan nomor atom 24 dan berat atom 52 adalah jenis logam berat yang termasuk dalam golongan VIB bersama-sama dengan Mo dan W, mempunyai konfigurasi

elektron $3d^5 4s^1$ dengan titik lebur $1875\text{ }^\circ\text{C}$ dan titik didih $2665\text{ }^\circ\text{C}$, sedangkan Cr yang sangat berbahaya adalah Cr dengan valensi 6^+ .

Logam Cr murni tidak pernah ditemukan di alam, logam ini di alam ditemukan dalam bentuk persenyawaan padat atau mineral dengan unsur-unsur lain. Sebagai bahan mineral, Cr paling banyak ditemukan dalam bentuk chromite (FeOCr_2O_3). Sebagai logam berat, Cr termasuk logam yang mempunyai daya racun tinggi. Daya racun yang dimiliki oleh logam Cr ditentukan oleh valensi ionnya. Ion Cr^{6+} merupakan bentuk logam Cr yang paling banyak dipelajari sifat racunnya bila dibandingkan dengan ion- ion Cr^{2+} dan Cr^{3+} . Sifat racun yang dibawa oleh logam ini juga dapat mengakibatkan terjadinya keracunan akut dan keracunan kronis. Keracunan akut yang disebabkan oleh senyawa $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ pada manusia ditandai dengan kecenderungan terjadinya pembengkakan pada hati. Tingkat keracunan Cr pada manusia diukur melalui kadar atau kandungan Cr dalam urine (Palar, 1994)

Senyawa Cr ini sangat berbahaya karena dapat dengan cepat merusak protein. Distribusi Cr yang masuk ke dalam air minum dalam jumlah yang berbeda-beda antara 0,45 ppm sampai 11 ppm dan apabila dikonsumsi oleh manusia selama setahun menunjukkan jumlah terbesar berada di limpa, tulang, ginjal dan liver (Patty 1962, dalam Karo-karo 2001). Kontaminasi logam chrom (Cr) dapat terjadi melalui makanan dan minuman yang tertumpuk di liver, limpa dan ginjal secara bersamaan dan dalam waktu yang panjang akan mengendap dan menimbulkan kanker, selain itu Cr dapat dengan cepat tersebar di dalam pembuluh darah. Cr merupakan salah satu unsur logam berat yang sangat beracun dan sangat berbahaya bagi kesehatan manusia sehingga ditetapkan batas aman Cr untuk perairan ditetapkan 0,05 ppm (Patty 1962, dalam Karo-karo 2001).

2.3.3. Ferrum (Fe)

Besi atau Ferrum (Fe) adalah logam berwarna putih keperakan, liat dan dapat dibentuk. Fe terutama sebagai feri oksida yang tidak larut dalam air. Selain itu Fe juga dapat berbentuk sebagai ferro karbonat (sederit) yang sangat sedikit larut. Konsentrasi Fe ditentukan oleh struktur geologi, keadaan hidrologi DAS dan oleh faktor-faktor fisikokimia dan biokimia yang meliputi pH, potensial redoks, kandungan oksigen, asam karbonat, H_2S , zat-zat organik yang mempunyai kapasitas tinggi dalam pembentukan kompleks, kandungan dan komposisi mikroflora dan komponen mineral lainnya (Saeni 1986, dalam Zulfikar 2000).

Ferrum (Fe) sangat berperan dalam proses fiologik dan telah banyak diketahui kepentingan dalam proses biokimia. Fe banyak ditemukan dalam makanan yang jumlahnya bermacam-macam, dari yang rendah (dalam jenis sayur-sayuran) dan yang tinggi (dalam daging). Fe masuk ke dalam tubuh melalui makanan, minuman dan pernafasan. Kandungan yang rendah dari Fe dalam makanan akan menyebabkan naiknya efisiensi absorpsi Fe, tetapi sebaliknya yang banyak mengandung Fe akan dapat menurunkan absorpsi Fe pada manusia. Keracunan Fe yang akut dapat menyerang sel-sel mukosa dan sekaligus membunuhnya.

Fe dalam tubuh biasanya berkaitan dengan protein yang melibatkan kelompok hemoglobin yaitu rantai asam amino dan ikatan Fe-S, menjadi residu sistem dalam protein ferodoksin dari bakteri dan tanaman. Sebagaian Fe dalam tubuh terikat dengan protein lain yang mengangkut Fe ke dalam jaringan penyimpanan sebagai ion Fe (III) yang sangat stabil dan tidak terhidroksida.

2.3.4. Tembaga (Cu)

Tembaga yang digunakan dalam pabrik biasanya berbentuk organik dan anorganik. Logam ini banyak digunakan pada pabrik yang memproduksi alat-alat listrik, gelas dan zat warna yang biasanya bercampur dengan logam lain sebagai aloi dengan perak (Ag), kadmium (Cd), timah putih (Sn) dan seng (Zn). Sedangkan garam tembaga banyak digunakan dalam bidang pertanian misalnya, larutan "Bordeaux" yang mengandung 1-3% tembaga sulfat (CuSO_4) digunakan untuk membasmi jamur pada pohon buah-buahan. Tembaga sulfat ini juga sering digunakan untuk membasmi siput (moluskisida) sebagai inang dari parasit cacing, juga untuk mengobati penyakit kuku (foot rote) pada domba (Darmono, 1995).

Logam baik esensial maupun nonesensial yang diserap ke dalam tubuh hewan air akan didistribusikan ke dalam jaringan dan ditimbun dalam jaringan tertentu. Dalam keadaan normal, jumlah logam seng (Zn) yang diperlukan untuk proses enzimatik biasanya sangat sedikit. Dalam keadaan lingkungan yang tercemar. Keperluan logam esensial ini (Fe, Cu, Zn, Co, Mn, Mo, Se dan Ni) akan menjadi berlebihan walaupun semua logam berat tersebut bersifat menghambat sistem enzim (enzim inhibitor). Yang mengherankan adalah kandungan logam yang tinggi yang ditemukan pada jaringan beberapa spesies hewan air yang mempunyai regulasi sangat buruk terhadap logam (Fujki 1973, dalam Priatna 2001).

Pada binatang lunak (moluska) sel leukositi sangat berperan dalam sistem translokasi dan detoksikasi logam. Hal ini terutama ditemukan pada kerang kecil (oyster) yang hidup dalam air yang terkontaminasi tembaga (Cu), yang tembaganya terikat oleh sel leukositi sehingga menyebabkan kerang tersebut berwarna kehijau-hijauan. Penelitian mengenai pengikatan Cu dan Zn telah dilakukan oleh Coombs

(1974) yang mengemukakan bahwa kerang (*Ostrea edulis*) yang normal, 60% dari Zn terikat oleh sel-sel debris dan dapat berikatan dengan ion-ionnya.

Distribusi dan akumulasi logam tersebut sangat berbeda-beda untuk setiap organisme air. Hal tersebut tergantung pada spesies, konsentrasi logam dalam air, pH, fase pertumbuhan dan kemampuan pindah tempat (Darmono, 1995).

2.4. Indikator Biologis

Dalam rangka menganalisa keadaan lingkungan, masalah indikator biologis perlu diketahui dan ditentukan. Indikator biologis merupakan petunjuk ada tidaknya kenaikan keadaan lingkungan dari keadaan garis dasar (keadaan lingkungan sebelum ada kegiatan industri). Pengambilan contoh lingkungan, baik yang berasal dari hewan maupun tanaman haruslah yang terletak pada jalur yang menuju dan berakhir pada manusia (Wisnu Wardhana, 1995).

Berdasarkan pendapat Phillips (1980) bahwa sifat dasar suatu indikator atau spesies monitor adalah sebagai berikut:

1. Makhluk hidup harus mengakumulasikan pencemaran tanpa terbunuh pada kadar yang dihadapi dalam lingkungan.
2. Makhluk hidup harus yang senang menggali lubang agar supaya mewakili daerah studinya.
3. Makhluk hidup harus banyak jumlahnya dalam seluruh daerah tersebut.
4. Makhluk hidup harus cukup panjang waktu hidupnya untuk memungkinkan pengambilan sampel lebih dari kelas 1 tahun bila dikehendaki.

5. Makhluk hidup harus cukup besar, memberikan jaringan yang cukup untuk analisis.
6. Makhluk hidup harus mudah di sampel dan cukup kuat untuk selamat dalam laboratorium, yang memungkinkan pembersihan sebelum analisis bila dikehendaki dan studi laboratorium terhadap pangambilan (up-take).
7. Makhluk hidup harus toleransi terhadap air payau.
8. Suatu korelasi yang sederhana harus ada antara pencemar yang ada dalam makhluk hidup dan rata-rata kepekaan pencemar dalam air sekelilingnya.
9. Seluruh makhluk hidup dari spesies tertentu yang digunakan dalam survei harus memiliki korelasi yang sama antara kandungan pencemarannya yang rata-rata kepekatan pencemaran dalam air sekelilingnya pada seluruh lokasi yang dipelajari dalam keadaan itu.

Indikator biologi sebagai dasar dan perhatian utama untuk melihat dampak pencemaran oleh logam berat dan beracun dan adanya proses bioakumulasi, selain itu untuk melihat efek potensialnya terhadap jaringan atau rantai makanan

Hasil-hasilnya dapat memberikan suatu penilaian kontak biologis yang relevan terhadap racun yang ada dalam air dan sedimen dalam berbagai bentuk berbeda dengan aktivitas biologis yang berbeda. Dengan makhluk hidup makanan sebagai monitor, mereka memberikan suatu pengukuran langsung terhadap kontak pada manusia.

2.5. Tinjauan Tentang Analisis Aktivasi Neutron (AAN)

Penggunaan Spektrometer γ telah menjalar ke berbagai bidang ilmu seperti; fisika, kimia, biologi, pertanian, kedokteran dan lain-lain, berkat dikembangkannya

teknik analisis unsur-unsur kelumit (*trace elements* = unsur-unsur dalam kadar yang sangat rendah) yang disebut Analisis Aktivasi Neutron (AAN). Analisis Aktivasi Neutron adalah suatu analisis unsur yang didasarkan pada pengukuran keradioaktifan imbas jika suatu sampel disinari neutron.

Teknik analisa ini pertama kali ditemukan oleh seorang ahli berkebangsaan Hungaria bernama George Havesy ketika ia mencoba menentukan impuritas disporium (Dy) dalam sampel Ytrium (Y) dengan jalan menembaki sampel tersebut dengan neutron.

AAN mempunyai beberapa keunggulan dibanding metode analisis yang lain, adalah:

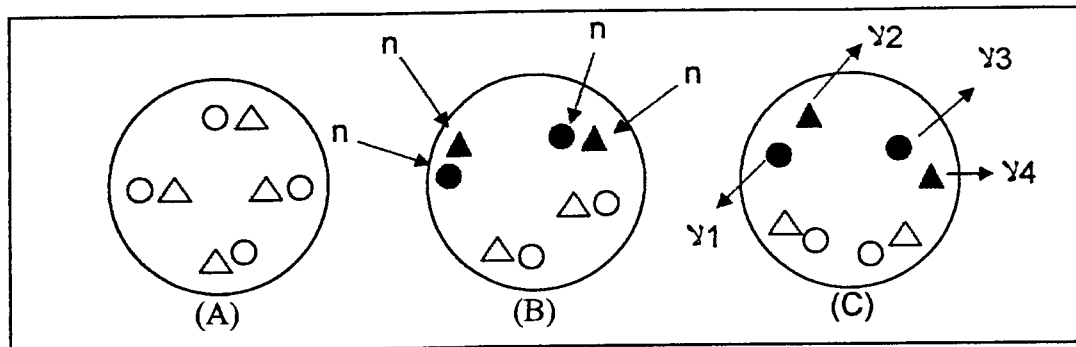
1. Analisis Aktivasi Neutron memungkinkan analisis langsung untuk sampel berbentuk padat, cair, gas tanpa merusak sampel lebih dahulu (non destruktif).
2. Bahaya kontaminasi yang merupakan sumber kesalahan dapat dikurangi.
3. Dengan menggunakan metode relative, dapat dibandingkan secara mudah dan akurat.
4. Dengan menggunakan metode ini dapat dilakukan analisis kualitatif dan kuantitatif dari banyak unsur secara bersamaan tanpa pemisahan kimia. Proses ini disebut AAN secara instrumental (AANI).
5. Mempunyai kepekaan yang tinggi dan limit deteksi rendah sampai orde ppb atau sub ppb.
6. Dapat digunakan untuk analisis cuplikan biologi, lingkungan, geologi dll.

Meskipun AAN mempunyai beberapa keunggulan, tetapi juga mempunyai beberapa kelemahan dalam menggunakan metode ini. Kelemahan – kelemahan ini adalah:

1. Memerlukan fasilitas dan peralatan iradiasi yang besar dan mahal, yaitu reaktor fisi atau akselerator partikel.
2. Laboratorium yang digunakan untuk melakukan analisis ini harus mempunyai perlengkapan khusus untuk penanganan zat radioaktif.
3. Untuk analisis radionuklida berumur panjang diperlukan waktu analisis yang relative lama.

2.5.1. Prinsip Analisis Aktivasi Neutron

Prinsip dasar AAN adalah menembaki suatu cuplikan yang tidak radioaktif dengan neutron sehingga terjadi reaksi tangkapan neutron oleh inti suatu unsur dalam cuplikan. Unsur-unsur tersebut berubah menjadi radioaktif. Setelah paparan radiasi neutron dianggap cukup, cuplikan dikeluarkan dari sumber, cuplikan tersebut sekarang mengandung unsur-unsur yang memancarkan sinar radioaktif. Sinar γ yang dipancarkan oleh berbagai unsur dalam cuplikan dapat dianalisis secara spektrometri γ . Analisis kualitatif dilakukan berdasarkan penentuan tenaga sinar γ , sedangkan analisis kuantitatif dilakukan dengan menentukan intensitasnya. Gambar berikut menunjukkan prinsip AAN (Susetyo, 1988).



Gambar 2.2. Prinsip Dasar AAN

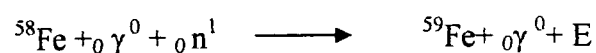
Keterangan :

- (a) Sampel terdiri atas bermacam-macam unsur misalnya unsur dasar (O) dan kelumit (Δ) dan lain-lain.
- (b) Sampel diiradiasi dengan neutron dan membuat beberapa atom menjadi radioaktif (\bullet dan \blacktriangle).
- (c) Sinar γ yang dipancarkan oleh unsur-unsur radioaktif tersebut menunjukkan data kualitatif unsur-unsur dalam cuplikan.

2.5.2. Reaksi Aktivasi Neutron

Apabila unsur-unsur stabil dalam cuplikan diiradiasi dengan neutron, maka terjadi macam-macam reaksi inti, namun yang digunakan dalam AAN adalah reaksi neutron gamma (n, γ), yang artinya suatu unsur jika ditembak dengan neutron maka unsur tersebut akan berubah menjadi unsur lain sambil melepaskan sinar γ .

Contoh :

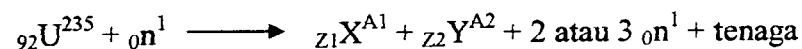


Reaksi diatas dapat ditulis sebagai ${}^{58}\text{Fe} (n, \gamma) {}^{59}\text{Fe}$. Pemilihan reaksi pengaktifan yang perlu diikuti dengan pemilihan fasilitas radiasi yang bersesuaian.

Ada 3 jenis fasilitas iradiasi neutron yang penting, yaitu:

1. Reaktor atom
2. Akselerator
3. Sumber neutron isotopik

Penelitian ini menggunakan fasilitas iradiasi neutron yang ada dalam reaktor atom. Bahan bakar reaktor atom yang digunakan dalam uranium. Dalam uranium terdapat dua isotop utama yaitu ${}_{92}\text{U}^{235}$ dan ${}_{92}\text{U}^{238}$. Inti ${}_{92}\text{U}^{235}$ apabila radionuklida menyerap neutron akan mengalami pembelahan menjadi dua inti radionuklida baru dan melepas dua atau tiga neutron, menurut reaksi inti sebagai berikut:



Neutron yang dihasilkan langsung dari pembelahan uranium mempunyai tenaga yang sangat tinggi atau disebut dengan neutron cepat. Neutron cepat tidak dapat dipergunakan secara efektif untuk melakukan pembelahan uranium, oleh sebab itu dalam reaktor jenis tertentu dilakukan penurunan tenaga neutron. Biasanya bahan pelambat neutron adalah bahan-bahan dengan berat atom ringan seperti air, air berat dan grafit. Setelah mengalami perlambatan, tenaga neutron akan mengalami penurunan.

Ditinjau dari tenaga yang dimilikinya, neutron dapat digolongkan menjadi (Wisnu Susetyo, 1988):

- | | |
|-------------------|--|
| Neutron Cepat | = mempunyai tenaga diatas 0,1 MeV.>0,5 MeV. |
| Neutron Epitermal | = mempunyai tenaga antara 0,2 eV-0,1 MeV.-0,5 MeV. |
| Neutron Termal | = mempunyai tenaga dibawah 0,2 eV. |

2.5.3. Iradiasi Sampel

AAN dapat digunakan untuk menganalisis kadar unsur-unsur dalam sampel tanpa merusak sampel tersebut. Setelah sampel ditimbang dan disiapkan dengan baik dalam botol polietilen, maka sampel yang tidak radioaktif tersebut di dalam reaktor akan menangkap neutron dan berubah menjadi radioaktif. Radioaktifitas adalah gejala perubahan keadaan inti atom secara spontan dan disertai radiasi berupa zarah dan atau gelombang elektromagnetik. Perubahan dalam inti atom tentu saja membawa perubahan dari satu nuklida menjadi nuklida yang lainnya atau dari satu unsur menjadi unsur yang lain, peristiwa perubahan inti menjadi inti atom yang lain ini disebut desintegrasi inti atau peluruhan radioaktif.

Iradiasi dilakukan selama t maka besarnya radioaktifitas imbas nuklida tertentu dalam sampel dapat dihitung secara teoritis dengan persamaan di bawah ini:

$$A = N \Phi \sigma (1 - e^{-0,693 \cdot t/T}) \dots \dots (1)$$

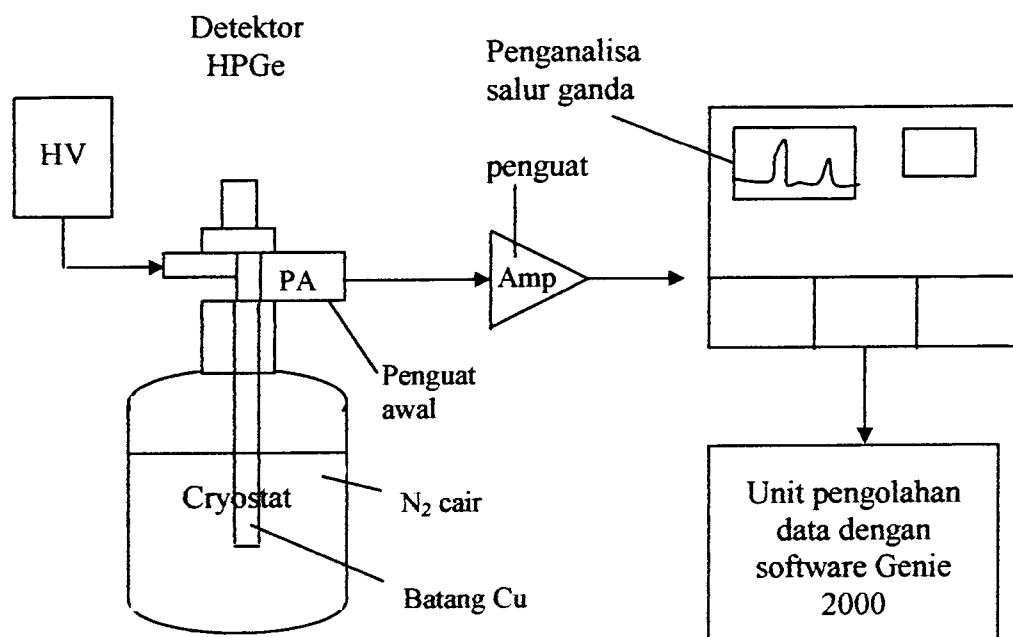
Dimana,

A	=	aktifitas imbas pada saat iradiasi selesai (dps)
N	=	cacah butir atom nuklida yang diiradiasi
Φ	=	flux neutron ($\text{neutron cm}^{-2} \text{S}^{-1}$)
σ	=	tampang serapan neutron (cm^2)
t	=	waktu iradiasi
T	=	waktu paro nuklida radioaktif hasil iradiasi

Setelah waktu iradiasi dianggap cukup iradiasi dihentikan dan cuplikan dikeluarkan dari tempat iradiasi (Susetyo, 1998)

2.5.4. Pencacahan Sampel

Pencacahan sampel dilakukan menggunakan perangkat spektrometer γ yang terkalibrasi dengan baik seperti pada gambar berikut:



Gambar 2.3. Perangkat Spektrometer γ (Susetyo, 1988)

Keterangan :

HV = sumber tegangan tinggi

PA = penguat awal

Amp = penguat

HPGe = High Pure Germanium

Radionuklida dengan waktu paro pendek harus segera dicacah, sedangkan radionuklida dengan waktu paro panjang dibiarkan beberapa waktu lamanya agar nuklida-nuklida umur pendek meluruh semuanya dan tidak mengganggu proses analisis.

Menurut pengalaman, sampel dan standar dipisahkan kelongsongnya jika kita menganalisis unsur volatil (Hg, Se dsb). Hal ini diperlukan karena standar akan menguap dan masuk / menempel pada vial lainnya (termasuk vial sampel). Jika tidak ada unsur-unsur yang mudah menguap dalam sampel hasil radiasi (misalnya; merkuri) maka sebaiknya sampel dikeluarkan dari wadahnya dan diganti dengan wadah yang

baru. Hal ini diperlukan adanya kemungkinan unsur-unsur kelumit dalam wadah lama tersebut ikut teraktifkan sehingga dapat mengganggu analisis sampel (Susetyo, 1988).

2.6. Deskripsi Lokasi Penelitian

2.6.1. Letak Geografis

Surabaya adalah ibu kota propinsi Jawa Timur yang dikenal sebagai Kota Pahlawan. Secara geografis terletak pada $07^{\circ} 21'$ Lintang Selatan dan $112^{\circ} 36' - 112^{\circ} 54'$ Bujur Timur. Surabaya mempunyai luas wilayah 326.36 km^2 dan mempunyai kepadatan penduduk yang cukup tinggi. Secara administratif kota Surabaya terdiri dari 31 kecamatan dan 163 kelurahan dengan batas wilayah:

- Sebelah Utara : Selat Madura
- Sebelah Timur : Selat Madura
- Sebelah Selatan : Kabupaten Sidoarjo
- Sebelah Barat : Kabupaten Gresik

Perkembangan suatu kota harus mempertimbangkan aspek fisik suatu wilayah. Analisis fisik berguna untuk mengetahui sejauh mana suatu wilayah dapat menampung kegiatan kota secara fisik yang meliputi aspek topografi, geografi, demografi dan hidrologi. Secara umum, kota Surabaya mempunyai ketinggian rata rata 3 – 6 meter di atas permukaan laut (dataran rendah), kecuali di bagian selatan terdapat dua bukit landai di daerah Lidah dan Gayungan dengan ketinggian 25 – 30 meter di atas permukaan laut.

2.6.2. Iklim Dan Curah Hujan

Bulan kering terjadi pada Mei sampai Oktober sedangkan bulan basah dimulai pada bulan November sampai April. Temperatur udara rata-rata 22.1° - 33.5° C. Pola angin dipengaruhi oleh dua musim, dimana angin Barat- Barat Laut bertiup pada bulan Januari sampai Maret, angin Timur bertiup pada bulan April sampai November. Dan pada bulan Desember bertiup angin Timur – Tenggara.

Kelembaban udara minimum 47 % dan maksimum 88 %, dengan tekanan udara rata – rata 925,7. Curah hujan rata – rata berkisar 181 mm, curah hujan tertinggi yaitu di atas 200 mm terjadi pada bulan November sampai April.

Secara topografi 80 % dataran rendah, ketinggian 3 – 6 m dan kemiringan < 3 % sedangkan 20 %nya lagi merupakan perbukitan dengan gelombang rendah, ketinggian < 30 m dan kemiringan 5 – 15 %. Terdiri atas tanah alluvial, hasil endapan sungai dan pantai, di bagian barat terdapat perbukitan yang mengandung kapur tinggi.

2.6.3. Tata Guna Lahan

Sebagian besar aktivitas berpusat di kota Surabaya seperti hotel, objek wisata, kantor, industri dan perusahaan umum banyak ditemukan. Perkembangan pesat kota Surabaya mempunyai imbas langsung bagi daerah sekitarnya, baik yang disebabkan oleh urbanisasi maupun bertambahnya jumlah penduduk. Lahan kosong semakin sulit ditemukan. Di sepanjang K. Surabaya akan terlihat di kanan kiri sungai tersebut terdapat jalan raya yang menghubungkan kota Mojokerto dengan Surabaya, sehingga bantaran sungai merupakan lokasi yang menarik bagi usaha perdagangan, industri maupun perumahan.

2.7. Hipotesis

1. Konsentrasi logam Hg, Cu, Cr dan Fe dalam air sungai dan air laut di atas ambang batas menurut baku mutu Peraturan Daerah No. 2 Tahun 2004 untuk air sungai dan KEPMEN LH No. 51 Tahun 2004 untuk air laut.
2. Konsentrasi logam Hg, Cu, Cr dan Fe pada sampel air, sedimen dan biota di perairan laut lebih tinggi dari pada perairan sungai.
3. Konsentrasi logam Hg, Cu, Cr dan Fe terkecil di air kemudian biota dan terbesar pada sedimen.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di laboratorium DIB Bidang Teknofisikimia, Pusat Penelitian Pengembangan Teknologi Maju (P3TM)- BATAN Yogyakarta. Penelitian ini dimulai bulan Juli 2004 sampai Januari 2005, selanjutnya penulis mengolah data dan kemudian menyusun skripsi sampai selesai.

3.1.1 Obyek Penelitian

Tabel 3.1. Macam-Macam Objek Penelitian

No	Sampel	Baku Mutu	Cara Pengambilan	Metode Analisis
1.	Air	Kelas I Cr = 0,05 mg/liter Cu = 0,02 mg/liter Fe = 0,3 mg/liter Hg = 0,001 mg/liter Kelas IV Cr = 1 mg/Liter Cu = 0,2 mg/liter Fe(tidak dipersyaratkan) Hg = 0,005 mg/liter Air laut Kepmen LH No. 51 Tahun 2004	Manual dan sesaat	AAN
2.	Biota	Kep. Dirjen Pengawasan Obat dan makanan No.03725/B/SK/VII/89	Manual dan Sesaat	AAN
3.	Sedimen	Tidak ada baku mutunya	Manual dan sesaat	AAN

3.2. Alat dan Bahan penelitian

3.2.1 Alat penelitian

1. Alat Pengambilan Sampel:

Jerigen, centong, ember, gayung, kayu, plastik klip, sarung tangan dan perahu motor.

2. Alat Preparasi Sampel:

Saring air, cawan tahan panas (1000ml), gelas ukur (1000ml), mikropipet (*Eppendorf, Mettler*), kompor listrik 300 watt, alat tumbuk, ayakan *Karl Kolb* 100 mesh, cawan porselin, timbangan digital Ohaus GT- 410 Germany, pisau bedah *stainless steel, Freeze drying Lyovac* GT- 2 Germany.

3. Alat Radiasi:

Fasilitas Lazy Susan dengan flux neutron $1,05 \times 10^{11} \text{n.cm}^{-2}.\text{det}^{-1}$. pada Reaktor Riset Kartini berdaya max 100kW .

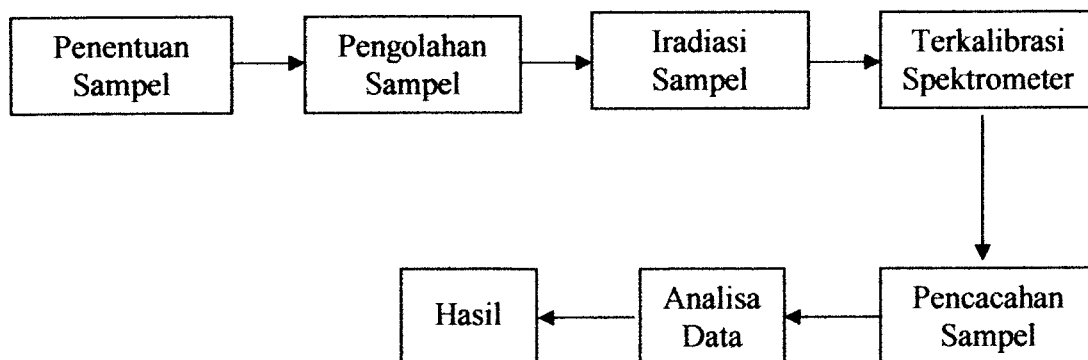
4. Alat Pencacahan:

Perangkat Spektrometer γ : untuk mendeteksi logam yang terkandung pada masing-masing sampel (air, sedimen dan biota) yang radioaktif memancarkan sinar γ : Stabilizer Philips 400V; detektor HPGe, Ortec Canberra; Software Genie 2000, Ortec Canberra; Power Supply Ortec model 4001-A; Operation manual Spectroscopy System Canberra; HV Power Supply Canberra model 3105.

3.2.2 Bahan Penelitian

1. Sampel bahan penelitian adalah air, sedimen, enceng gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solmms), bakau (*Rhizophora stylosa*), ikan Belanak (*Johnius (Johnieops) borneensis*) dan ikan Glama (*Moolgarda delicates*) untuk keterangan lebih jelas dapat dilihat pada lampiran data sampling *Lampiran 1*.
2. Aquadest, untuk pencucian.
3. HNO₃, untuk mengubah pH air.
4. Sumber standar multi gamma (Eu - 152) untuk kalibrasi tenaga.
5. Nitrogen cair.
6. SRM 2704 (*Buffalo Rivers Sediment*).
7. Cellulosa powder.
8. Standar sekunder Hg, Cr, Cu dan Fe.

3.2.3. Skema Penelitian



Gambar 3.1. Skema Penelitian

3.3. Pengambilan Sampel

Menurut Nareh dkk, (1998), pengambilan sampel air laut dan air sungai dapat dilakukan dengan berbagai cara, yaitu dengan cara sampel sesaat (*grab sampel*), sampel gabungan waktu (*composite sampel*), sampel gabungan tempat dan sampel terpadu (*integrated sampel*).

Pada pengambilan sampel untuk penelitian ini digunakan metode sampel sesaat (*grab sampel*) dan bertepatan dengan musim kemarau. Air, sedimen, biota diambil di Perairan Surabaya, kemudian dimasukkan ke dalam tempat yang telah dicuci dengan air setempat diberi label sesuai dengan lokasi dan waktu pengambilan sampel. Untuk daerah pengambilan sampel terdiri dari 12 titik, dengan perincian sebagai berikut :

1. Lokasi 1 = Tengah Kali Surabaya, dianggap sebagai hulu karena daerah aliran sungai pertama yang memasuki kota Surabaya.
2. Lokasi 2 = Dianggap Hilir Kali Surabaya karena merupakan titik percabangan.
3. Lokasi 3 = Dianggap Hulu Kali Mas.
4. Lokasi 4 = Dianggap Hulu Kali Wonokromo.
5. Lokasi 5 = Dianggap Muara kali Wonokromo.
6. Lokasi 6 = Pesisir pantai Wonokromo yang dekat dengan Muara Kali Wonokromo.
7. Lokasi 7 = Muara Kalisari, merupakan percabangan dari Tambak Wedi dan Kali Mas.
8. Lokasi 8 = Pesisir pantai Kenjeran, terakumulasinya empat muara saluran.
9. Lokasi 9 = Pesisir Kedung Cowek, dekat proyek jembatan Suromadu.
10. Lokasi 10 = Dianggap Muara Kali Kedinding.
11. Lokasi 11 = Muara Kalianak.
12. Lokasi 12 = Pesisir Muara Morokrembangan.

PETA LOKASI PENGAMBILAN CUPLIKAN



0 2 4 km

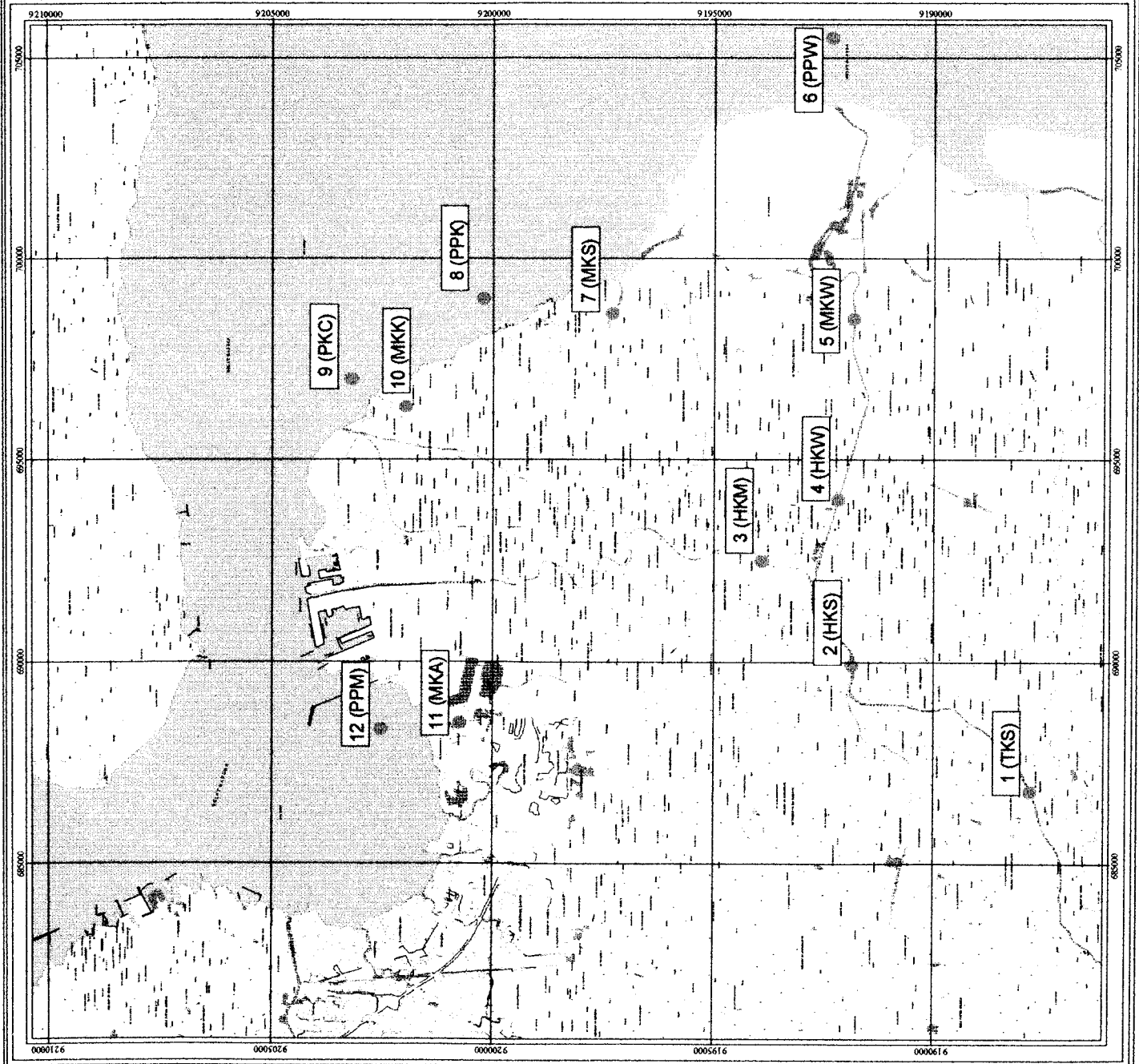
Skala 1 : 100.000

LEGENDA :

- Air Laut, Genis Pantai
- Air, Danau, Sungai (Inland Water)
- Air, Sungai, Sungai Musiman
- Bendungan
- Dermaga
- Tanggul Penahan Air Laut
- Area Tensi Air
- Pengisi Area Air (Water Fill)
- Tanah Rawa
- Kolam Ikan
- Penguapan Garam

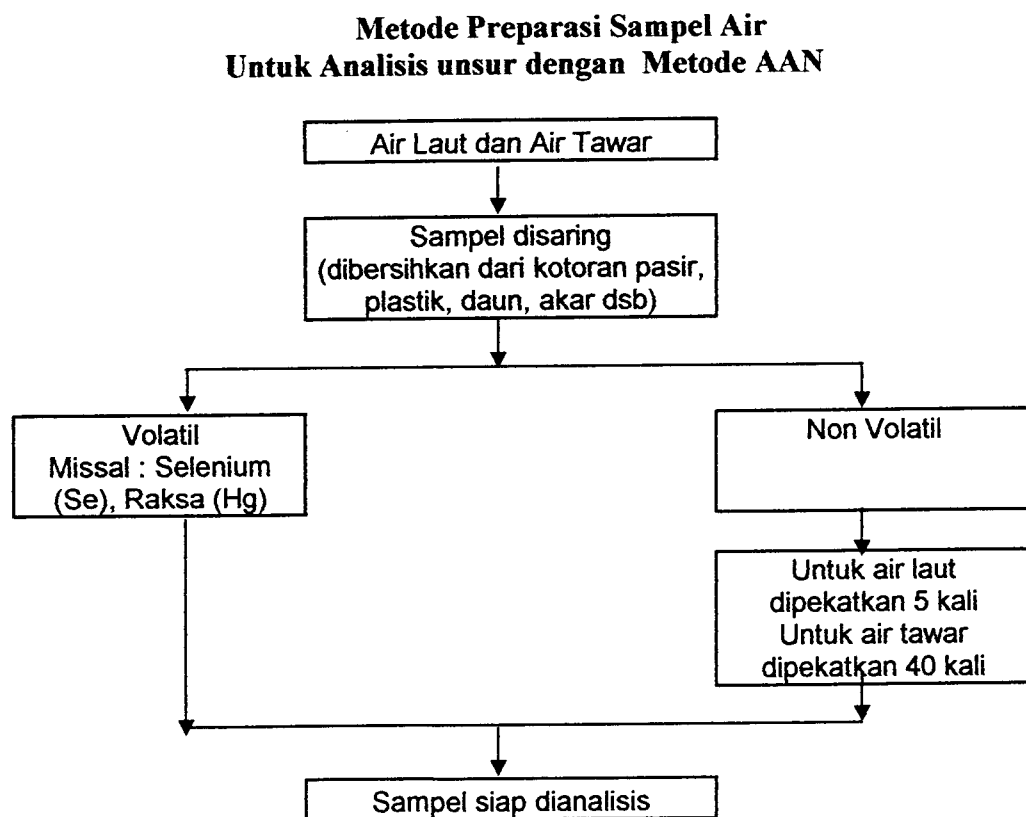
KETERANGAN TITIK LOKASI

1. TKS = Tengah Kali Surabaya (Karang Pilang)
2. HKS = Hilir Kali Surabaya (Gunung Sari)
3. HKM = Hulu Kali Mas (Darmokali)
4. HKW = Hulu Kali Wonokromo (Jagir Wonokromo)
5. MKW = Muara Kali Wonokromo (Wonorejo)
6. PPW = Pesisir Pantai Wonokromo
7. MKS = Muara Kali Sari
8. PPK = Pesisir Pantai Kenjeran (Sukolilo)
9. PKC = Pesisir Kedung Cowek (Kedinding)
10. MKK = Muara Kali Kedinding
11. MKA = Muara Kali Anak (Morokrembangan)
12. PPM = Pesisir Pantai Morokrembangan

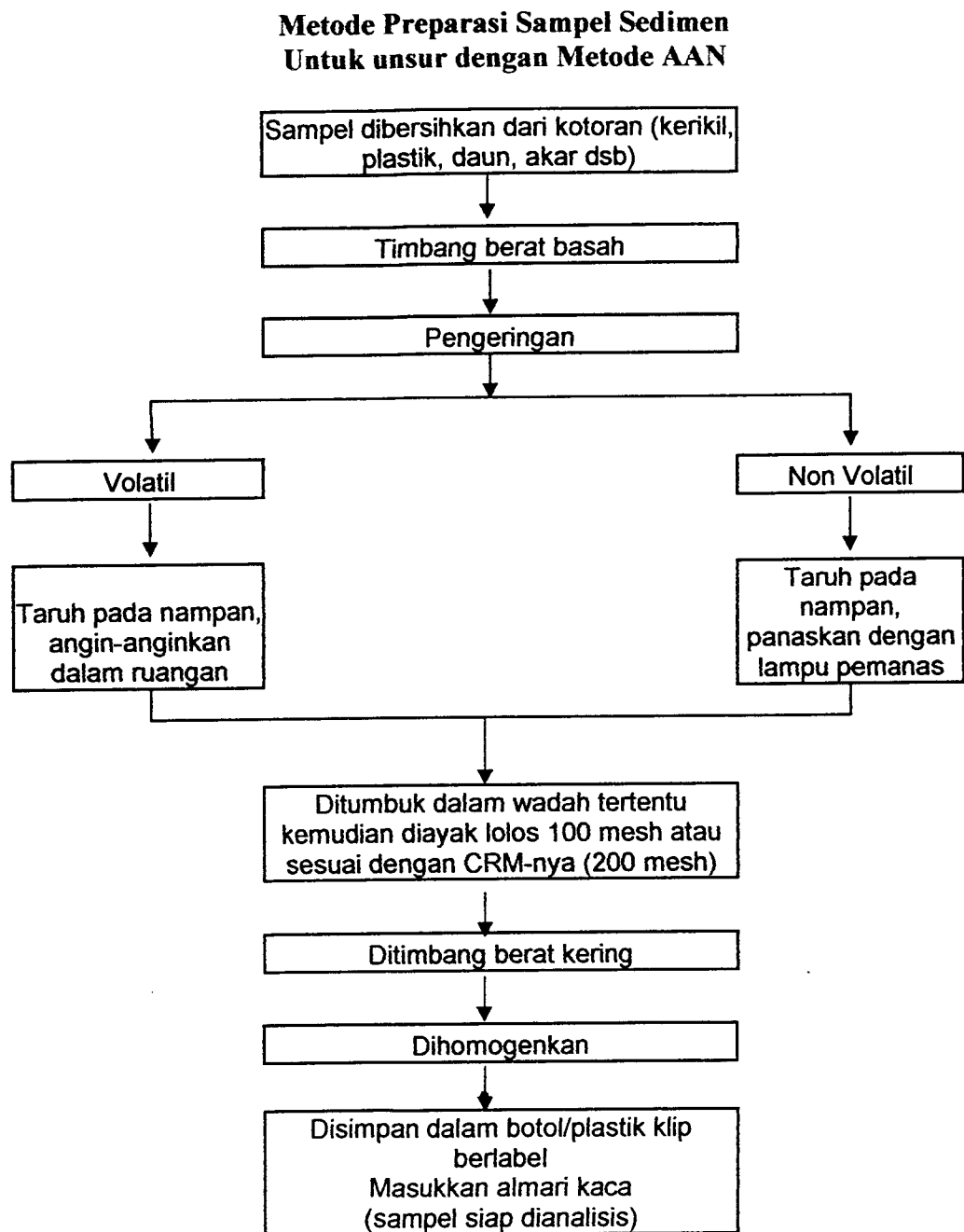


3.3.1. Preparasi Sampel Air, Sedimen dan Biota

Preparasi sampel dilakukan untuk mencegah agar sampel tidak terkontaminasi dengan bahan yang tidak diijinkan atau peralatan selama proses preparasi sebelum dicacah serta preparasi menyiapkan sampel agar siap untuk dianalisa atau dapat disimpan dengan baik dalam jangka waktu tertentu (bersih, ringkas, awet/ tidak membusuk & tidak terkontaminasi).



Gambar 3.2. Skema Metode Preparasi Sampel Air
Sumber : Laboratorium DIB Bidang Teknofisiko Kimia (P3TM BATAN)



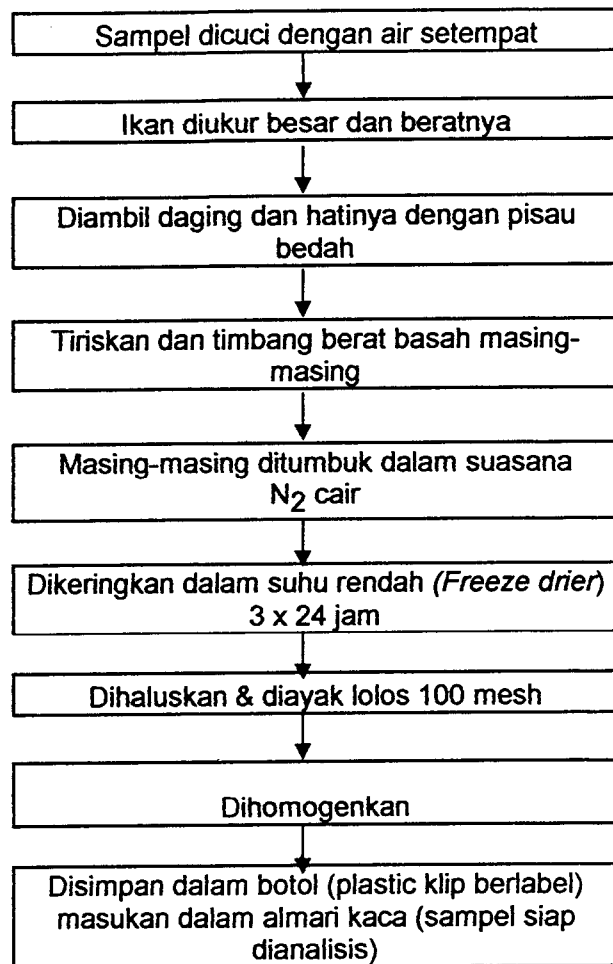
Gambar 3.3. Skema Metode Preparasi Sampel sedimen
Sumber : Laboratorium DIB Bidang Teknofisika Kimia (P3TM BATAN)

**Metode Preparasi Sampel Tanaman Air
(Eceng Gondok, Tanaman Bakau)**



Gambar 3.4. Skema Metode Preparasi Sampel Tanaman Air
Sumber : Laboratorium DIB Bidang Teknofisika Kimia (P3TM BATAN)

Metode Preparasi Sampel Ikan untuk Metode AAN



Gambar 3.5. Skema Metode Preparasi Sampel Ikan
 Sumber : Laboratorium DIB Bidang Teknofisika Kimia (P3TM BATAN)

3.3.2. Kalibrasi Spektrometer Gamma

Spektrometer γ sebelum digunakan untuk analisis, perlu dilakukan kalibrasi alat. Untuk suatu perangkat spektrometer γ dan satu "setting" kondisi kerja (tegangan tinggi, penguat dan lain-lain) perlu dicari hubungan antara nomor salur dan tenaga. Hal ini dilakukan dengan jalan mencacah beberapa sumber standar

(dalam penelitian ini digunakan satu sumber multigamma Eu-152) yaitu sumber yang sudah diketahui tingkat tenaga karakteristik gamma.

3.3.2.1. Kalibrasi Tenaga

Kalibrasi ini diperlukan untuk mencari hubungan antar tenaga dan nomor salur. Hubungan linier ini dapat dinyatakan dalam persamaan garis ;

$$Y = aX + b \dots \dots \dots (3.1)$$

dimana, Y = tenaga

 X = nomor salur

Jika ordinat Y adalah tenaga dan absis X adalah nomor salur, maka puncak serapan total gamma dari sumber standar didapat dari harga (X_i , Y_i). Pada pengukuran n puncak gamma dapat di tentukan harga slope a dan titik potong (intercept) b secara regresi linier.

$$a = \frac{\sum X_i Y_i - \frac{\sum X_i \sum Y_i}{n}}{\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n}} \dots \dots \dots (3.2)$$

$$b = \frac{\sum Y_i}{n} - a \frac{\sum X_i}{n} \dots \dots \dots (3.3)$$

3.3.2.2. Kalibrasi Efisiensi

Dari hasil kalibrasi tenaga tadi didapatkan luas puncak serapan total yang menunjukkan jumlah cacah ratio nuklida yang terkandung dalam suatu puncak γ . Jika dari luas puncak serapan tersebut yang dipakai untuk menentukan efisiensi, maka dengan sendirinya harga intensitas mutlak tenaga E tersebut adalah (Y) E. sebagai konsekuensinya efisiensi deteksi juga merupakan fungsi tenaga $\% \epsilon (E)$.

$$\% \epsilon (E) = \frac{cps}{dps.Y(E)} \cdot 100\% \dots\dots\dots(3.4)$$

$$cps = \frac{Luas\ Puncak\ Serapan\ Total\ (cacah)}{Waktu\ Pencacahan(detik)} \dots\dots\dots(3.5)$$

dimana, cps = laju cacah pada saat t detik
 dps = aktivitas sumber standar Eu-152
 Y(E) = Yield atau intensitas mutlak (didapat dari tabel tenaga radionuklida)

Kurva kalibrasi efisiensi diperoleh dari plot efisiensi $\epsilon (E)$ versus tenaga (E) dengan memakai persamaan garis regresi linier : $aX + b$, dimana a dan b dicari menurut persamaan (3.2 dan 3.3). harga Y adalah log dari $\epsilon (E)$ dan X adalah log tenaga (E).

3.3.3. Pencacahan

Pencacahan dilakukan menggunakan perangkat Spektrometer gamma dengan: Stabilizer Philips 400V; detektor HPGe, Ortec Canberra; Software Genie 2000, Ortec Canberra; Power Supply Ortec model 4001-A; Operation manual Spectroscopy System Canberra; HV Power Supply Canberra model 3105. Data hasil pencacahan (Cps) setiap unsur kemudian dianalisis untuk menghitung kadar unsur-unsur dalam sampel tersebut.

3.4. Metode Analisis Data

3.4.1. Analisis Kualitatif

Tujuan dari analisis kualitatif adalah untuk mengetahui unsur-unsur yang terkandung dalam sampel yang akan diteliti. Proses yang dilakukan dengan mencacah sampel tersebut beserta standarnya selama ± 1000 detik.

Kalibrasi tenaga diperlukan untuk tujuan analisis kualitatif spektrometer γ . Setelah kalibrasi dilakukan secara berulang-ulang dan didapat hasil yang mantap dan mempunyai puncak maka dapat dilakukan pengukuran sampel. Pengukuran sampel dilakukan pada kondisi alat yang tepat sama dengan kondisi kalibrasi. Pencacahan sampel dilakukan selama 300 detik.

Penentuan jenis unsur atau logam yang dianalisis berdasarkan energi γ spesifik setiap unsur yang kemudian di cocokan dengan tabel isotop yang telah dibuat oleh Erdtmann & Soyka 1979.

3.4.2. Analisis Kuantitatif

Setelah diketahui berapa jenis unsur logam yang terdapat dalam sampel secara kualitatif, maka selanjutnya dilakukan penentuan secara kuantitatif. Analisis kuantitatif bertujuan untuk menentukan kadar suatu unsur dalam sampel yang dilakukan dengan cara relatif yaitu membandingkan unsur-unsur dalam sampel dengan unsur-unsur yang ada dalam standar sertifikat.

Standar dan sampel diiradiasi dalam waktu bersamaan. Untuk menentukan kadar suatu unsur dalam sampel cukup menggunakan perbandingan antara cacah yang dihasilkan sampel yang ditinjau dengan cacah yang dihasilkan oleh standar yang digunakan. Untuk jelasnya digunakan rumus 3.6, 3.7 & 3.8

dihasilkan sampel yang ditinjau dengan cacah yang dihasilkan oleh standar yang digunakan. Untuk jelasnya digunakan rumus 3.6, 3.7 & 3.8

Kadar dari unsur-unsur dapat dihitung dengan menggunakan persamaan - persamaan sebagai berikut:

$$K_c = \frac{\text{Cps}_o \text{ cuplikan}}{\text{Cps}_o \text{ standar}} \times K_s \dots\dots\dots(3.6)$$

dimana, K_c = Kadar cuplikan
 Cps = Cacah per sekon
 K_s = Kadar cuplikan standar

$$\text{Cps}_o = \text{Cps}_t \cdot e^{-0.693 t/T} \dots\dots\dots(3.7)$$

dimana, Cps_t = Laju cacah pada saat t detik (Cps)
 Cps_o = Aktivitasi pada saat 0 detik (Cps)
 = yaitu saat penembakan neutron dihentikan
 t = Waktu tunda (detik)
 T = Waktu paruh

$$\text{Cps}_t = \frac{\text{Netto}}{t_{\text{cacah}}} \dots\dots\dots(3.8)$$

dimana, Cps_t = Aktivasi pada saat t detik (Cps)
 Netto = Hasil pencacahan selama waktu pencacahan.

$$\text{Keseksamaan} = 100 \% - cv \dots\dots\dots(3.9)$$

$$cv = (\sigma/X \times 100\%)$$

dimana, X = kadar sampel rata – rata

σ = standar deviasi kadar sampel

Untuk menguji keandalan hasil analisa dibandingkan dengan hasil analisa dari Standart Reference Material (SRM) yang telah disertifikasi Badan Atom Internasional (IAEA), sehingga akurasi hasil akhir pengukuran dapat dihitung dengan :

$$\text{Akurasi} = 100\% - \text{bias}$$

$$\text{Bias} = \frac{KR_{(sertif)} - KR_{(ukur)}}{KR_{(sertif)}} \times 100 \% \dots\dots\dots(3.10)$$

$$KR_{(sertif)}$$

Akurasi yang baik adalah yang mempunyai nilai bias atau harga persen biasnya (%) sedikit atau < 10 % (Susetyo, 1988).

Mencari faktor bioakumulasi dan faktor distribusi rumus yang digunakan sebagai berikut:

$$F_b = \frac{C_b}{C_a} \dots\dots\dots (3.11)$$

$$F_d = \frac{C_s}{C_a} \dots\dots\dots (3.12)$$

Dimana :

C_b	= konsentrasi logam dalam biota	($\mu\text{g/g}$)
C_a	= konsentrasi logam dalam air	($\mu\text{g/ml}$)
C_s	= konsentrasi logam dalam sedimen	($\mu\text{g/g}$)
F_b	= faktor bioakumulasi	(ml/g)
F_d	= faktor distribusi	(ml/g)

Setelah didapatkan jenis dan kadar logam pada sampel air, sedimen dan biota, hasilnya dapat diplotkan pada peta tata guna lahan sehingga perbedaan kandungan logam pada perairan sungai dan perairan laut Surabaya dapat diketahui dengan jelas. Secara langsung dapat dilihat lokasi mana yang memiliki tingkat pencemaran logam tertinggi dan terendahnya untuk memudahkan dalam pemantauan kualitas lingkungan yang dilakukan setiap tahunnya.

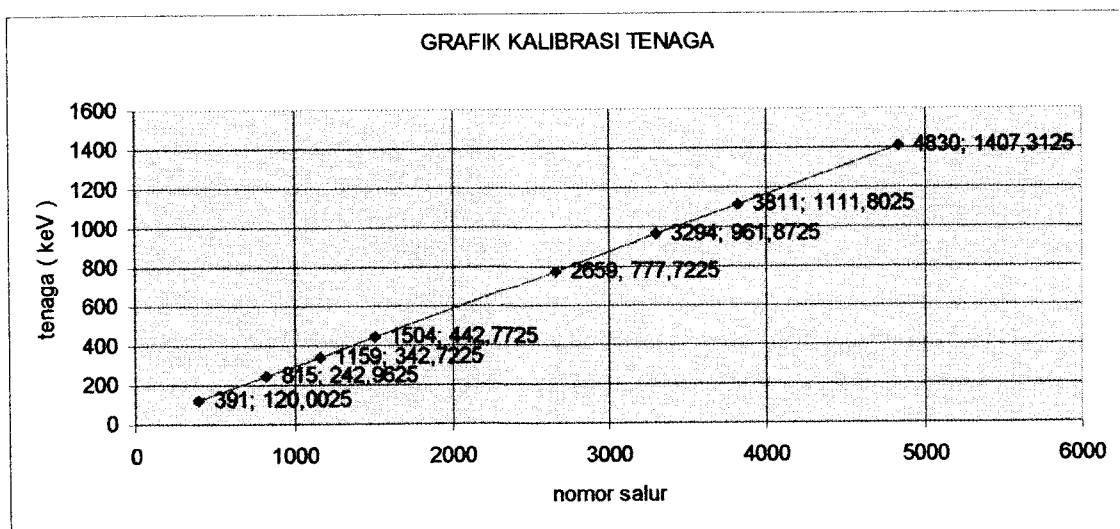
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kalibrasi Alat

4.1.1. Kalibrasi Tenaga

Kalibrasi peralatan yang dilakukan untuk pencacahan γ dilakukan dengan dua macam kalibrasi yakni kalibrasi tenaga dan kalibrasi efisiensi. Kalibrasi dilakukan dengan mencacah sumber standar ^{152}Eu . Isotop standar ini termasuk sumber multigamma, pengukuran banyak puncak gamma dari tenaga rendah sampai tinggi dapat dilakukan secara serempak sesuai dengan jangkau tenaga yang akan diamati. Apabila dibuat grafik tenaga sinar gamma standar versus nomor salur puncak serapan total masing – masing maka akan didapatkan garis lurus.



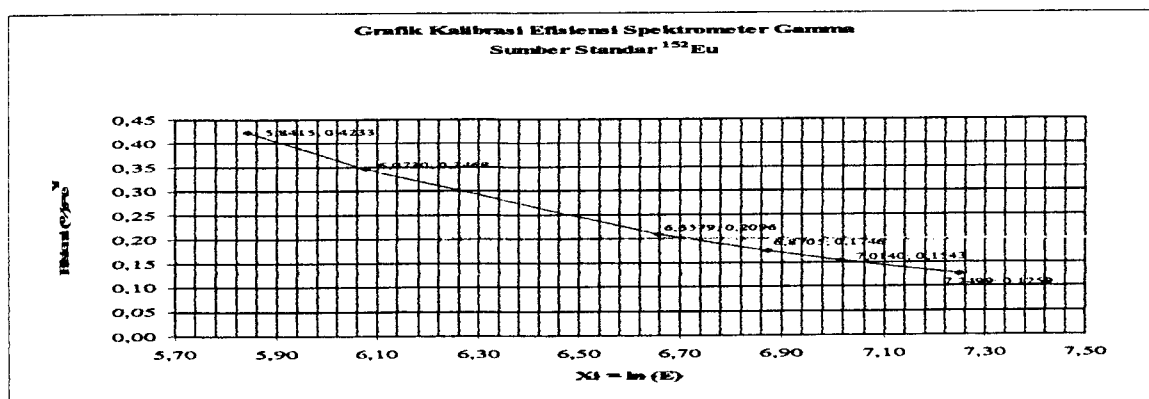
Gambar 4.1. Grafik kalibrasi tenaga Spektrometer gamma

Dari hasil perhitungan pada *Lampiran 2*, diperoleh slope (a) = 0,290 dan titik potong intercept (b) = 6,6125. Sehingga persamaan menjadi : $Y = 0,290X + 6,6125$ dengan kelinieran (r) sebesar 0,9999, yang menyatakan bahwa alat dalam kondisi baik dan detektor siap digunakan untuk analisis. Dari grafik pada *Gambar 4.1*. terlihat bahwa tenaga dari unsur yang ingin dianalisis dapat tercapai sampai tenaga 1407,3125 keV. Sehingga unsur yang ingin dianalisis dapat terbaca pada saat pencacahan, seperti unsur Hg = 77,6 keV; unsur Cu = 511 keV; unsur Cr = 320 keV dan unsur Fe = 1098,6 keV.

4.1.2. Kalibrasi Efisiensi

Data efisiensi menunjukkan efisiensi hasil dari pencacahan yang dilakukan oleh detektor semikonduktor HPGe dan penganalisis salur ganda dalam Analisis Pengaktifan Neutron. Sehingga hasil pencacahan dari unsur – unsur dalam sampel lingkungan didapati suatu kondisi yang stabil seperti saat pencacahan standar multigamma ^{152}Eu .

Dari data *Lampiran 2* kemudian diplotkan menjadi grafik tenaga (E) versus efisiensi ($\% \epsilon(E)$) yang menghasilkan grafik liku kalibrasi efisiensi seperti terlihat pada *Gambar 4.2*



Gambar 4.2. Grafik liku kalibrasi efisiensi Spektrometer gamma

Dari hasil pencacahan diperoleh harga efisiensi dengan persamaan regresi kalibrasi efisiensi $Y = -0,8607x + 4,168$ dengan $r = 0,9976$ mendekati 1, yang berarti alat dalam kondisi baik dan detektor siap digunakan untuk analisis. Setelah mendapat harga tenaga (E) kemudian dicocokkan dengan tabel isotop (Erdtmann dan Soyka 1979) maka akan diketahui unsur apa saja yang ada pada sampel tersebut.

4.2. Analisis Kualitatif

Analisis kualitatif dilakukan untuk mengetahui kandungan logam yang terdapat dalam sampel air, sedimen dan biota. Uji kualitatif ini dilakukan dengan mencatat tenaga yang muncul pada puncak – puncak yang ditampilkan pada layar monitor MCA (*Multy Channel Analyzer*). Besarnya tenaga yang diberikan dicocokkan dengan tabel tenaga radionuklida unsur – unsur yang dianalisis sehingga dapat diketahui unsur – unsur apa saja yang terkandung dalam sampel. Dari hasil penelitian yang dilakukan didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 4.1. Hasil identifikasi unsur logam dalam sampel

No	Unsur	Tenaga (keV)	$t \frac{1}{2}$	AS	AL	SS	SL	EG	BK	IBL	IGL
1	Hg	77,6	65 jam	√	√	√	√	√	√	√	√
2	Cr	320	27,8 hr	√	√	√	√	√	√	√	√
3	Cu	511	12,8 jam	√	√	√	√	√	√	√	√
4	Fe	1098,6	45,1 hr	√	√	√	√	√	√	√	√

Sumber : Data primer, Januari 2005

Keterangan : AS = air sungai

AL = air laut

SS = sedimen sungai

SL = sedimen laut

√ = terdeteksi

EG = eceng gondok (*Eichhornia crassipes (mart) Solms*)

BK = bakau (*Rhizophora.sp.*)

IBL = ikan belanak (*Moolgarda delicates*)

IGL = ikan gelama (*Johnius (Johnieops) Borneen*)

4.3 Analisis Kuantitatif

Analisis kuantitatif dilakukan untuk mengetahui konsentrasi logam yang akan diteliti dan dibatasi pada unsur – unsur logam Hg, Cu, Cr dan Fe. Analisis kuantitatif dilakukan pada sampel air sungai, air laut, sedimen sungai dan laut, eceng gondok (*Eichhornia crassipes (mart) Solms*), tanaman bakau (*Rhizophora.sp.*), ikan Belanak (*Moolgarda delicates*) dan ikan Gelama (*Johnius (Johnieops) Borneen*).

Untuk lokasi sungai, biota yang dipakai adalah eceng gondok. Kecuali pada lokasi Muara Kali Sari, menggunakan tanaman bakau. Untuk lokasi Hulu Kali Mas dan Muara Kali Anak tidak terdapat biota sehingga tidak dapat dibandingkan. Sedangkan untuk lokasi Pesisir Pantai menggunakan biota ikan Belanak, kecuali pada lokasi Pesisir Kedung Cowek menggunakan ikan Gelama. Perhitungan dilakukan secara relatif menggunakan rumus 3.5 -3.12. seperti pada *Lampiran 4*.

Unsur yang diteliti yaitu Hg, Cu, Cr dan Fe, hanya unsur Cu yang tidak dapat dideteksi dengan baik karena karakteristik unsur Cu mempunyai waktu paruh yang pendek ($T_{1/2} = 12,8$ jam) sehingga harus dicacah cepat. Waktu yang diperlukan untuk aktivasi unsur Cu harus pendek (3 menit per berat sampel 0,1 gram). Kondisi tersebut bertolak belakang dengan unsur lain yang membutuhkan paparan tenaga neutron yang cukup lama (2 x 6 jam) dengan flux neutron $1,05 \times 10^{11}$ n.cm⁻³.dt. Selain itu, pada Cu yang terdapat pada tenaga 511 keV ada *overlapping* unsur – unsur lain, sehingga yang tercacah bukan hanya unsur Cu saja tetapi juga unsur – unsur lain yang terdapat pada tenaga itu.

Hal ini disebut dengan Anihilasi yaitu proses berkumpulnya positron dan elektron menjadi satu, sehingga konsentrasi unsur Cu tidak bisa menjadi tolak ukur dan tidak dibahas lebih lanjut dalam penelitian ini. Dan sebaiknya unsur Cu ditentukan dengan metode lain (misal AAS).

Tabel 4.2. Hasil identifikasi unsur pada tenaga 511 keV

Unsur	Zn-65	Br-80	Co-58	As-74	Zr-89	Na-22	Ni-57	Rh-102	Cu-64
Tenaga (keV)	511	511	511	511	511	511	511	511	511

4.3.1. Uji Akurasi

Sementara untuk menguji ketepatan metode analisis AAN digunakan standar primer SRM – 2704 “ *BUFFALO RIVER SEDIMENT* “. Keakuratan hasil pengukuran unsur logam dalam sampel sedimen (tripel) dibandingkan dengan kadar unsur sertifikatnya, sebagaimana dapat dilihat dalam *Tabel 4.3.* berikut ini :

Tabel 4.3. Data perbandingan analisis unsur Hg, Cr, Fe dan Cu dalam SRM 2704 "Buffalo River Sedimen"

No	Unsur	kadar (ppm)		Akurasi (%)	Akurasi rerata (%)	Presisi (%)
		Hasil Penelitian	Sertifikat			
1	Hg	1,1547		78,55		
		1,5917	1,47 ± 0,07	91,72	78,593 ± 1,7	86,38
		1,9771		65,51		
2	Cr	79,2512		58,71		
		89,4168	135 ± 5	66,23	72,63 ± 14,6	79,89
		125,4968		92,96		
3	Fe	2,2370		54,42		
		6,5946	4,11 ± 0,10	39,54	62,81 ± 23,1	63,22
		4,3380		94,45		
4	Cu	88,4248		89,68		
		89,6579	98,6 ± 5,0	90,93	92,58 ± 3,2	96,54
		101,4163		97,14		

Sumber : Data primer, Januari 2005

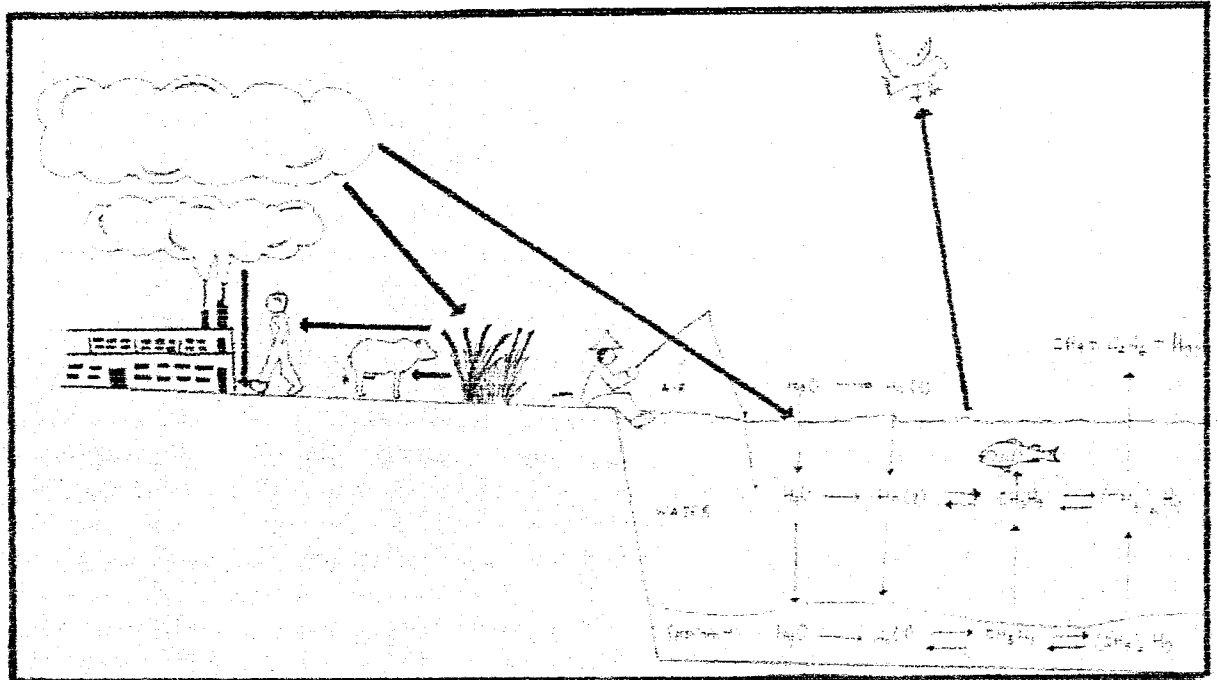
4.3.2. Uji Presisi

Keberhasilan hasil pengukuran / analisis dapat dievaluasi dengan besar keseksamaan (*precision*) dan ketelitian (*accuracy*) pengukuran / analisis. Ketelitian hasil analisis dapat dilihat dari seberapa dekat kadar unsur hasil analisis yang diperoleh, dengan nilai kadar unsur yang tercantum dalam sertifikat. Sedangkan keseksamaan hasil analisis dapat dilihat dari variasi hasil yang diperoleh apabila pekerjaan tersebut dilakukan berulang – ulang.

Pada analisis kuantitatif didapatkan nilai keseksamaan (presisi) hasil konsentrasi Hg dalam air, biota dan sedimen di perairan Surabaya, seperti yang tercantum pada *Lampiran 4*. Dalam penelitian ini air sungai dan laut berkisar 19,48 % - 97,71 %. Untuk presisi dalam sedimen sungai dan laut berkisar 26,4 % - 97,64 %, sedangkan presisi dalam biota sungai dan laut yang didapat dalam pengukuran berkisar 35,42 % - 98,27 %.

Konsentrasi Cr dalam air sungai dan laut berkisar 10,23 % - 93,26 %. Sedimen sungai dan laut berkisar 34,74 % - 92,93 %. Sedangkan biota sungai dan laut berkisar 22,49 % - 76,32 %. Untuk konsentrasi Fe dalam air sungai dan laut berkisar 49,42 % - 87,66 %. Sedimen sungai dan laut berkisar 55,36 % - 98,72 %, sedangkan untuk biota sungai dan laut konsentrasi Fe berkisar 58,36 % - 91,07 %. Data lebih lengkap dapat dilihat pada *Lampiran 4*. Faktor – faktor yang dapat mempengaruhi besarnya kesalahan analisis umumnya meliputi proses pengumpulan sampel, proses preparasi, penyimpanan sampel, proses iradiasi dan pencacahan.

4.4. Distribusi Hg dalam ekosistem perairan



Gambar 4.3. Gambar pencemaran Hg di alam

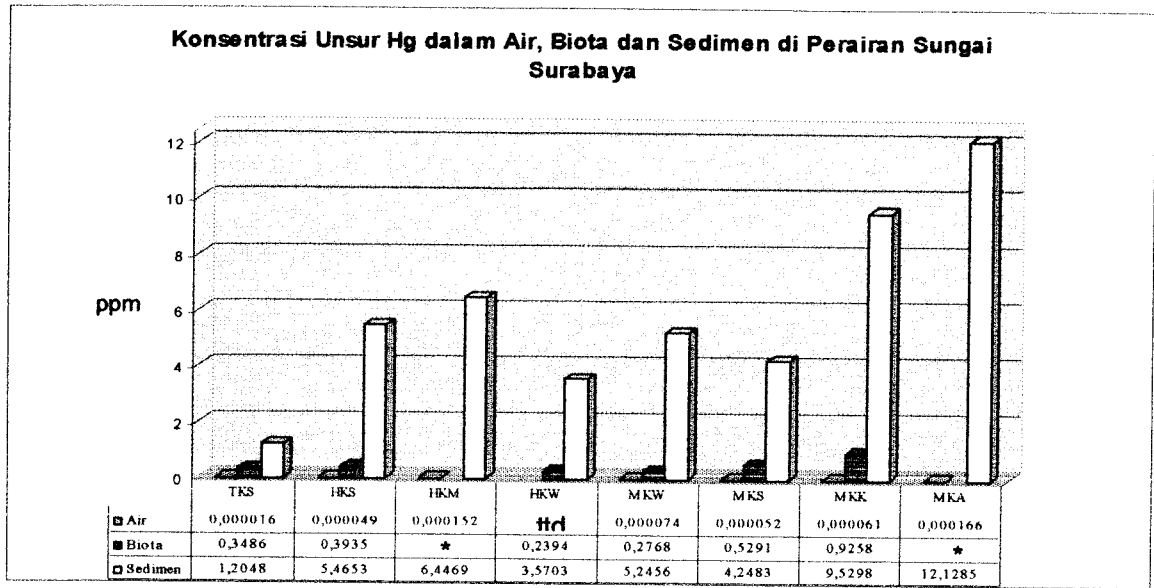
Secara alamiah, pencemaran oleh raksa dapat ditolehir oleh alam. Di areal pertanian / pertambangan sebagian raksa akan terlarut dalam air, sebagian lagi akan meresap ke dalam tanah dan juga ada yang terbawa oleh aliran permukaan (*run of*) sehingga masuk dalam aliran perairan seperti ke sungai – sungai dan lain – lain. Sebagian lagi raksa tersebut juga akan masuk ke dalam sistem metabolisme tanaman, kemudian terakumulasi pada jaringan tanaman itu sendiri.

Logam raksa yang ada di udara umumnya berasal dari penguapan raksa dari peralatan laboratorium dan atau penggunaan raksa pada tambang – tambang emas tradisional. Dari penguapan tersebut akan terlepas raksa dalam bentuk logam (Hg^0) ke udara. Dalam tatanan udara, uap raksa akan mengalami proses – proses kimiawi. Melalui berbagai bahan lain yang ada di udara, seperti partikulat – partikulat, gas – gas organik

maupun organik reaktif, maka pada uap raksa terjadi reaksi penggabungan dan membentuk molekul organik dan ataupun an-organik, yang kemudian mengalami kondensasi lalu jatuh ke bumi melalui hujan. Penggunaan raksa dalam industri sering mengakibatkan pencemaran lingkungan, baik melalui air limbah maupun melalui sistem ventilasi udara. Raksa yang terbang ke sungai, pantai atau badan air di sekitar industri – industri tersebut dapat mengkontaminasi ikan dan biota air lainnya, seperti ganggang dan tumbuhan air. Persenyawaan raksa yang terdapat di dalam endapan dasar perairan, oleh adanya aktivitas kehidupan bakteri pada endapan tersebut, mengakibatkan persenyawaan raksa yang ada diubah menjadi Hg^{++} dan Hg^0 .

Ion Hg^{++} yang dihasilkan dari perombakan persenyawaan merkuri pada endapan sedimen badan perairan, dengan bantuan bakteri akan berubah menjadi dimetil merkuri $(CH_3)_2Hg$ dan ion metil merkuri (CH_3Hg) . Dimetil merkuri sangat mudah menguap ke udara. Faktor – faktor fisika di udara seperti cahaya (pada reaksi fotolisa) dapat menyebabkan senyawa dimetil merkuri ini terurai kembali menjadi metana CH_4 , etana C_2H_6 dan logam Hg^0 . Senyawa ion metil merkuri sangat mudah larut dalam air dan juga sangat mudah menguap ke udara. Sementara itu senyawa ion metil merkuri yang ada dalam badan perairan akan dimakan oleh biota perairan seiring dengan sistem rantai makanan di air.

Penelitian mengidentifikasi konsentrasi Hg pada sampel air, biota dan sedimen di perairan Surabaya dan dapat dilihat fluktuasinya dari masing – masing lokasi *sampling* dalam grafik berikut ini :



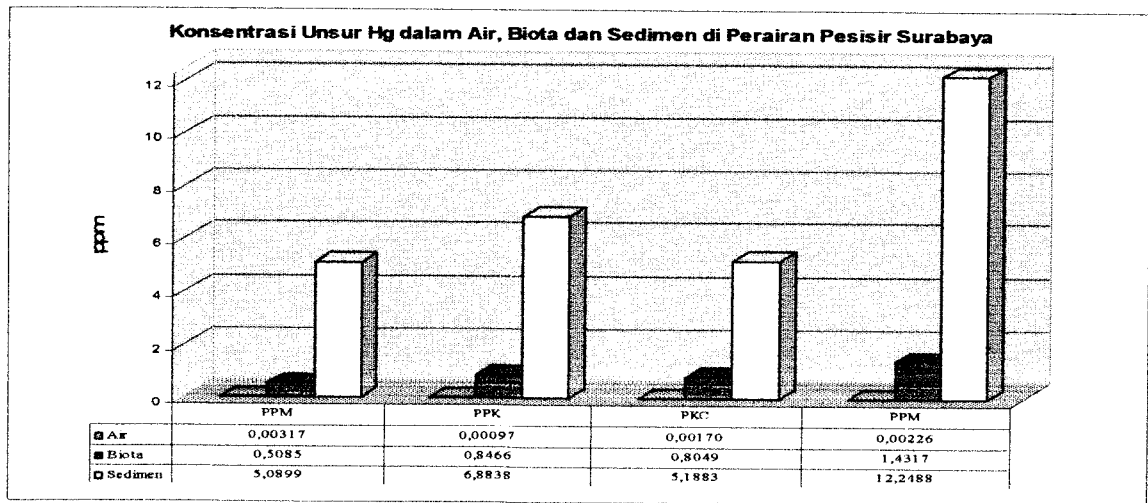
Sumber : Data primer, Januari 2005

Gambar 4.4. Grafik konsentrasi Hg dalam air, biota dan sedimen

Kode lokasi

TKS = Tengah Kali Surabaya
 HKS = Hilir Kali Surabaya
 HKM= Hulu Kali Mas
 HKW= Hulu Kali Wonokromo
 ttd = tidak terdeteksi

MKW = Muara Kali Wonokromo
 MKS = Muara Kali Sari
 MKK = Muara Kali Kedinding
 MKA = Muara Kali Anak
 * = tidak terdapat biota pada lokasi



Sumber : Data primer, Januari 2005

Gambar 4.5. Grafik konsentrasi Hg dalam air, biota dan sedimen

Kode lokasi

PPW = Pesisir Pantai Wonokromo
 PPK = Pesisir Pantai Kenjeran

PKC = Pesisir Kedung Cowek
 PPM = Pesisir Pantai Morokrebandan

4.4.1. Konsentrasi Hg dalam sampel air sungai dan air laut

Tabel 4.4. Data konsentrasi Hg di perairan sungai Surabaya berdasarkan baku mutu

No	Kode Sungai	Konsentrasi	Baku Mutu Air*
1	TKS	0,000016	0,001**
2	HKS	0,000049	0,005
3	HKM	0,000152	0,005
4	HKW	-	0,001**
5	MKW	0,000074	0,005
6	MKS	0,000052	0,005
7	MKK	0,000061	0,005
8	MKA	0,000166	0,005

Keterangan :

TKS = Tengah Kali Surabaya

MKW = Muara Kali Wonokromo

HKS = Hilir Kali Surabaya

MKS = Muara Kali Sari

HKM= Hulu Kali Mas

MKK = Muara Kali Kedinding

HKW= Hulu Kali Wonokromo

MKA = Muara Kali Anak

* = Baku Mutu Air kelas IV berdasarkan PERDA Kota Surabaya No. 02 Tahun 2004

** = Baku Mutu Air kelas I berdasarkan PERDA Kota Surabaya No. 02 Tahun 2004

- = Tidak Terdeteksi

Tabel 4.5. Data konsentrasi Hg di perairan pantai Surabaya berdasarkan baku mutu

No	Kode Pantai	Konsentrasi	Baku Mutu Air
1	PPW	0,00317	0,001*
2	PPK	0,00097	0,002**
3	PKC	0,00170	0,001*
4	PPM	0,00226	0,003***

Keterangan :

PPW = Pesisir Pantai Wonokromo

PKC = Pesisir Kedung Cowek

PPK = Pesisir Pantai Kenjeran

PPM = Pesisir Pantai Morokrembangan

* = Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut berdasarkan KepMen LH No. 51 Tahun 2004

** = Baku Mutu Air Laut untuk Wisata Bahari berdasarkan KepMen LH No. 51 Tahun 2004

*** = Baku Mutu Air Laut untuk Pelabuhan berdasarkan KepMen LH No. 51 Tahun 2004

Berdasarkan analisis kuantitatif terhadap unsur Hg dalam sampel air sungai, konsentrasi Hg tertinggi dijumpai pada lokasi Muara Kali Anak sebesar 0,000166 ppm. Berdasarkan peta pada *Lampiran 11*, Kawasan industri Margomulya dan beberapa kawasan industri lainnya yang berada dekat lokasi disinyalir membuang limbahnya ke sekitar sungai yang alirannya menuju sungai Muara Kali Anak.

Kemungkinan konsentrasi Hg yang terkandung dalam air Muara Kali Anak lebih tinggi dibandingkan lokasi lain dikarenakan pengambilan sampel yang dilakukan pada sore hari. Ini akan mempengaruhi tingginya Hg di lokasi tersebut karena kegiatan membuang limbah biasanya dilakukan pada sore hari sehingga limbah yang dibuang ke badan air tinggi pada saat itu. Adanya pembuangan limbah cair ke danau (buzem Morokrengan) oleh berbagai industri di sekitar, diindikasikan berpengaruh terhadap tingkat pencemaran Hg di Muara Kali Anak. Kejadian ini terjadi pada saat air laut pasang masuk ke danau (buzem Morokrengan) yang kemudian akan membawa air dari danau ke laut.

Bila dibandingkan dengan baku mutu air laut untuk biota berdasarkan KepMen LH No. 51 Tahun 2004 maka kandungan Hg di lokasi Pesisir Pantai Wonokromo dan Pesisir Pantai Kedung Cowek cenderung telah melebihi baku mutu. Pesisir pantai Wonokromo merupakan akumulasi dari beberapa muara dan salah satunya muara kali Tambak Oso yang aliran sungainya melintasi Kawasan Industri Rungkut (SIER) yang disinyalir mendapat aliran limbah buangan dari IPAL SIER. Selain itu, sebelum TPA Kenjeran ditutup, TPA ini (diduga sampai saat ini, walaupun sudah ditutup) merupakan salah satu sumber pencemaran. Sampah penduduk kota Surabaya yang berton – ton jumlahnya ditimbun langsung secara terbuka di TPA Kenjeran. Seperti lazimnya sampah, mengalami pelapukan dengan mengeluarkan cairan hitam pekat yang disebut *lindi*. Lindi ini bisa saja merupakan campuran dari berbagai bahan pencemar organik, pestisida, logam berat, dll (tergantung dari jenis sampah) akan hanyut ke laut pada saat pasang

karena pada saat pasang, air laut mampu menerobos pori – pori tanah TPA yang akhirnya melarutkan lindi masuk ke laut sekitarnya terlebih pada saat musim hujan.

Kepadatan penduduk juga tinggi, terlihat pada banyaknya kompleks perumahan yang terdapat hampir sepanjang sungai Wonokromo yang disyalir membuang limbah domestiknya pada sungai tersebut. Banyaknya potensi limbah pada lokasi tersebut menyebabkan Pesisir Pantai Wonokromo telah tercemar.

Pesisir Kedung Cowek merupakan tempat berkumpulnya aliran air sungai dari Tengah Kali Surabaya, Hilir Kali Surabaya, Hulu Kali Mas dan Muara Kali Kedinding yang mana pada lokasi tersebut terdapat industri yang menggunakan Hg pada proses produksinya. Konsentrasi logam berat di laut cenderung lebih tinggi daripada konsentrasi pada air sungai karena setiap air sungai bermuara pada laut sehingga di laut terjadi akumulasi logam berat. Di daerah sekitar pantai kontaminasi logam kebanyakan berasal dari mulut sungai yang terkontaminasi oleh buangan industri.

4.4.2. Konsentrasi Hg dalam sedimen di sungai dan laut

Berdasarkan hasil penelitian sebagaimana ditunjukkan pada *Gambar 4.4.* dan *4.5.* Konsentrasi Hg yang tertinggi selalu ditemukan dalam sedimen. Untuk perairan sungai, lokasi Muara Kali Anak yang konsentrasi Hg airnya 0,000166 ppm mempunyai konsentrasi Hg yang tinggi pula dalam sedimennya yaitu 12,1285 ppm. Menurut data Jasa Tirta tahun 2003, hasil kegiatan pemantauan kualitas air di DPS Kali Brantas kota Surabaya menjelaskan bahwa sungai di sekitar daerah Karangpilang, kali Sepanjang, Gunungsari dan Kali Mas oksigen terlarut (DO) rendah, oksigen terlarut rendah

mengakibatkan daya larut logam berat menjadi lebih rendah dan lebih mudah mengendap. Kandungan Hg dalam penelitian ini yang tertinggi selalu ditemukan dalam sedimen. Hal ini menunjukkan bahwa akumulasi tertinggi dari Hg terjadi pada sedimen dan memberikan petunjuk bahwa sebagian besar senyawa pada Hg yang masuk ke perairan Surabaya berbentuk partikel atau endapan dan hanya sebagian kecil yang terlarut dalam air.

4.4.3. Konsentrasi Hg dalam Biota (eceng gondok, tanaman bakau, ikan Belanak dan ikan Gelama)

Dari data *Gambar 4.4.* konsentrasi Hg tertinggi dalam eceng gondok (*Eichhornia crassipes (Mart) Solms*) sebesar 0,9258 ppm dan khusus lokasi Muara Kali Sari menggunakan tanaman bakau (*Rhizophora.sp.*) karena pada lokasi tersebut tidak ada eceng gondoknya, mempunyai konsentrasi Hg pada bakau sebesar 0,5291 ppm. Konsentrasi pada eceng gondok dan bakau tidak dapat diketahui batas tingkat pencemarannya karena belum ada standar baku mutu yang ditetapkan.

Tabel 4.6. Data konsentrasi Hg dalam ikan

No	Kode Pantai	Konsentrasi dalam ikan	Baku Mutu*
1	PPW	0,5085	0,5
2	PPK	0,8466	0,5
3	PKC	0,8049	0,5
4	PPM	1,4317	0,5

Keterangan : * = Keputusan Direktur Jendral Pengawasan Obat dan Makanan No.03725/B/SK/VII/89, Tentang batas maksimum cemaran logam dalam makanan

Pada lokasi tertentu yang daerah hidupnya terbatas seperti di sungai, danau (air tawar), dan di teluk (air laut), ikan – ikan akan menderita pada kondisi tercemar. Pada

Tabel 4.6 terlihat bahwa kandungan logam pada ikan konsentrasi Hg telah melebihi batas konsentrasi yang diijinkan dalam tubuh ikan ($Hg = 0,5 \text{ ppm}$) sesuai Kep Dirjen Pengawasan Obat dan Makanan No. 03725/B/SK/VII/89. Jika ditinjau dari asal lokasi, daerah pesisir pantai Surabaya mempunyai tingkat pencemaran yang tinggi sehingga ikan yang hidup di habitat tersebut mempunyai resiko menyerap logam berat melalui insang dan makanan. Proses ini dikenal dengan Biomagnifikasi dan Bioakumulasi.

Paparan Hg pada ikan masuk melalui jalur rantai makanan. Pertama sekali ion merkuri dimakan oleh organisme planktonik. Planktonk dimakan oleh ikan-ikan kecil, udang dan biota lainnya. Selanjutnya ikan-ikan kecil tersebut akan dimakan oleh ikan-ikan yang lebih besar, begitu seterusnya sampai pada tingkatan puncak dari rantai makanan yang ada dalam tatanan perairan. Pada pengembangan sistem rantai makanan, di mana komponen – komponen penyusun rantai makanan merupakan paduan dari biota perairan dan organisme hidup daratan lainnya. Maka ikan – ikan kecil dan besar akan dimakan oleh burung – burung air. Puncak dari rantai makanan ini adalah manusia yang akan mengkonsumsi baik ikan maupun burung – burung air yang telah mengakumulasi atau terkontaminasi oleh senyawa merkuri.

Ternyata kemudian, proses transformasi ion metil merkuri dalam sistem rantai makanan mengalami pelipatgandaan (Bioakumulasi). Konsentrasi dari ion metil merkuri yang masuk dan terakumulasi dalam jaringan biota terus meningkat seiring dengan peningkatan strata atau posisi dari biota tersebut dalam sistem rantai makanan. Sehingga biota seperti ikan – ikan besar yang telah memakan ikan – ikan yang lebih kecil yang telah terkontaminasi oleh ion metil merkuri, disinyalir mempunyai kandungan metil

merkuri yang yang lebih besar dalam tubuhnya. Pelipatgandaan akumulasi merkuri dalam jaringan biota perairan ini sesuai pula dengan proses biomagnifikasi yang terjadi dalam lingkungan perairan. Akhirnya manusia yang menempati posisi puncak dari semua sistem rantai makanan akan mengkonsumsi metil merkuri dalam jumlah yang cukup besar (lebih besar dari organisme hidup lainnya).

Pemanfaatan ikan – ikan yang telah terkontaminasi oleh metil merkuri sebagai bahan makanan dapat mengakibatkan keracunan kronis akan merkuri. Keracunan dapat dibedakan menjadi 2 yaitu, keracunan akut dan kronis. Keracunan akut adalah keracunan yang terjadi dalam waktu yang singkat atau seketika, dapat terjadi karena keracunan dalam dosis tinggi dan atau akibat daya tahan yang rendah. Keracunan akut yang ditimbulkan oleh logam merkuri dapat diketahui dengan mengamati gejala-gejala berupa : peradangan pada tekak (*pharyngitis*), rasa sakit pada bagian perut, mual-mual dan muntah, muntah disertai dengan darah dan shock. Bila gejala-gejala awal ini tidak segera diatasi, penderita selanjutnya akan mengalami pembengkakan pada kelenjar ludah, radang pada ginjal (*nephritis*) dan radang pada hati (*hepatitis*).

Keracunan kronis adalah keracunan yang terjadi secara perlahan dan berlangsung dalam selang waktu yang panjang. Keracunan kronis yang disebabkan oleh raksa, peristiwa masuknya sama dengan keracunan akut, yaitu melalui jalur pernafasan dan makanan. Pada peristiwa keracunan kronis oleh raksa, ada dua organ tubuh yang paling sering mengalami gangguan. Yaitu gangguan pada sistem pencernaan dan sistem syaraf. Ternyata cara masuk dari logam raksa (Hg) ke dalam tubuh turut mempengaruhi bentuk gangguan yang ditimbulkan. Penderita yang terpapar dari uap raksa dapat mengalami

gangguan berupa kemunduran pada fungsi otak. Keracunan kronis karena terpapar oleh garam-garam merkuri, baik yang masuk dalam tubuh karena terhisap atau tertelan akan mengakibatkan terjadinya kerusakan pada hati dan ginjal.

4.5. Distribusi Cr dalam ekosistem perairan

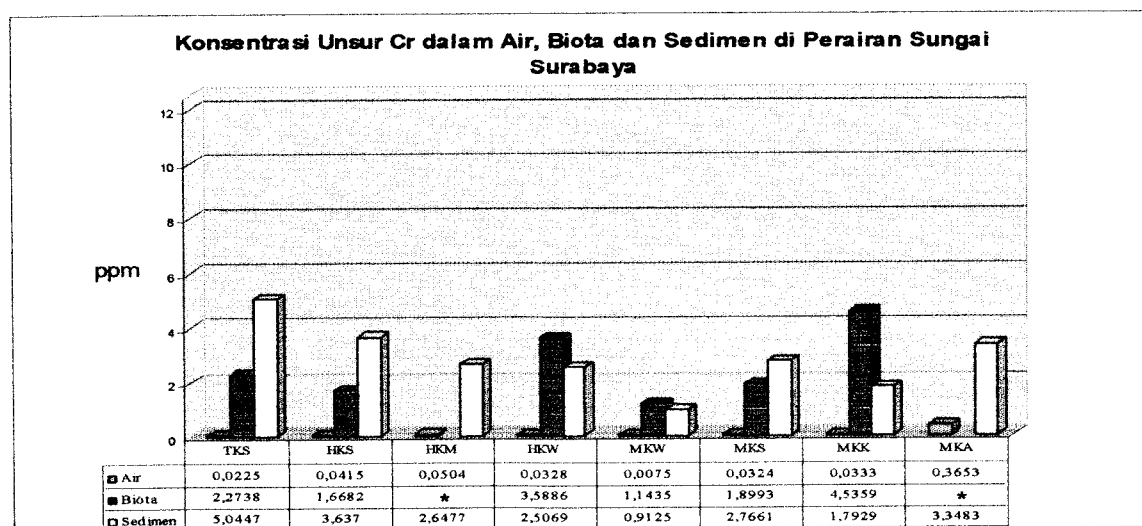
Logam Cr murni tidak pernah ditemukan di alam. Logam ini di alam ditemukan dalam bentuk persenyawaan padat atau mineral dengan unsur – unsur lain. Logam Cr dapat masuk ke dalam semua strata lingkungan, apakah itu pada strata perairan, tanah ataupun udara (lapisan atmosfer). Kromium yang masuk ke dalam strata lingkungan datang dari berbagai sumber, tetapi yang paling banyak adalah dari kegiatan-kegiatan perindustrian, rumah tangga dan pembakaran serta mobilisasi bahan bakar. Masuknya krom ke lapisan udara dari strata lingkungan adalah dari pembakaran, mobilitas batu bara dan minyak bumi.

Logam krom (Cr) di udara ditemukan dalam bentuk debu dan partikulat partikulat, seperti logam-logam berat lainnya. Debu atau partikulat krom dalam udara tersebut dapat masuk ke dalam tubuh hewan ataupun manusia melalui pernapasan (*respirasi*). Partikel atau debu krom yang terhirup manusia lewat rongga hidung, mengikuti jalur-jalur respirasi sampai ke paru-paru untuk kemudian berikatan dengan darah di paru-paru sebelum dibawa darah ke seluruh tubuh (Palar, 1994).

Dalam badan perairan Cr dapat masuk melalui dua cara, yaitu secara alamiah dan nonalamiah. Masuknya Cr secara alamiah dapat terjadi disebabkan oleh beberapa faktor fisika, seperti erosi (pengikisan) yang terjadi pada batuan mineral. Di samping itu debu –

debu dan partikel – partikel yang akan berkumpul di udara dan akan dibawa turun oleh air hujan. Pada perairan yang memiliki pH lebih dari 5, Cr trivalen tidak ditemukan. Apabila masuk ke perairan, Cr trivalen akan dioksidasi menjadi Cr heksavalen yang lebih toksik. Cr trivalen biasanya terserap ke dalam partikulat, sedangkan Cr heksavalen tetap berada dalam bentuk larutan (Effendi,2003). Masukan Cr yang terjadi secara nonalamiah lebih merupakan dampak atau efek dari aktivitas yang dilakukan manusia. Sumber – sumber Cr yang berkaitan dengan aktivitas manusia dapat berupa limbah atau buangan industri sampai buangan rumah tangga. Bila dilihat pada keadaan dilapangan dan dari data sekunder, banyak sekali industri yang menggunakan Cr dalam kegiatannya seperti : industri tinta, bahan warna (*dyes*), pigmen cat, kulit (*tanning*), pelapisan listrik dan anti korosif pada boiler.

Konsentrasi Cr pada sampel air, biota dan sedimen di perairan Surabaya dan dapat dilihat fluktuasinya dari masing – masing lokasi *sampling* dalam grafik berikut ini :



Sumber : Data primer, Januari 2005

Gambar 4.6. Grafik konsentrasi Cr dalam air, biota dan sedimen

Kode lokasi

TKS = Tengah Kali Surabaya

HKS = Hilir Kali Surabaya

HKM= Hulu Kali Mas

HKW= Hulu Kali Wonokromo

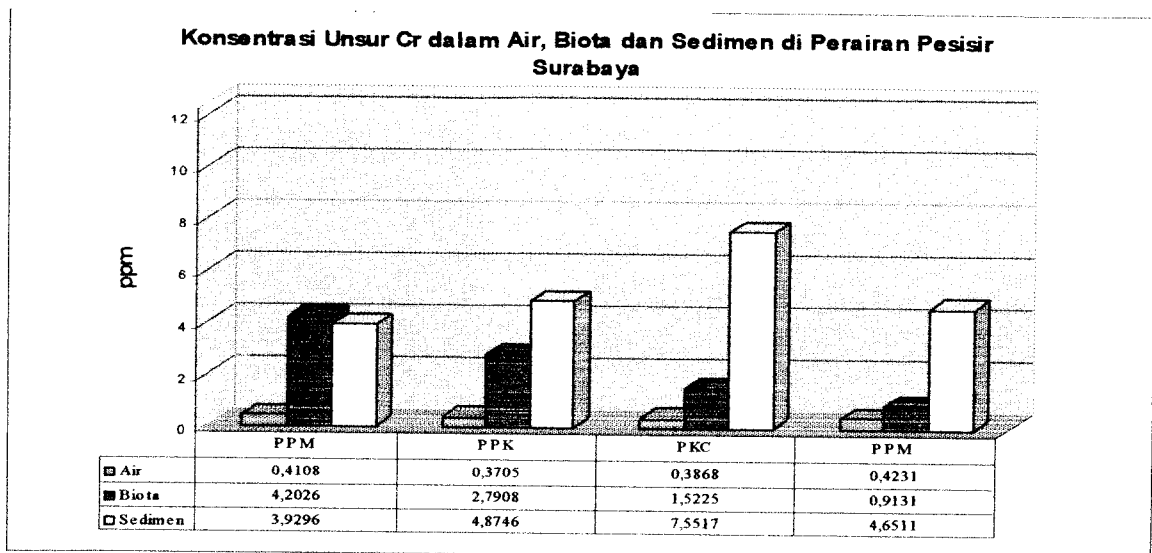
MKW = Muara Kali Wonokromo

MKS = Muara Kali Sari

MKK = Muara Kali Kedinding

MKA = Muara Kali Anak

* = Tidak terdapat biota pada lokasi



Sumber : Data primer, Januari 2005

Gambar 4.7. Grafik konsentrasi Cr dalam air, biota dan sedimen**Kode lokasi**

PPW = Pesisir Pantai Wonokromo

PPK = Pesisir Pantai Kenjeran

PKC = Pesisir Kedung Cowek

PPM = Pesisir Pantai Morokrembangan

4.5.1. Konsentrasi Cr dalam air sungai dan air laut**Tabel 4.7.** Data konsentrasi Cr di perairan sungai Surabaya berdasarkan baku mutu

No	Kode Sungai	Konsentrasi	Baku Mutu Air*
1	TKS	0,0225	0,05**
2	HKS	0,0415	1
3	HKM	0,0504	1
4	HKW	0,0328	0,05**
5	MKW	0,0075	1
6	MKS	0,0324	1
7	MKK	0,0333	1
8	MKA	0,3653	1

Keterangan :

TKS = Tengah Kali Surabaya

MKW = Muara Kali Wonokromo

HKS = Hilir Kali Surabaya

MKS = Muara Kali Sari

HKM= Hulu Kali Mas

MKK = Muara Kali Kedinding

HKW= Hulu Kali Wonokromo

MKA = Muara Kali Anak

* = Baku Mutu Air kelas IV berdasarkan PERDA Kota Surabaya No. 02 Tahun 2004

** = Baku Mutu Air kelas I berdasarkan PERDA Kota Surabaya No. 02 Tahun 2004

Tabel 4.8 Data konsentrasi Cr di perairan pantai Surabaya berdasarkan baku mutu

No	Kode Pantai	Konsentrasi	Baku Mutu Air
1	PPW	0,4108	0,005*
2	PPK	0,3705	0,002**
3	PKC	0,3868	0,005*
4	PPM	0,4231	Tidak dipersyaratkan

Keterangan :

PPW = Pesisir Pantai Wonokromo

PKC = Pesisir Kedung Cowek

PPK = Pesisir Pantai Kenjeran

PPM = Pesisir Pantai Morokrembangan

* = Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut berdasarkan KepMen LH No. 51 Tahun 2004

** = Baku Mutu Air Laut untuk Wisata Bahari berdasarkan KepMen LH No. 51 Tahun 2004

Berdasarkan *Tabel 4.7*, konsentrasi Cr tertinggi ada pada lokasi Muara Kali Anak.

Hal sama terjadi juga pada unsur Hg yang konsentrasi Hg dalam air sungai tertinggi terdapat juga pada Muara Kali Anak. Walaupun belum melebihi baku mutu air berdasarkan PERDA Kota Surabaya No. 02 Tahun 2004 untuk kelas I dan IV tetapi tidak menutup kemungkinan terjadi pencemaran Cr dalam air karena semakin meningkatnya kemajuan industri tiap tahun dan terjadinya penurunan kemampuan sungai untuk membersihkan diri (*self purification*).

Untuk konsentrasi Cr dalam air laut yang telah jauh melebihi baku mutu KepMen LH No. 51 Tahun 2004 untuk biota laut dan wisata bahari seperti yang terlihat pada *Tabel 4.8*. Lokasi Pesisir Pantai Wonokromo berpotensi sekali tercemar karena merupakan tempat berkumpulnya aliran air sungai dari lokasi Tengah Kali Surabaya, Hilir Kali Surabaya, Hulu Kali Mas, Hulu Kali Wonokromo dan Muara Kali Wonokromo yang

mana setiap aliran sungai membawa beban pencemar limbah B3 dari industri – industri yang dilalui aliran sungai tersebut.

Pesisir Pantai Kenjeran merupakan wilayah wisata. Karena merupakan daerah wisata maka banyak dijumpai beberapa hotel didaerah tersebut. PT. Wangsa Brata yaitu industri penyamakan kulit, PT. Sari Rajut Indah yaitu industri perajutan dan CV. Wonosari yaitu industri kulit olahan yang mengeluarkan limbah Cr dalam produksinya diduga membuang limbah cairnya pada sungai yang alirannya menuju pesisir pantai Kenjeran. Selain daerah wisata, pantai kenjeran terdapat pelabuhan kapal rakyat yang biasa mencari ikan dan juga terakumulasinya beberapa muara sungai. Karena ombak dan pergerakan arus besar menyebabkan konsentrasi yang masuk ke perairan pantai sebagian besar terlarut juga dalam air.

Pada lokasi Pesisir Kedung Cowek terkumpul menjadi satu aliran air sungai yang membawa beban limbah B3 dari setiap alirannya. Antara lain aliran dari Tengah Kali Surabaya, terdapat PT. Gawerejo yang merupakan industri tekstil dan PT. Suparma yang merupakan industri kertas. Dari Hilir Kali Surabaya terdapat CV. Gunungsari yang merupakan industri serbet dan selimut maupun CV. Bintang Apollo yaitu industri kaos. Pada Hulu Kali Mas terdapat CV. Mataram yang merupakan industri cat.

Konsentrasi logam pada suatu perairan dari waktu ke waktu selalu berubah – ubah, konsentrasinya bisa semakin meningkat maupun sebaliknya menurun hal ini karena kondisi air sungai dan air laut sangat labil adanya pergerakan arus, gelombang, curah hujan dan perubahan kondisi lingkungan yang berlangsung terus menerus akibat masuknya air limbah akan mempengaruhi konsentrasi logam dalam air. Dinamika logam

dalam air baik jenis air, maupun makhluk yang hidup di air tersebut telah banyak diteliti, terutama dalam memonitor pencemaran logam berat pada lingkungan perairan. Dalam memonitor pencemaran logam, analisis biota air sangat penting artinya daripada analisis air itu sendiri. Hal ini disebabkan kandungan logam dalam air yang dapat berubah – ubah dan sangat tergantung pada lingkungan dan iklim. Pada musim hujan, kandungan logam akan lebih kecil karena proses pelarutan, sedangkan pada musim kemarau kandungan logam akan lebih tinggi karena logam menjadi terkonsentrasi (Darmono,1995).

4.5.2. Konsentrasi Cr dalam sedimen di sungai dan laut

Konsentrasi Cr pada sampel sedimen tertinggi sebesar 7,5517 ppm terdapat di lokasi Pesisir Pantai Kedung Cowek. Dalam badan perairan, terjadi bermacam – macam proses kimia. Mulai dari proses pengompleksan sampai pada reaksi redoks. Proses kimia tersebut juga terjadi pada logam khromium yang ada di perairan. Proses kimia seperti pengompleksan dan sistem reaksi redoks, dapat mengakibatkan terjadinya pengendapan dan atau sedimentasi logam Cr di dasar perairan.

Proses – proses kimiawi yang berlangsung dalam badan perairan juga dapat mengakibatkan terjadinya peristiwa reduksi dari senyawa – senyawa Cr^{6+} yang sangat beracun menjadi Cr^{3+} yang kurang beracun. Peristiwa reduksi yang terjadi atas senyawa Cr^{6+} menjadi Cr^{3+} , dapat berlangsung bila badan perairan dan atau mempunyai lingkungan yang bersifat asam. Untuk perairan yang berlingkungan basa ion – ion Cr^{3+} akan diendapkan di dasar perairan (Palar,1994). Daya larut logam mungkin bisa menjadi lebih tinggi atau lebih rendah, hal ini tergantung pada kondisi lingkungan perairan. Pada

daerah sungai yang oksigen terlarut (DO) rendah, daya larut logam menjadi lebih rendah dan lebih mudah mengendap.

4.5.3. Konsentrasi Cr dalam Biota (eceng gondok, tanaman bakau, ikan Belanak dan ikan Gelama)

Berdasarkan *Gambar 4.6* dan *4.7*. Konsentrasi Cr dalam eceng gondok tertinggi sebesar 4,5359 ppm terdapat di lokasi Muara Kali Kedinding. Pada lokasi tersebut tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes (Mart) Solms*) berkembang sangat pesat dan pada beberapa tempat hampir menutupi sebagian tempat tumbuhnya. Tumbuhan ini mampu menyesuaikan diri terhadap lingkungan tempat tumbuhnya, serta dapat memanfaatkan kesuburan air yang tinggi. Pertumbuhan yang pesat berarti mempunyai daya serap yang besar untuk menyerap berbagai unsur dalam air, baik unsur yang merupakan bahan makanan untuk pertumbuhan maupun unsur lain yang merupakan bahan pencemar air (Hadi, 1984). Manfaat dari eceng gondok adalah untuk mengurangi pencemaran air terutama daya serapnya terhadap logam .

Konsentrasi Cr dalam ikan tidak dapat diketahui batas tingkat pencemarannya karena tidak ada peraturan yang mengatur tentang kandungan logam Cr pada ikan. Keputusan Direktur Jendral Pengawasan Obat dan Makanan No. 03725/B/SK/VII/89, tentang batas maksimum cemaran logam dalam makanan hanya unsur As, Pb, Cu, Zn, Sn dan Hg sedangkan unsur logam lain tidak ada. Daya toksisitas logam berat terhadap makhluk hidup sangat tergantung pada spesies, lokasi, umur (fase siklus hidup), daya

tahan (detoksikasi) dan kemampuan individu untuk menghindarkan diri dari pengaruh polusi (Darmono,2001).

Logam berat masuk ke dalam jaringan tubuh makhluk hidup melalui beberapa jalan, yaitu saluran pernafasan, pencernaan, dan penetrasi melalui kulit. Absorpsi logam melalui saluran pernafasan biasanya cukup besar, baik pada hewan air yang masuk melalui insang, maupun hewan darat yang masuk melalui debu di udara ke saluran pernafasan. Absorpsi melalui saluran pencernaan hanya beberapa persen saja, tetapi jumlah logam yang masuk melalui saluran pencernaan biasanya cukup besar, walaupun persentase absorpsinya kecil. Sedangkan logam yang masuk melalui kulit jumlah dan absorpsinya relatif kecil (Darmono, 2001).

Sebagai logam berat, Cr termasuk logam yang mempunyai daya racun tinggi. Pada manusia keracunan Cr ditandai dengan kecenderungan terjadinya pembengkakan pada hati. Tingkat daya racun yang dibawa oleh logam Cr tidak sama pada semua makhluk hidup. Daya racun itu lebih ditentukan oleh masing-masing individu untuk menetralsir bahan-bahan beracun yang masuk ke dalam tubuhnya. Logam atau persenyawaan Cr yang masuk ke dalam tubuh akan ikut dalam proses fisiologis atau metabolisme tubuh. Logam atau persenyawaan Cr akan berinteraksi dengan bermacam-macam unsur biologis yang terdapat dalam tubuh. Interaksi yang terjadi antara Cr dengan unsur-unsur biologis tubuh dapat menyebabkan terganggunya fungsi tertentu yang bekerja dalam proses metabolisme tubuh. Ion-ion Cr dalam proses metabolisme tubuh akan menghalangi atau mampu menghambat kerja dari enzim benzopiren hidroksilase. Penghalangan kerja enzim benzopiren hidroksilase dapat mengakibatkan perubahan

dalam kemampuan pertumbuhan sel, sehingga sel-sel menjadi tumbuh secara liar dan tidak terkontrol, atau lebih dikenal dengan istilah kanker. Hal itulah yang menjadi dasar penggolongan Cr ke dalam kelompok logam yang bersifat karsinogenik.

4.6. Distribusi Fe dalam ekosistem perairan

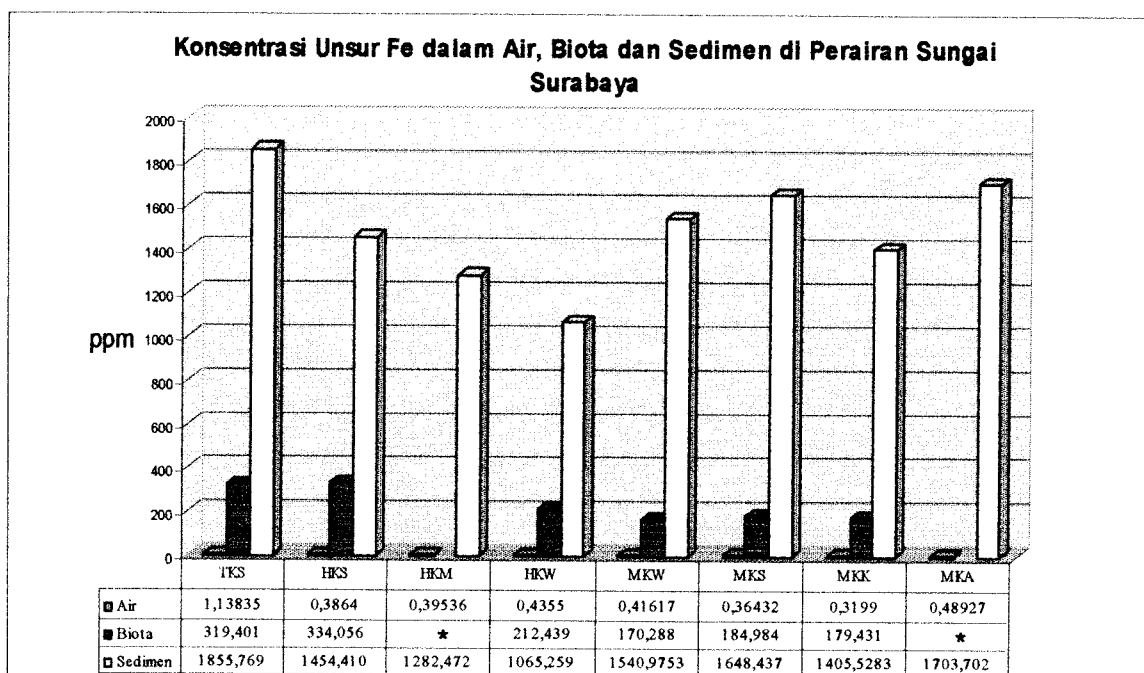
Keberadaan besi pada kerak bumi menempati posisi keempat terbesar. Besi ditemukan dalam bentuk kation ferro (Fe^{2+}) dan ferri (Fe^{3+}). Pada perairan alami dengan pH sekitar 7 dan kadar oksigen terlarut yang cukup, ion ferro yang bersifat mudah larut dioksida menjadi ion ferri. Pada perairan yang diperuntukan bagi keperluan domestik, pengendapan ion ferri dapat mengakibatkan warna kemerahan pada porselin, bak mandi, pipa air, dan pakaian. Kelarutan besi meningkat dengan menurunnya pH.

Besi termasuk unsur yang esensial bagi makhluk hidup. Pada tumbuhan, termasuk algae, besi berperan sebagai penyusun sitokrom dan klorofil. Kadar besi yang berlebihan selain dapat mengakibatkan timbulnya warna merah juga mengakibatkan karat pada peralatan yang terbuat dari logam, serta dapat memudahkan bahan celupan (*dyes*) dan tekstil. Besi banyak digunakan dalam kegiatan pertambangan, industri kimia, bahan celupan, tekstil, dan sebagainya (Effendi, 2003). Air limbah yang mengandung besi (Fe) dalam jumlah tinggi berwarna coklat kemerahan. Warna yang tidak normal biasanya merupakan indikasi terjadinya pencemaran air.

Beberapa macam logam biasanya dominan daripada logam lainnya. Dalam air, hal ini sangat tergantung pada asal sumber air (air tanah dan air sungai). Di samping itu, jenis air juga mempengaruhi kandungan logam di dalamnya (air tawar, air payau, dan air laut).

Air sungai di daerah hulu mungkin kandungan logamnya akan berbeda dengan air sungai dekat muara. Hal ini disebabkan dalam perjalanannya air tersebut mengalami beberapa kontaminasi, baik karena erosi maupun pencemaran dari sepanjang tepi sungai. Kandungan logam air laut juga berbeda – beda, seperti di daerah pantai, daerah dekat muara sungai, dan daerah laut lepas. Biasanya, daerah pantai memiliki kandungan logam lebih tinggi daripada daerah lepas pantai (Darmono,1995).

Berikut ini hasil konsentrasi logam Fe yang terkandung dalam air, biota dan sedimen.:



Sumber : Data primer, Januari 2005

Gambar 4.8. Grafik konsentrasi Fe dalam air, biota dan sedimen

Kode lokasi

TKS = Tengah Kali Surabaya

HKS = Hilir Kali Surabaya

HKM= Hulu Kali Mas

HKW= Hulu Kali Wonokromo

* = Tidak ada biota pada lokasi

MKW = Muara Kali Wonokromo

MKS = Muara Kali Sari

MKK = Muara Kali Kedinding

MKA = Muara Kali Anak

Bila dilihat dari *Tabel 4.9*, maka konsentrasi Fe untuk lokasi Hulu Kali Surabaya dan Hulu Kali Wonokromo telah jauh melampaui baku mutu untuk air golongan I (air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan yang lain yang mensyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut). Konsentrasi Fe melebihi baku mutu dimungkinkan karena faktor alam. Rata – rata konsentrasi Fe disungai Surabaya memang tinggi, karena secara alami keberadaan Fe pada kerak bumi menempati posisi keempat terbesar. Fe merupakan logam multiguna dan berperan banyak dalam industri misal dalam kegiatan pertambangan, industri kimia, bahan celupan, tekstil, penyulingan minyak dan sebagainya.

Di dalam air minum Fe menimbulkan rasa pada air yang menggambarkan rasa logam, atau rasa obat, pengendapan pada dinding pipa, pertumbuhan bakteri besi, dan juga dapat memberikan kenampakan keruh dan berwarna pada air dan meninggalkan noda pada pakaian yang dicuci dengan penggunaan air tersebut, oleh karena itu sangat tidak diharapkan pada industri kertas, pencelupan/textile dan pabrik minuman. Untuk konsentrasi Fe dalam air laut tidak dipersyaratkan.

4.6.2. Konsentrasi Fe dalam sedimen di sungai dan laut

Konsentrasi Fe lebih banyak mengendap pada sedimen. Terlihat jelas pada *Gambar 4.8 dan Gambar 4.9*, bahwa konsentrasi Fe dalam sampel sedimen lebih tinggi apabila dibandingkan dengan konsentrasi Fe pada air dan biota. Konsentrasi Fe dalam sedimen tertinggi terdapat di Pesisir Kedung Cowek sebesar 2236,3733 ppm. Peningkatan sedimen pada perairan akibat dari kekurangan oksigen pada masing –

masing lokasi yang mengakibatkan daya larut logam berat menjadi lebih rendah dan lebih mudah mengendap.

Padatan terlarut yang tinggi akan menimbulkan kekeruhan yang dapat mengakibatkan menurunnya oksigen terlarut (DO) dalam badan air yang selanjutnya mengganggu suplai oksigen bagi organisme air. Menurunnya penetrasi cahaya matahari yang masuk ke dalam badan air, sehingga mengganggu proses fotosintesis tumbuhan air. Sedimentasi dasar sungai, tingginya padatan yang terlarut dalam limbah ini akan mengendap di dasar sungai sehingga mengakibatkan tertutupnya dasar sungai yang merupakan habitat utama bagi bentos (biota yang hidup didasar sungai dan cenderung tidak bergerak/menetap).

Kandungan logam dalam penelitian ini yang tertinggi cenderung selalu ditemukan dalam sedimen. Hal ini menunjukkan bahwa akumulasi tertinggi dari logam terjadi pada sedimen dan memberikan petunjuk bahwa sebagian besar senyawa pada logam yang masuk ke perairan sungai Surabaya berbentuk partikel atau endapan dan hanya sebagian kecil yang terlarut dalam air.

4.6.3. Konsentrasi Fe dalam Biota (eceng gondok, tanaman bakau, ikan Belanak dan ikan Gelama)

Dari *Gambar 4.8* dan *Gambar 4.9* terlihat jelas bahwa konsentrasi Fe tertinggi dalam biota terdapat pada eceng gondok. Untuk lokasi Hulu Kali Surabaya mencapai 319,401 ppm dan untuk Hilir Kali Surabaya paling tinggi, yaitu 334,056 ppm. Pada sampel air pada lokasi tersebut memang kandungan logam Fe dalam sampel air juga

sangat tinggi, begitu juga pada sampel sedimen. Konsentrasi logam pada ikan juga sangat tinggi untuk masing – masing lokasi. Lokasi Pantai Wonokromo, ikan Belanak mencapai konsentrasi 129,263 ppm. Lokasi Pantai Kenjeran, ikan Belanak mencapai konsentrasi 130,702 ppm, dan untuk lokasi Pesisir Pantai Kedung Cowek ikan Gelama mencapai 171,084 ppm. Dan yang paling tinggi terdapat pada ikan Belanak di Pesisir Pantai Kali Anak yaitu 241,751 ppm.

Untuk ambang batas konsentrasi Fe dalam ikan tidak terdapat dalam Keputusan Direktur Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan Nomor 03725/B/SK/VII/89. Ikan merupakan organisme air yang dapat bergerak dengan cepat. Ikan pada umumnya mempunyai kemampuan menghindarkan diri dari pengaruh pencemaran air. Namun demikian, pada ikan yang hidup dalam habitat yang terbatas (seperti sungai, danau, dan teluk), ikan itu sulit melarikan diri dari pengaruh pencemaran tersebut. Akibatnya, unsur-unsur pencemaran itu (logam) masuk ke dalam tubuh ikan.

Berikut ini, ada beberapa pengaruh toksisitas logam pada ikan. Pertama, pengaruh toksisitas logam pada insang. Insang selain sebagai alat pernapasan ikan, juga digunakan sebagai alat pengatur tekanan antara air dan dalam tubuh ikan (*osmoregulasi*). Oleh sebab itu, insang merupakan organ yang penting pada ikan, di samping insang sangat peka terhadap pengaruh toksisitas logam. Dalam hal ini, logam-logam seperti Cd, Pb, Hg, Cu, Zn, dan Ni, sangat reaktif terhadap *ligan sulfur* dan *nitrogen*, sehingga ikatan logam tersebut sangat penting bagi fungsi normal *metaloenzim* dan juga metabolisme terhadap sel. Kedua, pengaruh toksisitas logam pada alat pencernaan. Toksisitas logam dalam saluran pencernaan terjadi melalui pakan yang terkontaminasi logam. Toksisitas logam

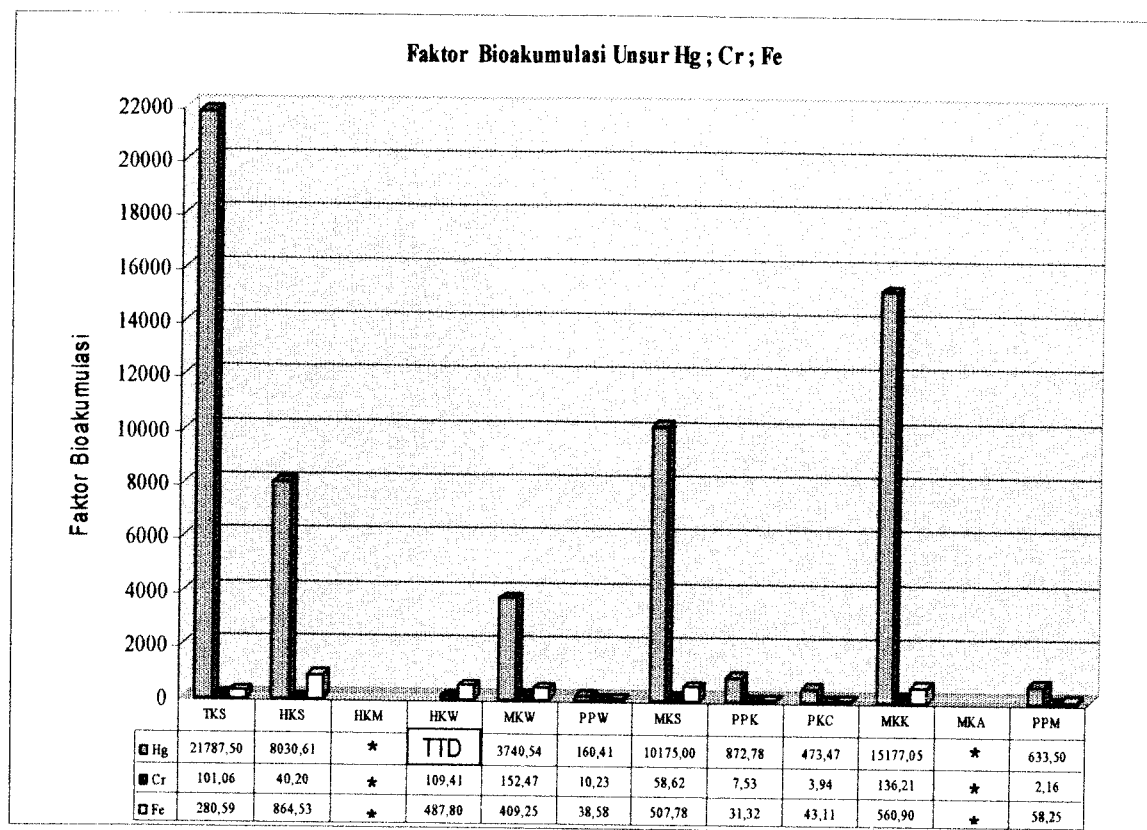
pada saluran pencernaan juga dapat terjadi melalui air yang mengandung dosis toksik logam. Ketiga, pengaruh logam pada ginjal ikan. Ginjal ikan ini berfungsi untuk filtrasi dan mengekskresikan bahan yang biasanya tidak dibutuhkan tubuh, termasuk bahan racun seperti logam berat. Hal ini menyebabkan ginjal sering mengalami kerusakan akibat daya toksik logam. Keempat, pengaruh akumulasi logam dalam jaringan (bioakumulasi). Proses akumulasi ini terjadi setelah absorpsi logam dari air atau melalui pakan yang terkontaminasi. Kondisi ini berpengaruh terhadap nilai ekonomi, terutama dalam sistem perikanan komersial, baik ikan air tawar maupun air laut (Dinata,2002).

Bila unsur logam (Fe) masuk ke dalam tubuh, meski dalam jumlah agak berlebihan biasanya tidaklah menimbulkan pengaruh yang buruk terhadap tubuh. Karena unsur besi (Fe) dibutuhkan darah untuk mengikat oksigen. Besi dibutuhkan oleh tubuh dalam pembentukan haemoglobin. Banyaknya Fe di dalam tubuh dikendalikan pada fase absorpsi. Tubuh manusia tidak dapat mengekskresikan Fe. Karenanya mereka yang sering mendapat transfusi darah, warna kulitnya menjadi hitam karena akumulasi Fe. Tempat pertama dalam tubuh yang mengontrol pemasukkan Fe ialah di dalam usus halus. Sekalipun Fe itu diperlukan diperlukan oleh tubuh, tetapi dalam dosis besar dapat merusak dinding usus. Kematian seringkali disebabkan oleh rusaknya dinding usus ini.

4.7. Faktor Bioakumulasi dan Faktor Distribusi

Untuk menghitung faktor bioakumulasi unsur logam dalam eceng gondok dan bakau di sungai dan juga ikan di laut serta faktor distribusi unsur logam dalam sedimen sungai dan laut, diperlukan data konsentrasi yang terkandung dalam kedua sampel

tersebut. Hasil perhitungan faktor Bioakumulasi logam dalam sampel biota ditunjukkan dalam Gambar 4.10. dan nilai faktor distribusi ditunjukkan oleh Gambar 4.11. berikut :



Sumber : Data primer, Januari 2005

Gambar 4.10. Grafik faktor Bioakumulasi unsur Hg, Cr dan Fe

Keterangan :

TKS = Tengah Kali Surabaya

HKS = Hilir Kali Surabaya

HKM = Hulu Kali Mas

HKW = Hulu Kali Wonokromo

MKW = Muara Kali Wonokromo

PPW = Pesisir Pantai Wonokromo

* = Tidak terdapat biota pada lokasi

TTD = Pada Hulu Kali Wonokromo Hg dalam sampel air tidak terdeteksi

MKS = Muara Kali Sari

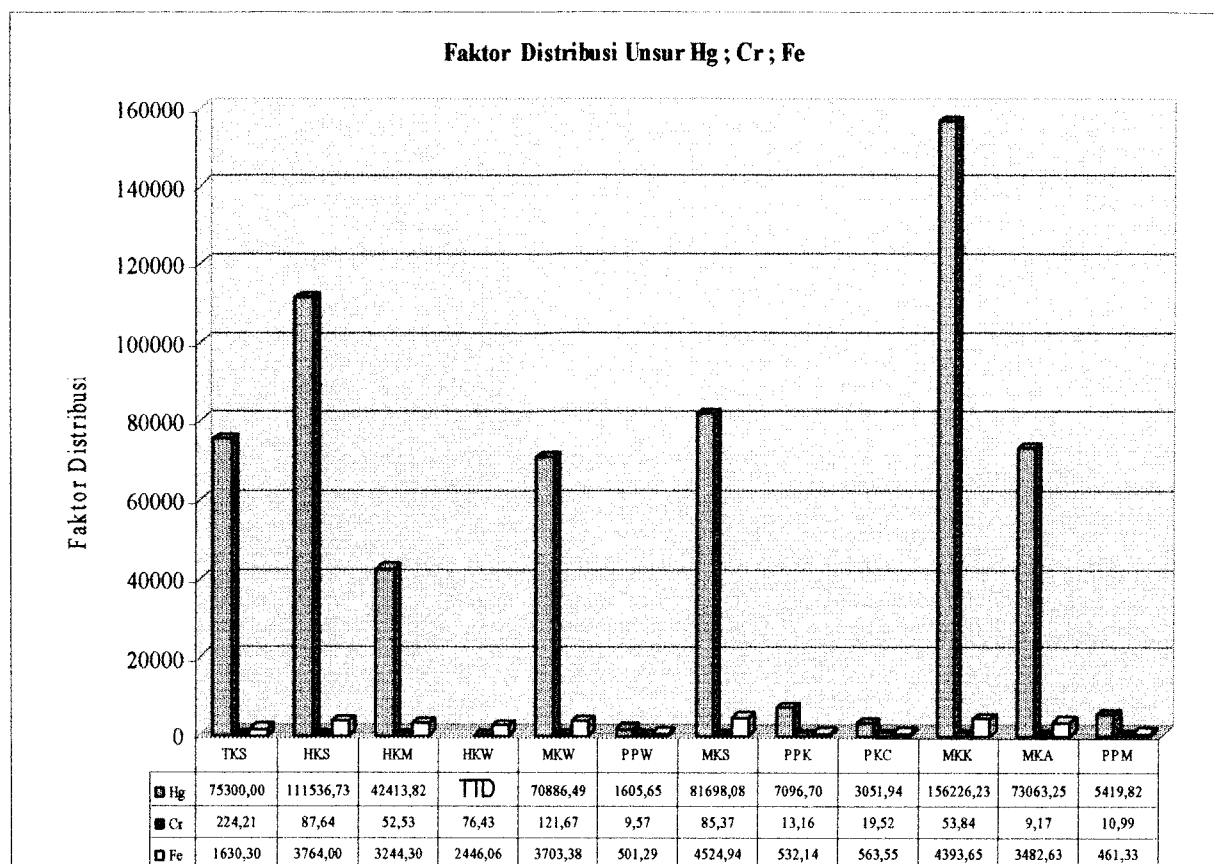
PPK = Pesisir Pantai Kenjeran

PKC = Pesisir Pantai Kenjeran

MKK = Muara Kali Kedinding

MKA = Muara Kali Anak

PPM = Pesisir Pantai Morokrengan



Sumber : Data primer, Januari 2005

Gambar 4.11. Grafik faktor Distribusi unsur Hg, Cr dan Fe

Keterangan :

TKS = Tengah Kali Surabaya

HKS = Hilir Kali Surabaya

HKM = Hulu Kali Mas

HKW = Hulu Kali Wonokromo

MKW = Muara Kali Wonokromo

PPW = Pesisir Pantai Wonokromo

TTD = Pada Hulu Kali Wonokromo Hg dalam sampel air tidak terdeteksi

MKS = Muara Kali Sari

PPK = Pesisir Pantai Kenjeran

PKC = Pesisir Pantai Kenjeran

MKK = Muara Kali Kedinding

MKA = Muara Kali Anak

PPM = Pesisir Pantai Morokrembangan

Untuk mengetahui berapa besar logam yang terakumulasi dalam biota dan berapa yang terdistribusi dalam sedimen, maka perlu dihitung besaran faktor bioakumulasi (Fb) dan faktor distribusi (Fd). Kandungan logam dalam penelitian ini yang tertinggi selalu ditemukan dalam sedimen baik sedimen sungai maupun sedimen laut. Hal ini sesuai

dengan teori bahwa logam pada perairan, baik yang berasal dari sungai, laut maupun dari organisme yang hidup maupun yang mati pada fase akhir akan mengendap ke sedimen dasar perairan. Dari *Gambar 4.10.* dan *Gambar 4.11.* terlihat harga F_b selalu lebih kecil dari F_d di semua lokasi (sungai dan laut). Konsentrasi setiap logam yang dimiliki oleh setiap biota mempunyai konsentrasi yang berbeda. Hal ini selain dipengaruhi oleh kemampuan biota air dalam mengabsorpsi dan mengekskresikan logam yang ada di perairan tersebut, dapat juga dipengaruhi oleh ikatan kimia dari masing-masing logam yang terlarut di dalam perairan. Logam dapat masuk ke dalam tubuh biota air melalui permukaan kulit dan melalui insang, sedangkan akumulasi logam dalam biota air terjadi pada otot abduktor, insang, mantel, gonad, ginjal dan hati. Perbedaan faktor distribusi F_d disebabkan oleh kecepatan arus air berbeda, sehingga kesempatan partikel mengendap berbeda.

Pada hasil penelitian ini konsentrasi logam Hg, Cr dan Fe di pesisir cenderung lebih tinggi daripada konsentrasi pada air sungai karena setiap air sungai bermuara pada laut sehingga di laut terjadi akumulasi logam. Di daerah sekitar pantai kontaminasi logam kebanyakan berasal dari mulut sungai yang terkontaminasi oleh buangan industri.

4.8. Sifat logam Hg, Cr dan Fe di perairan Surabaya

Adanya logam di perairan, berbahaya baik secara langsung terhadap kehidupan organisme, maupun efeknya secara tidak langsung terhadap kesehatan manusia. Hal ini berkaitan dengan sifat-sifat logam yaitu :

1. Sulit didegradasi, sehingga mudah terakumulasi dalam lingkungan perairan dan keberadaannya secara alami sulit terurai (dihilangkan).
2. Dapat terakumulasi dalam organisme air termasuk kerang dan ikan, proses akumulasi logam akan jauh lebih cepat melalui rantai makanan yang telah tercemar dari pada di dalam air, melalui akumulasi tersebut konsentrasi logam akan tinggi di dalam ikan dan akan membahayakan kesehatan manusia yang mengkonsumsi ikan tersebut.
3. Mudah terakumulasi di sedimen, sehingga konsentrasinya selalu lebih tinggi dari konsentrasi logam dalam air. Disamping itu sedimen mudah tersuspensi karena pergerakan masa air yang akan melarutkan kembali logam yang dikandungnya ke dalam air, sehingga sedimen menjadi sumber pencemar potensial dalam skala waktu tertentu.

Logam – logam yang terlarut dalam badan perairan pada konsentrasi tertentu dan berubah fungsi menjadi sumber racun bagi kehidupan perairan. Meskipun daya racun yang ditimbulkan oleh satu jenis logam tidak sama, namun kehancuran dari satu kelompok dapat menjadikan terputusnya satu mata rantai kehidupan. Pada tingkat lanjutnya, keadaan tersebut tentu saja dapat menghancurkan satu tatanan ekosistem perairan.

Berdasarkan hipotesis yang ditetapkan maka dapat dijawab sebagai berikut :

1. Hipotesis pertama ternyata tidak terbukti kebenarannya, karena pada hasil penelitian hanya konsentrasi logam Fe pada air sungai melebihi baku mutu PERDA Kota Surabaya No. 02 Tahun 2004 yang diperuntukan untuk air minum

yaitu pada lokasi Tengah Kali Surabaya dan Hulu Kali Wonokromo. Konsentrasi logam berat Hg dan Cr pada air laut sebagian besar lokasi sudah melebihi ambang baku mutu menurut KepMen LH No. 51 Tahun 2004.

2. Hipotesis kedua tidak semuanya benar, karena konsentrasi logam pada air laut memang lebih tinggi dari pada air sungai, tetapi tidak bagi biota dan sedimen.
3. Hipotesis ketiga terbukti kebenarannya, konsentrasi logam Hg, Cr dan Fe terkecil di air kemudian biota dan terbesar pada sedimen.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari sampel air sungai, air laut, sedimen sungai, sedimen laut, biota sungai dan biota laut terdeteksi unsur Hg, Cr, Fe dan Cu diragukan.
2. Konsentrasi logam Hg dan Cr pada sampel air sungai menunjukkan bahwa masih dibawah baku mutu menurut Peraturan Daerah No. 2 Tahun 2004, kecuali Fe.
3. Konsentrasi logam Hg, dan Cr pada sampel air pesisir di seluruh lokasi (6,8,9 dan 12) pesisir melebihi baku mutu menurut KEPMEN LH No. 51 Tahun 2004.
4. Konsentrasi pada sampel ikan laut menunjukan telah terjadi pencemaran terhadap raksa (Hg) di atas ketentuan yang telah ditetapkan oleh Kep Dirjen POM No. 03725/B/SK/VII/1989. Konsentrasi pada biota sungai yaitu Eceng gondok dan Bakau tidak dapat diketahui batas tingkat pencemarannya karena belum ada baku mutunya, begitu juga dengan sedimen.

5. Pada perairan sungai konsentrasi tertinggi Hg dijumpai pada sedimen di Muara Kali Anak dengan konsentrasi 12,1285 $\mu\text{g/g}$, konsentrasi Cr tertinggi di Muara Kali Anak dengan konsentrasi 3,3485 $\mu\text{g/g}$ sedangkan konsentrasi Fe tertinggi di Tengah Kali Surabaya sebesar 1855,769 $\mu\text{g/g}$.
6. Pada perairan pesisir konsentrasi tertinggi Hg dijumpai pada sedimen di Pesisir Morokrembangan dengan konsentrasi sebesar 12,2488 $\mu\text{g/g}$, konsentrasi Cr tertinggi di Pesisir Kedung Cowek dengan konsentrasi 7,5517 $\mu\text{g/g}$ sedangkan konsentrasi Fe tertinggi di Pesisir Kedung Cowek sebesar 2236,5473 $\mu\text{g/g}$.
7. Konsentrasi logam Hg, Cr dan Fe terkecil di dalam sampel air kemudian biota dan terbesar pada sedimen.
8. Faktor Distribusi (F_d) sedimen lebih besar dari Faktor Bioakumulasi (F_b) biota. Hal ini menunjukkan bahwa logam berat Hg, Cr dan Fe pada perairan cenderung terendapkan.

5.2. Saran

Dari hasil penelitian yang dilakukan, ada beberapa saran yang dapat dikemukakan antara lain sebagai berikut :

1. Perlu diupayakan penelitian lanjutan secara berkala pada lokasi yang sama, untuk memantau tingkat konsentrasi logam yang terjadi pada Perairan Surabaya. Sehingga data-data yang diperoleh dapat menentukan langkah

pemantauan dan pengendalian pencemaran yang terjadi dengan cermat dan cepat.

2. Perlu diupayakan reboisasi dan konservasi hutan bakau (*mangrove*) untuk menekan dampak akumulasi logam berat di Perairan Pesisir Pantai Surabaya untuk menyerap secara alami kandungan pencemar logam yang terbuang. Hutan bakau menjaga tepi pantai dari kerusakan yang disebabkan oleh erosi dengan cara bertindak sebagai buffer dan menangkap lumpur alluvial yang selanjutnya menjaga permukaan tanah dari kehilangan sedimen.
3. Pemberian sanksi dana pemulihan lingkungan / penutupan sementara bagi industri di bantaran sungai yang terbukti mencemari kali Surabaya dan tidak memiliki UPL.
4. Pembatasan dan melokalisasi jumlah industri di Surabaya.
5. Khusus untuk unsur Cu, sebaiknya analisisnya tidak menggunakan Analisis Aktivasi Neutron karena adanya interferensi dari unsur-unsur yang lain sehingga konsentrasi Cu bisa sangat besar.
6. Pentingnya untuk dibuat ambang baku mutu untuk sedimen sehingga dapat diketahui berapa tingkat konsentrasi yang potensial sedimen menjadi sumber pencemar.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1994. **Laporan Akhir Studi Tata Guna Tanah Sepanjang Kiri Kanan K. Surabaya, K. Wonokromo dan K. Kedurus.** Perusahaan Umum (PERUM) Jasa Tirta
- Anonim 1994. **Studi Inventarisasi Industri Berpotensi Mengeluarkan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun (B3) Di Jawa Timur.** Pemertintah Kotamadya Daerah Tingkat II Surabaya Tahun 1994
- Anonim, 1997. **Rencana Teknik Ruang Kota Unit Lingkungan Krembangan Selatan, Kemayoran, Krembangan Utara dan Perak Timur Unit Pengembangan Kembang Jepun.** Pemertintah Kotamadya Daerah Tingkat II Surabaya Tahun 1996/1997
- Anonim, 1997. **An Ecological Assessment for Anthropogenic Mercury Emissions in the United States,** EPA 452/R-97-005, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development
- Anonim, 1997. **Fate and Transport of Mercury in the Environment,** EPA 452/R-97-008, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development
- Anonim. 2003. **Pemetaan Industri Yang Berpotensi Cemar Se-Jatim.** Pemerintah Propinsi Jawa Timur Dinas Perindustrian Dan Perdagangan
- Darmono, 1995, **Logam Dalam Sistem Makhluk Hidup,** UI Press, Jakarta

- Darmono, 2001, **Lingkungan Hidup dan Pencemaran Hubungannya Dengan Toksikologi Senyawa Logam**, UI Press, Jakarta
- Effendi, H., 2003, **Telaah Kualitas Air**, Kanisius, Yogyakarta
- Elving, P., 1986, **Nuclear Activation Analysis Fundamentals And Techniques**, New york
- Fardiaz, S., 1992, **Polusi Air Dan Udara**, Kanisius, Yogyakarta
- Hutabarat, S., 1985, **Pengantar Oseanografi**, UI Press, Jakarta
- Karo-karo, L., 2001, **Evaluasi Kandungan Logam Berat (Hg, Cd, Cr dan Co) Dalam Air, Sedimen, Eceng Gondok, Ikan Kerapu dan Kerang Hijau Di Sungai Morokrembangan, Sungai Kenjeran dan Pantai Kenjeran Surabaya Dengan Metode Analisis Pengaktifan Neutron (APN)**, STTL, Yogyakarta
- Kristanto, P., 2002, **Ekologi Industri**, LPPM Universitas Kristen PETRA, Surabaya
- Palar, H., 1994, **Pencemaran & Toksikologi Logam Berat**, Rineka Cipta, Jakarta
- Priatna, A., 2001, **Penentuan Unsur Logam Berat dan Beracun (Hg, Cd, Cr, Cu, As dan Zn) Dalam Sampel Air Laut, Sedimen dan Ikan Kiper Laut (Soatophagus argus) Dari Pesisir Pantai Timur Indramayu Dengan Metode Aktivasi Neutron**, STTL, Yogyakarta
- Ryadi, S., 1984, **Pencemaran Air**, Karya Anda, Surabaya

Soemirat, J., 1994, **Kesehatan Lingkungan**, UGM Press, Yogyakarta

Susetyo, W., 1988, **Spektrometri Gamma Dan Penerapannya Dalam Analisis Pengaktifan Neutron**, UGM Press, Yogyakarta

Taftazani, A. dkk., 2001, **Studi Sebaran Logam Berat (Hg, Cd, Fe dan Ca) Dalam Kerang Bukur (*Cardium unedo*) dan Sedimen Dari Perairan Pantai Semarang Dengan Metode AAN**, Prosiding PPPTM, Batan, Yogyakarta

Taftazani, A. dkk., 2001, **Unjuk Kerja AANI Pada Analisis Logam Berat Dalam Cuplikan Lingkungan**, Prosiding Seminar Sains dan Teknologi Nuklir, Batan, Bandung

Taftazani, A. dkk., 2003, **Evaluasi Sebaran Logam Hg, Cd, Cr dan Co Dalam Cuplikan Air, Sedimen dan Eceng Gondok Dilokasi Perairan Surabaya**, Prosiding PPPTM, Batan, Yogyakarta

Wardhana, W., 1995, **Dampak Pencemaran Lingkungan**, Andi, Yogyakarta

Zakiah, U., 1995, **Tingkat Pencemaran Merkuri (Hg) Di Perairan Pantai Surabaya Dan Pengaruhnya Terhadap Kerang Bulu (*Anadara maculosa REEVE*)**, UGM, Yogyakarta

Zulfikar, 2000, **Penentuan Kadar Fe, Zn, Se dan Cr Dalam Ikan, Udang dan Kerang serta Rambut Konsumennya Di Sekitar Perairan Surabaya dan Perairan Krakal Dengan Analisis Pengaktifan Neutron (APN)**, STTL, Yogyakarta

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1.** Foto lokasi penelitian, foto pengambilan sampel dan data sampling penelitian
- Lampiran 2.** Contoh perhitungan kalibrasi tenaga dan kalibrasi efisiensi
- Lampiran 3.** Contoh perhitungan akurasi menggunakan SRM 2704
- Lampiran 4.** Contoh perhitungan hasil cacah unsure logam berat dalam sampel dan data hasil
- Lampiran 5.** Perda kota Surabaya No. 02 Tahun 2004, tentang baku mutu air sungai
- Lampiran 6.** Kepmen Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004, tentang baku mutu air laut
- Lampiran 7.** Keputusan Direktur Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan No. 03725/B/SK/VII/89, tentang batas maksimum cemaran logam dalam makanan
- Lampiran 8.** Tabel Isotop, Erdmann dan Soyka, 1979
- Lampiran 9.** Sertifikat SRM 2704
- Lampiran 10.** Peta

LAMPIRAN 1

-1.1 Foto Lokasi Penelitian

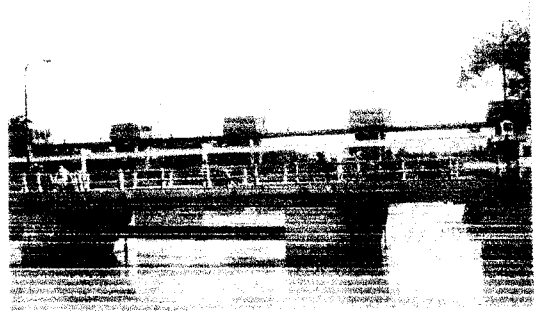
-1.2 Foto Pengambilan Sampel

-1.3 Data Sampling

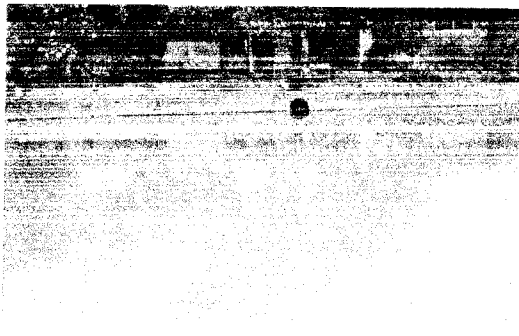
LAMPIRAN 1
FOTO LOKASI PENELITIAN



Lokasi 1
Tengah Kali Surabaya



Lokasi 2
Hilir Kali Surabaya



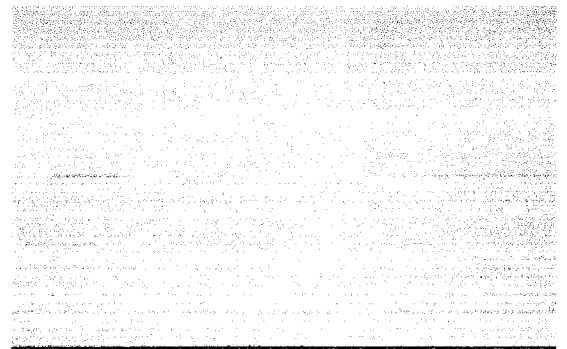
Lokasi 3
Hulu Kali Mas



Lokasi 4
Hulu Kali Wonokromo



Lokasi 5
Muara Kali Wonokromo



Lokasi 6
Pesisir Pantai Wonokromo

FOTO PENGAMBILAN SAMPEL



Air laut



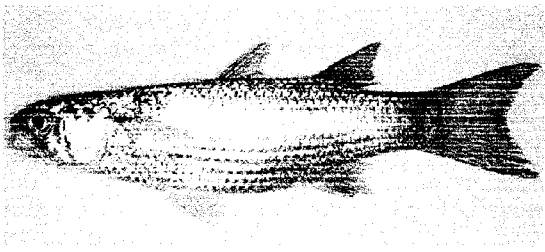
Air sungai



Sedimen laut



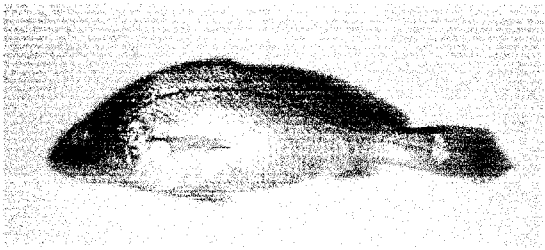
Sedimen sungai



Moolgarda delicata



Bakau



Johnius (Johnieops) borneensis



Eceng gondok

SAMPLING MARINE RADIOECOLOGY PANTAI SURABAYA

TANGGAL 22 S/D 24 JUNI 2004

No	LOKASI SAMPLING	GPS			SUHU °C		pH	JENIS SAMPEL	KET WAKTU
		S	E	POSISI	AIR	UDARA			
1	K. Surabaya Sungai Brantas, Karang Pilang	07° 20' 40,4"	112° 41' 30,9"		26°	29°	8,4	- Air sungai 2 x 5 l - Sedimen 2 x 2 kg - E. Gondok 2 x ¼ kg	Kamis, 24 Juni 2004 Pukul : 10.30 – 11.15 Cuaca : Cerah
2	K. Surabaya Wonokromo (Gunung Sari)	07° 18' 27"	112° 43' 12,2"		28°	30°	8,1	- Air sungai 2 x 5 l - Sedimen 2 x 2 kg - E. Gondok 2 x ¼ kg	Selasa, 22 Juni 2004 Pukul : 14.45 – 15.05 Cuaca : Cerah
3	K. Morokrembang Kel. Darmo (Darmo Kali)	07° 17' 23,0"	112° 44' 35,1"		27°	30°	8,0	- Air sungai 2 x 5 l - Sedimen 2 x 2 kg	Selasa, 22 Juni 2004 Pukul : 16.00 – 16.25 Cuaca : Cerah
4	K. Wonokromo Kel. Ngagel (Jagir Wonokromo)	07° 18' 01,5"	112° 44' 27,8"		27°	31°	8,1	- Air sungai 2 x 5 l - Sedimen 2 x 2 kg - E. Gondok 2 x ¼ kg	Selasa, 22 Juni 2004 Pukul : 13.45 – 14.07 Cuaca : Cerah

SAMPLING MARINE RADIOECOLOGY PANTAI SURABAYA

TANGGAL 22 S/D 24 JUNI 2004

No	LOKASI SAMPLING	GPS			SUHU °C			pH	JENIS SAMPEL	KET WAKTU
		S	E	POSISI	AIR	UDARA				
5	Muara Kali Wonokromo Kel. Wonorejo	07° 18' 28,9"	112° 47' 38,1"		29°	33°	8,0	- Air sungai 2 x 5 l - Sedimen 2 x 2 kg - E. Gondok 2 x ¼ kg	Selasa, 22 Juni 2004 Pukul : 12.00 – 12.30 Cuaca : Cerah	
6	Pesisir Muara K. Wonokromo	07° 16' 18,6"	112° 50' 37,2"		27°	28°	8,9	- Air laut 2 x 5 l - Sedimen 2 x 2 kg - Ikan Blanak 3 kg	Rabu, 23 Juni 2004 Pukul : 11.50 – 12.10 Cuaca : Cerah Pengambilan ikan pukul 12.10 – 12.15 di Desa Dadapan	
7	Pesisir Muara Kalisari	07° 15' 31,6"	112° 47' 57,1"		25°	33,5°	8,1	- Air sungai 2 x 5 l - Sedimen 2 x 2 kg - T. Bakau 2 x ¼ kg	Selasa, 22 Juni 2004 Pukul : 10.25 – 10.45 Cuaca : Cerah	

SAMPLING MARINE RADIOECOLOGY PANTAI SURABAYA

TANGGAL 22 S/D 24 JUNI 2004

No	LOKASI SAMPLING	GPS			SUHU °C			pH	JENIS SAMPEL	KET WAKTU
		S	E	POSISI	AIR	UDARA				
8	Pesisir Muara Kenjeran/Sukolilo	07° 14' 15,3"	112° 47' 54,4"		28°	37°	8,7	- Air laut 2 x 5 l - Sedimen 2 x 2 kg - Ikan Blanak 2 kg	Rabu, 23 Juni 2004 Pukul : 10.50 – 12.30 Cuaca : Cerah Pengambilan ikan pukul 13.05 – 13.15 di Sukolilo	
9	Pesisir Kedung Cowek/Kedinding Suramodu	07° 12' 19,5"	112° 47' 03,0"		28°	28°	8,6	- Air laut 2 x 5 l - Sedimen 2 x 2 kg - Ikan Glomo 3 kg	Rabu, 23 Juni 2004 Pukul : 10.10 – 10.25 Cuaca : Cerah Pengambilan ikan pukul 14.40 – 14.45	
10	Muara Kali Kedinding (Jembatan Suramadu) dekat makam	07° 12' 59,1"	112° 46' 39,9"		26°	29°	8	- Air sungai 2 x 5 l - Sedimen 2 x 2 kg - E. Gondok 2 x ¼ kg	Selasa, 22 Juni 2004 Pukul : 08.20 – 08.40 Cuaca : Cerah	

SAMPLING MARINE RADIOECOLOGY PANTAI SURABAYA

TANGGAL 22 S/D 24 JUNI 2004

No	LOKASI SAMPLING	GPS			SUHU °C			pH	JENIS SAMPEL	KET WAKTU
		S	E	POSISI	AIR	UDARA				
11	Muara Kali Morokrembangan (Kali Anak)	07° 13' 40,8"	112° 42' 26,1"		26°	28°	8,1	- Air sungai 2 x 5 l - Sedimen 2 x 2 kg	Selasa, 22 Juni 2004 Pukul : 18.45 – 19.15 Cuaca : Cerah	
12	Pesisir Muara Kali Morokrembangan	07° 13' 10,1"	112° 42' 20,9"		26°	26°	8,8	- Air laut 2 x 5 l - Sedimen 2 x 2 kg - Ikan Blanak 2 kg	Rabu, 23 Juni 2004 Pukul : 08.45 – 09.00 Cuaca : Cerah Pengambilan ikan pukul 14.55 – 15.00	

Surabaya, 24 juni 2004

Dosen Pembimbing

(Dr. Ir. Agus Taftazani)

LAMPIRAN 2

-2.1 Kalibrasi Tenaga

-2.2 Kalibrasi Efisiensi

PERHITUNGAN KALIBRASI TENAGA DAN KALIBRASI EFISIENSI

Kalibrasi Tenaga

Jika suatu analisis mempunyai persamaan garis : $Y = aX + b$, maka dalam spektrometri Gamma nilai a didefinisikan :

$$a = \frac{\sum X_i Y_i - \frac{\sum X_i \sum Y_i}{n}}{\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n}} \text{ dan nilai } b \text{ dinyatakan dengan}$$

$$b = \frac{\sum Y_i}{n} - a \frac{\sum X_i}{n}$$

maka kelinieran persamaan tersebut didapatkan dari koefisien hasil kali (r)

$$r = \frac{\sum [(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})]}{\left[\sum (X_i - \bar{X})^2 \sum (Y_i - \bar{Y})^2 \right]^{1/2}}$$

sementara untuk mencari efisiensi kalibrasi pada pencacahan sumber standar multi Gamma ^{152}Eu adalah :

$$\%(E) = \frac{\text{cps}}{\text{dps} \cdot Y(E)} \cdot 100\%$$

dps = nilai aktivitas saat ini dari sumber standar multi Gamma ^{152}Eu

$Y(E)$ = harga intensitas mutlak dari tenaga-tenaga Gamma (table)

Nur Aini Hakim : JTL "UII" Yogyakarta

Judul Penelitian: "Distribusi Logam Berat (Hg, Cr, Fe, Cu) Pada Cuplikan Air, Sedimen, Biota Di Perairan Surabaya"

Pembimbing : Dr. Ir. Agus Taftazani dan Luqman Hakim, ST, Msi.

Berdasarkan data pada table, kalibrasi tenaga merupakan plot dari fungsi tenaga (X) dan nomor salur (Y). Data kalibrasi tenaga standar multi Gamma ¹⁵²Eu

No	Besaran / Spesifikasi	Kuantitas	Satuan
1	Tegangan operasi	2000	volt
2	Radioisotop standar 152 - Eu		
	a. Waktu Paruh	13,1	tahun
	b. Aktivitas awal (15 Juni 1979)	1,975 x 10 ^5	dps
	c. Aktivitas saat ini (19 Okto 2004)	51.691,12	dps
3	Jarak detektor - sumber standar	30	milimeter
4	Lama pencacahan	100	detik

No	Nomor salur	Tenaga			
	(Xi)	(Yi)	(Xi *Yi)	Xi ²	Yi ²
1	391	121,78	47.615,98	152.881	14.830,368
2	815	244,69	199.422,35	664.225	59.873,196
3	1.159	344,28	399.020,52	1.343.281	118.528,718
4	1.504	433,98	652.705,92	2.262.016	188.338,640
5	2.659	778,90	2.071.095,10	7.070.281	606.685,210
6	3.294	963,43	3.173.538,42	10.850.436	928.197,364
7	3.811	1.112,08	4.238.136,88	14.523.721	1.236.721,926
8	4.830	1.408,03	6.800.784,90	23.328.900	1.982.548,481
n =					
8	∑ Xi	∑ Yi	∑ (Xi*Yi)	∑ (Xi ²)	∑ (Yi ²)
	18.463	5.407,17	17.582.320,07	60.195.741	5.135.723,906
	∑ Xi ²	∑ Yi ²			
	340.882.369	29.237.487,41			

$$a = \frac{\sum XiYi - \frac{\sum Xi \sum Yi}{n}}{\sum Xi^2 - \frac{(\sum Xi)^2}{n}} \dots\dots\dots 1.1$$

$$= \frac{17.582.320,07 - \left[\frac{(18.463 \times 5.407,17)}{8} \right]}{60.195.741 - \left[\left(\frac{18.463}{8} \right)^2 \right]}$$

$$= 0,290$$

Nilai b dicari dengan persamaan :

$$b = \frac{\sum Y_i}{n} - a \frac{\sum X_i}{n} \dots\dots\dots 1.2$$

$$= \left(\frac{5.407,17}{8} \right) - (0,290197242) \cdot \left(\frac{18.463}{8} \right)$$

$$= 6,6125$$

Dari kedua nilai a dan b tersebut, didapat harga persamaan garis :

$$Y = 0,290x + 6,6125$$

Koefisien hasil kali (r) yang merupakan persamaan garis tersebut :

$$r = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\left[\sum (X_i - \bar{X})^2 \sum (Y_i - \bar{Y})^2 \right]^{1/2}} \dots\dots\dots 1.3$$

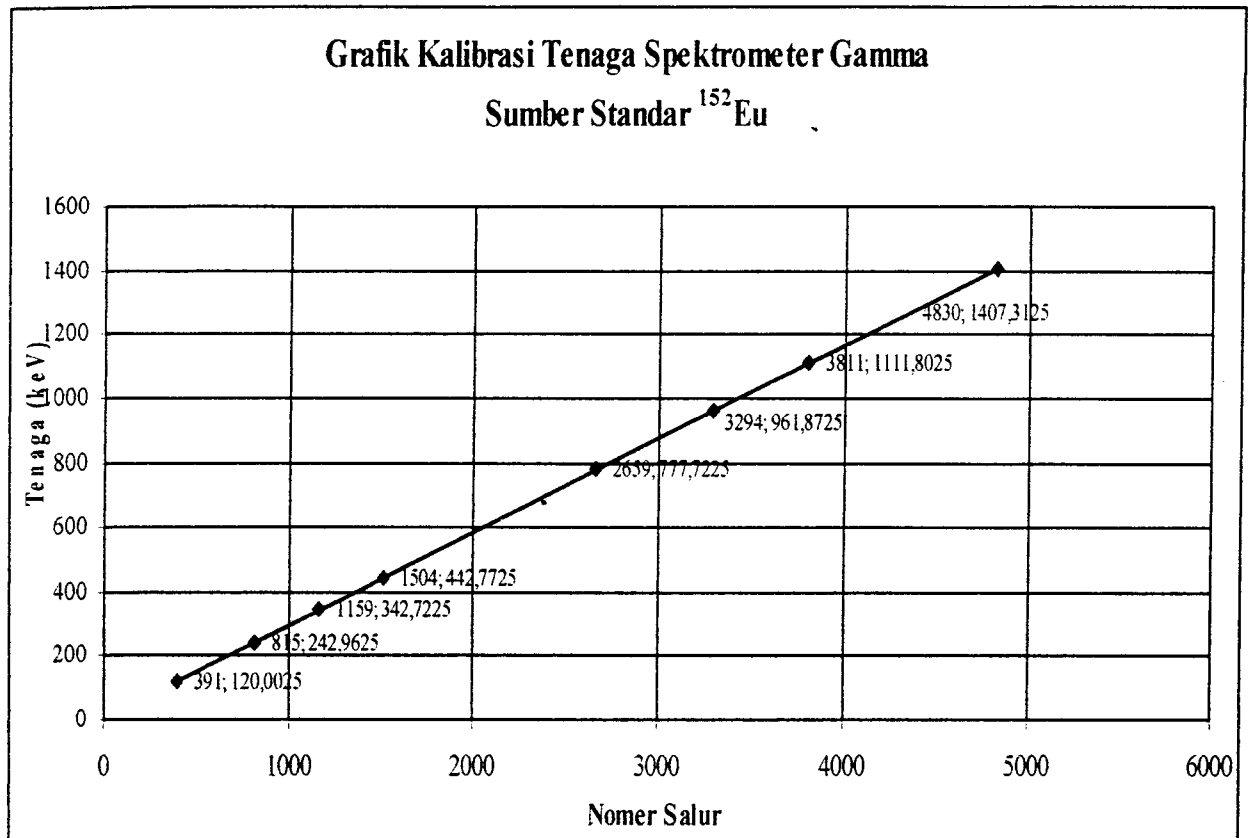
$$= \frac{[8(18.463 - 2.307,875) - (5.407,17 - 675,89625)]}{\sqrt{[8(18.463 - 2.307,875)^2][(5.407,17 - 675,89625)^2]}} = 0,9999991$$

Nilai r = 0,999 ; sudah mendekati 1 yang berarti cukup baik

Dari persamaan regresi linier $y = 0,290x + 6,6125$ disubstitusikan nilai x sebagai nomor salur pencacahan maka didapat nilai y sebagai tenaga.

Y	a	X	b
120,0025	0,290197242	391	6,6125
242,9625	0,290197242	815	6,6125
342,7225	0,290197242	1.159	6,6125
442,7725	0,290197242	1.504	6,6125
777,7225	0,290197242	2.659	6,6125
961,8725	0,290197242	3.294	6,6125
1.111,8025	0,290197242	3.811	6,6125
1.407,3125	0,290197242	4.830	6,6125

Nilai x nomor salur dan y sebagai tenaga dari table diplotkan ke dalam grafik, hubungan antara x dan y akan menghasilkan sebuah garis linier seperti yang terlihat pada grafik berikut.



Nur Aini Hakim : JTL "UII" Yogyakarta

Judul Penelitian: "Distribusi Logam Berat (Hg, Cr, Fe, Cu) Pada Cuplikan Air, Sedimen, Biota Di Perairan Surabaya"

Pembimbing : Dr. Ir. Agus Taftazani dan Luqman Hakim, ST,Msi.

No	Besaran / Spesifikasi	Kuantitas	Satuan
1	Tegangan operasi	2000	volt
2	Radioisotop standar 152-Eu a. Waktu paro b. Aktivitas awal (15 Juni 1979) c. Aktivitas saat ini (19 Oktober 2004)	13,1 $1,975 \times 10^3$ 51.691,12	tahun dps dps
3	Jarak detektor - sumber standar	30	milimeter
4	Lama pencacahan:	300	detik

Tabel 2 Hasil pencacahan kalibrasi efisiensi spektrometer gamma

No	Nomor salur	Tenaga (Kev)	Netto	Laju cacah (cps)	Yield Y(E)	Efisiensi $\epsilon(E)$ (%)	X_i ln tenaga tdk tdk	Y_i ln efisiensi tdk tdk	$(X_i \times Y_i)$ tdh tdk	X_i^2 tdh tdk	Y_i^2 tdh tdk
1	391	121,78	38,501	128,3367	0,2820	0,8804	tdh	tdh	tdh	tdh	tdh
2	815	244,69	6,618	22,0600	0,0738	0,5781	tdh	tdh	tdh	tdh	tdh
3	1.159	344,28	17,646	58,8200	0,2640	0,4310	5,8415	-0,8416	-4,9161	34,1226	0,7083
4	1.504	433,98	1,666	5,5533	0,0308	0,3488	6,0730	-1,0532	-6,3963	36,8813	1,1093
5	2.659	778,90	4,116	13,7200	0,1300	0,2042	6,6579	-1,5888	-10,5780	44,3274	2,5243
6	3.294	963,43	3,746	12,4867	0,1448	0,1668	6,8705	-1,7908	-12,3037	47,2038	3,2070
7	3.811	1.112,08	3,198	10,6600	0,1335	0,1545	7,0140	-1,8677	-13,1002	49,1960	3,4884
8	4.830	1.408,03	4,234	14,1133	0,2070	0,1319	7,2499	-2,0257	-14,6863	52,5617	4,1035
Σ						$n =$	ΣX_i	ΣY_i	$\Sigma(X_i \times Y_i)$	$\Sigma(X_i^2)$	$\Sigma(Y_i^2)$
8						6,00	39,7068	-9,1679	-61,9806	264,2928	15,1407
							ΣX_i^2	ΣY_i^2			
							1.576,63	84,0495			

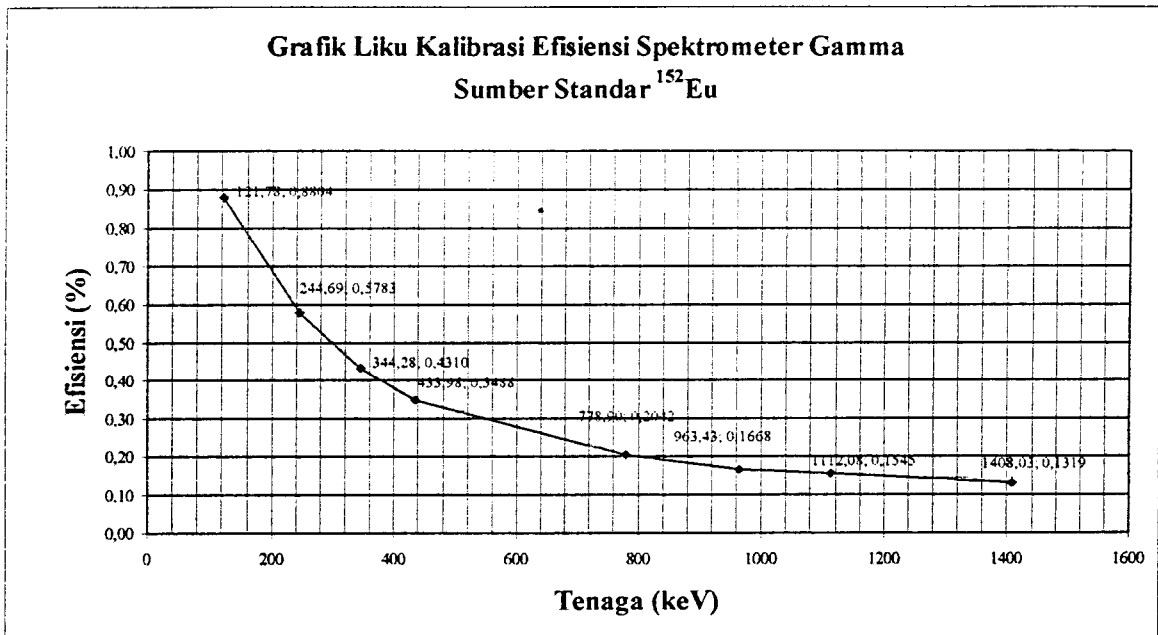
- Nomer salur, tenaga dan netto diperoleh dari hasil pencacahan.
- Nilai laju cacah (cps) dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Laju cacah (cps)} &= \frac{\text{netto}}{t} \dots\dots\dots 2.1 \\ &= \frac{38.501}{300 \text{ detik}} = 128,3367 \text{ cps} \end{aligned}$$

- Nilai Yield [y(E)] dari tabel Erdtmann dan Soyka, 1979.
- Efisiensi [ε(E)] dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \% \varepsilon (E) &= \frac{\text{cps}}{\text{dps} \cdot Y(E)} \cdot 100\% \dots\dots\dots 2.2 \\ &= \frac{128,3367}{51.691,12 \times 0,2820} \times 100\% = 0,8804 \% \end{aligned}$$

- Dari Tabel E.2.1 nilai tenaga (E) dan efisiensi [ε(E)] diplotkan kedalam grafik yang menghasilkan grafik liku kalibrasi efisiensi seperti yang terlihat pada Gambar E.2.1 berikut ini.



Gambar 2.1 Grafik liku kalibrasi efisiensi spektrometer gamma

- Dari Gambar E.2.1, untuk tenaga (E) > 300 keV mendekati garis lurus yang berarti data kalibrasi dapat diolah dengan menggunakan teknik regresi linier sehingga didapatkan suatu persamaan y = ax + b. Untuk tenaga (E) < 300 keV tidak dapat diolah dengan teknik regresi linier.

- Untuk mencari persamaan regresi linier pada tenaga (E) > 300 keV perlu dicari nilai X_i dan Y_i .

- Nilai X_i diperoleh dari tenaga (E) > 300 keV yang di \ln kan menjadi :

$$X_i = \ln(E) \dots\dots\dots 2.3$$

$$= \ln(344,28) = 5,8415$$

Demikian juga untuk tenaga (E) > 300 keV selanjutnya.

- Nilai Y_i diperoleh dari efisiensi [$\epsilon(E)$] dari tenaga (E) > 300 keV yang di \ln kan menjadi :

$$Y_i = \ln[\epsilon(E)] \dots\dots\dots 2.4$$

$$= \ln(0,4310) = -0,8416$$

Demikian juga untuk efisiensi [$\epsilon(E)$] dari tenaga (E) > 300 keV selanjutnya.

- Menghitung persamaan regresi linier dengan mencari nilai a ; b dan r .
- Nilai a dicari dengan persamaan sebagai berikut :

$$a = \frac{\sum x_i y_i - \frac{\sum x_i \sum y_i}{n}}{\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}} \dots\dots\dots 2.5$$

$$= \frac{-61,9806 - \left(\frac{39,7068 \times -9,1679}{6} \right)}{264,2928 - \left(\frac{(39,7068)^2}{6} \right)}$$

$$= -0,860710 \rightarrow -0,8607(\text{pembulatan})$$

- Nilai b dicari dengan persamaan sebagai berikut :

$$b = \frac{\sum y_i}{n} - a \cdot \frac{\sum x_i}{n} \dots\dots\dots 2.6$$

$$= \left(\frac{-9,1679}{6} \right) - \left\{ -0,86071 \times \left(\frac{39,7068}{6} \right) \right\}$$

$$= 4,168027 \rightarrow 4,168(\text{pembulatan})$$

- Nilai r dicari dengan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 r &= \frac{n \cdot \sum x_i \cdot y_i - \sum x_i \cdot \sum y_i}{\sqrt{\{n \cdot \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2\} \{n \cdot \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2\}}} \dots\dots\dots 2.7 \\
 &= \frac{[6 \times (-61.9806)] - [(39,7068) \times (-9.1679)]}{\sqrt{\{6 \times 264,2928 - (39,7068)^2\} \{6 \times 84,05039 - (-9,1679)^2\}}} \\
 &= \frac{-7,857719506}{7,876041573} \\
 &= -0,9976736 \rightarrow \text{nilai mutlak menjadi } 0,9976 \text{ (pembulatan)}
 \end{aligned}$$

- Nilai r (koefisien korelasi) = 0,9976 ; sudah mendekati 1 yang berarti cukup baik.

- Nilai a dan b disubstitusikan ke persamaan regresi linier sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 y &= ax + b = (-0,8607)x + 4,168 \\
 y &= -0,8607x + 4,168 \dots\dots\dots 2.8
 \end{aligned}$$

- Dari persamaan regresi linier $y = -0,8607x + 4,168$ disubstitusikan nilai $x = X_i$ sebagai \ln tenaga (E) dan $y = Y_i$ sebagai $\ln [\varepsilon(E)]$; menjadi persamaan berikut ini :

$$\begin{aligned}
 y &= -0,8607x + 4,168 \\
 Y_i &= -0,8607X_i + 4,168 \dots\dots\dots 2.9
 \end{aligned}$$

$$\text{Dimana, } X_i = \ln(E) \dots\dots\dots 2.10$$

$$Y_i = \ln[\varepsilon(E)] \dots\dots\dots 2.11$$

maka,

$$\text{efisiensi}(\%) [\varepsilon(E)] = \text{anti} \ln Y_i = e^{Y_i} \dots\dots\dots 2.12$$

- Dari persamaan 2.9 disubstitusikan nilai Xi dan Yi hasil pencacahan yang akhirnya diperoleh efisiensi sebagai berikut :

Jika $X_i = 344,28$

$$Y_i = -0,8607X_i + 4,168$$

$$= -0,8607[\ln(344,28)] + 4,168$$

$$Y_i = -0,8598 \rightarrow \text{dimana } Y_i = \ln[\epsilon(E)]$$

maka,

$$\text{efisiensi } (\%) / [\epsilon(E)] = e^{Y_i} = e^{-0,8598} = 0,4233$$

Jika $X_i = 433,98$

$$Y_i = -0,8607X_i + 4,168$$

$$= -0,8607[\ln(433,98)] + 4,168$$

$$Y_i = -1,8591 \rightarrow \text{dimana } Y_i = \ln[\epsilon(E)]$$

maka,

$$\text{efisiensi } (\%) / [\epsilon(E)] = e^{Y_i} = e^{-1,8591} = 0,3468$$

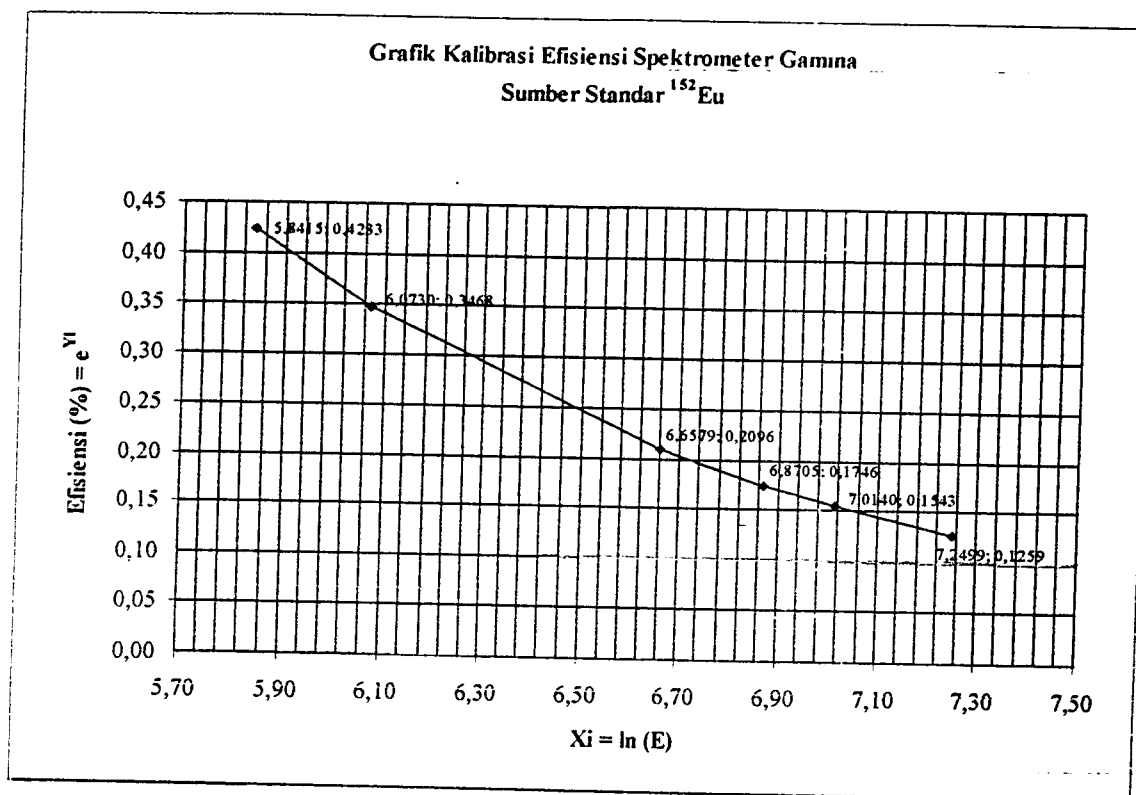
Demikian untuk perhitungan efisiensi dari tenaga (E) > 300 keV seterusnya yang dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut ini.

Tabel 2.2 Hasil kalibrasi efisiensi

Tenaga	$\epsilon(E) = e^{Y_i}$	$Y_i = a.X_i + b$	a	$X_i = \ln(E)$	b
344,28	0,4233	-0,8598	-0,8607	5,8415	4,1680
433,98	0,3468	-1,0591	-0,8607	6,0730	4,1680
778,90	0,2096	-1,5625	-0,8607	6,6579	4,1680
963,43	0,1746	-1,7455	-0,8607	6,8705	4,1680
1.112,08	0,1543	-1,8690	-0,8607	7,0140	4,1680
1.408,03	0,1259	-2,0721	-0,8607	7,2499	4,1680

Sumber : Data primer, 2004.

Nilai X_i dan efisiensi dari Tabel E.2.2 diplotkan ke dalam grafik, hubungan antara X_i dan efisiensi akan menghasilkan sebuah garis linier seperti yang terlihat pada grafik halaman berikut ini.



Gambar E.2.2 Grafik kalibrasi efisiensi spektrometer gamma dengan $y = -0,8607x + 4,168$ dan $r = 0,9976$

LAMPIRAN 3

-3.1 Contoh Perhitungan SRM 2704

-3.2 Data Hasil Cacah Hg, Cr, Cu dan Fe

Dalam SRM 2704

PERHITUNGAN SRM 2704

L CONTOH UNTUK PERHITUNGAN Hg

Netto SRM1 = 39

Netto SRM 2 = 35

Netto SRM 3 = 37

Waktu tunda 1 = 79,39 jam

Waktu tunda 2 = 79,46 jam

Waktu tunda 3 = 79,55 jam

Waktu cacah = 600 detik

Kadar standar Hg = 0,5 ppm

Kadar Sertifikat untuk Hg = $1,47 \pm 0,07 \mu\text{g/g}$

$$\text{Cps}_o \text{ SRM 1} = \left(\frac{39}{600} \right) \times e^{0,693 \times (79,39 - 65)} = 0,15153$$

$$\text{Cps}_o \text{ SRM 2} = \left(\frac{35}{600} \right) \times e^{0,693 \times (79,46 - 65)} = 0,13609$$

$$\text{Cps}_o \text{ SRM 3} = \left(\frac{37}{600} \right) \times e^{0,693 \times (79,55 - 65)} = 0,14401$$

Cps_o standar Hg 1 = 0,3499485

Cps_o standar Hg 2 = 0,4332401

Cps_o standar Hg 3 = 0,5694412

$$K_{SRM} = \frac{Cps_{std}}{Cps_{SRM}} \times K_{std}$$

- Kstandar Hg = 0,5 ppm

$$K_{SRM 1} = \frac{0,3499485}{0,15153} \times 0,5 = 1,1547 \mu\text{g/g}$$

$$K_{SRM 2} = \frac{0,4332401}{0,13609} \times 0,5 = 1,5917 \mu\text{g/g}$$

$$K_{SRM 3} = \frac{0,5694412}{0,14401} \times 0,5 = 1,9771 \mu\text{g/g}$$

Sehingga akurasi nya :

Akurasi = 100 % - bias

$$\text{Bias} = \left(\frac{KR_{(sertif)} - KR_{(ukur)}}{KR_{(sertif)}} \right) \times 100\%$$

$$\text{Bias 1} = \left(\frac{1,47 - 1,1547}{1,47} \right) \times 100\% = 21,45\%$$

$$\text{Akurasi 1} = 100\% - 21,45\% = 78,55\%$$

$$\text{Bias 2} = \left(\frac{1,47 - 1,5917}{1,47} \right) \times 100\% = 8,28\%$$

$$\text{Akurasi 2} = 100\% - 8,28\% = 91,72\%$$

$$\text{Bias } 3 = \left(\frac{1,47 - 1,9771}{1,47} \right) \times 100\% = 34,49\%$$

$$\text{Akurasi } 3 = 100\% - 34,49\% = 65,51\%$$

$$\text{Akurasi Rerata (\%)} = 78,593 \pm 10,7$$

$$\text{Presisi} = 100\% - \text{cv}$$

$$\text{cv} = (\text{DS/KR}) \times 100\%$$

$$\text{cv} = (10,7/78,593) \times 100\% = 13,62\%$$

$$\text{Presisi} = 100\% - 13,62\% = 86,38\%$$

Catatan kadar standar untuk masing – masing unsur :

- Cu = 20 ppm
- Cr = 20 ppm
- Fe = 0.4462 ppm

**DATA HASIL CACAH UNSUR Hg, Cr, Cu, DAN Fe DALAM
SRM 2704
Buffalo River Sediment**

Jenis SRM	Unsur	Netto	t tunda	Cps SRM	CpsT standar	Kadar (µg/g)
SRM 2704	Hg	39	79.39	0.15153	0.3499485	1.1547
		35	79.46	0.13609	0.4332401	1.5917
		37	79.55	0.14401	0.5694412	1.9771
	Cr	237	216.408	0.494556826	1.9597115	79.2512
		135	216.665	0.281784793	1.2598146	89.4168
		129	216.852	0.269313329	1.6898985	125.4968
	Fe	889	1291.08	3.386421225	16.977501	2.2370
		880	1291.18	3.352352621	49.546041	6.5946
		885	1291.24	3.371529592	32.77825	4.3380
	Cu	50	80.33	6.45083614	28.520702	88.4248
		53	80.53	6.912330112	30.987254	89.6579
		51	80.72	6.720262576	34.077192	101.4163

No	Jenis Sampel	Unsur	Hasil Penelitian	Sertifikat (µg/ml)	Akurasi (%)	Akurasi rerata (%)	Presisi (%)
1	SRM - 2704	Hg	1.1547		78.55		
			1.5917	1.47 ± 0.07	91.72	78.593 ± 10.7	86.38
			1.9771		65.51		
2		Cr	79.2512		58.71		
			89.4168	135 ± 5	66.23	72.63 ± 14.6	79.89
			125.4968		92.96		
3		Fe	2.2370		54.42		
			6.5946	4.11 ± 0.10	39.54	62.81 ± 23.1	63.22
			4.3380		94.45		
4		Cu	88.4248		89.68		
			89.6579	98.6 ± 5.0	90.93	92.58 ± 3.2	96.54
			101.4163		97.14		

LAMPIRAN 4

- 4.1 Contoh Perhitungan Konsentrasi logam Dalam

Air, Sedimen, Biota

-4.2 Tabel Data Hasil Perhitungan Logam

Dalam air, sediment, biota

PERHITUNGAN KONSENTRASI LOGAM BERAT DALAM SAMPEL AIR, SEDIMEN, DAN BIOTA SERTA KESEKSAMAANNYA

I. PERHITUNGAN KADAR Cr DALAM AIR

Contoh perhitungan unsur Cr pada lokasi 10 :

Netto standar Cr	= 480
Waktu cacah	= 1000 detik
Netto blangko Cr I	= 23
Netto blangko Cr II	= 32
Waktu cacah	= 1000 detik
Netto sampel 1	= 51
Netto sampel 2	= 54
Netto sampel 3	= 56
Waktu cacah	= 1000 detik

Standar

$$\text{Laju cacah Cr dlm standar} = \frac{480}{1000} = 0,48 \text{ Cps}$$

Blangko

$$\text{Laju cacah Cr dlm blangko I} = \frac{23}{1000} = 0,023 \text{ Cps}$$

$$\text{Laju cacah Cr dlm blangko II} = \frac{32}{1000} = 0,032 \text{ Cps}$$

Sampel

$$\text{Laju cacah Cr dlm sampel I} = \frac{51}{1000} = 0,051 \text{ Cps}$$

$$\text{Laju cacah Cr dlm sampel II} = \frac{54}{1000} = 0,054 \text{ Cps}$$

$$\text{Laju cacah Cr dlm sampel III} = \frac{56}{1000} = 0,056 \text{ Cps}$$

$$\text{Waktu tunda standar Cr} = 449,4 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu tunda blangko Cr I} = 281,8 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu tunda blangko Cr II} = 284,2 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu tunda sampel Cr I} = 450,1 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu tunda sampel Cr II} = 450,4 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu tunda sampel Cr III} = 450,7 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu paruh } (T^{1/2}) \text{ unsur Cr} = 667,2 \text{ jam}$$

$$\text{Cps}_0 = \text{Cps}_T \cdot e^{0.693 \cdot t/T^{1/2}}$$

Standar

$$\begin{aligned} \text{Cps}_0 \text{ standar Cr} &= 0,48 \text{ Cps}_T \cdot e^{0.693 \cdot 449,4 / 667,2} \\ &= 0,766 \end{aligned}$$

Blangko

$$\begin{aligned} \text{Cps}_0 \text{ blangko Cr I} &= 0,023 \text{ Cps}_T \cdot e^{0.693 \cdot 281,1 / 667,2} \\ &= 0,031 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cps}_0 \text{ blangko Cr II} &= 0,032 \text{ Cps}_T \cdot e^{0.693 \cdot 284,2 / 667,2} \\ &= 0,043 \end{aligned}$$

$$\text{Cps}_0 \text{ blangko Cr rata - rata} = 0,037$$

Sampel

$$\begin{aligned} \text{Cps}_0 \text{ sampel Cr 1} &= 0,051 \text{ Cps}_T \cdot e^{0.693 \cdot 450,1 / 667,2} \\ &= 0,081 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cps}_0 \text{ sampel Cr 2} &= 0,054 \text{ Cps}_T \cdot e^{0.693 \cdot 450,4 / 667,2} \\ &= 0,086 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cps}_0 \text{ sampel Cr 3} &= 0,056 \text{ Cps}_T \cdot e^{0.693 \cdot 450,7 / 667,2} \\ &= 0,089 \end{aligned}$$

Kadar unsur Cr dalam air :

$$K_{\text{sampel}} = \frac{(Cps_o \text{ sampel} - Cps_o \text{ blanko})}{(Cps_o \text{ std} - Cps \text{ blanko})} \times K \text{ standar}$$

- Volume sampel 1 = 0,5 ml

- Volume sampel 2 = 0,5 ml

- Volume sampel 3 = 0,5 ml

- Volume standar Hg = 0,5 ml

Sampel Cr 1 :

$$= \frac{(0,081 - 0,037)}{(0,766 - 0,037)} \times \frac{(20 \mu\text{g} / \text{ml} \times 0,5 \text{ml})}{0,5 \text{ml}} = 1,2180072 \mu\text{g/ml}$$

Sampel Cr 2 :

$$= \frac{(0,086 - 0,037)}{(0,766 - 0,037)} \times \frac{(20 \mu\text{g} / \text{ml} \times 0,5 \text{ml})}{0,5 \text{ml}} = 1,3501028 \mu\text{g/ml}$$

Sampel Cr 3 :

$$= \frac{(0,089 - 0,037)}{(0,766 - 0,037)} \times \frac{(20 \mu\text{g} / \text{ml} \times 0,5 \text{ml})}{0,5 \text{ml}} = 1,4384668 \mu\text{g/ml}$$

Air laut mengalami 5 x pemekatan sedangkan air sungai mengalami 40 x pemekatan. Karena lokasi 10 adalah air sungai maka mengalami pemekatan 40x , sehingga :

Sampel Cr 1

$$= \frac{1,2180072}{40} = 0,03045018 \mu\text{g/ml}$$

Sampel Cr 2

$$= \frac{1,3501028}{40} = 0,03375257 \mu\text{g/ml}$$

Sampel Cr 3

$$= \frac{1,4384668}{40} = 0,03596167 \mu\text{g/ml}$$

Rata - rata konsentrasi sampel = $0,033389 \pm 0,00226646 \mu\text{g/ml}$

$$\begin{aligned} \text{Nilai Keseksamaan Pengukuran} &= [100 - (\frac{\sigma}{\bar{x}} \times 100\%)]\% \\ &= [100 - (0,00226646 / 0,033389 \times 100 \%)]\% \\ &= 93,21 \% \end{aligned}$$

Dan begitu juga dengan perhitungan Cps sampel, Cps standard dan kadar untuk unsur yang lain.

II. PERHITUNGAN KADAR Hg DALAM SEDIMEN

Contoh perhitungan unsur Hg pada lokasi 10 :

Netto standar Hg	= 6.769
Waktu cacah	= 500 detik
Netto blangko Hg I	= 1925
Netto blangko Hg II	= 1954
Waktu cacah	= 500 detik
Netto sampel 1	= 3778
Netto sampel 2	= 3851
Netto sampel 3	= 3756
Waktu cacah	= 500 detik

Standar

$$\text{Laju cacah Hg dlm standar} = \frac{6769}{500} = 13,54 \text{ Cps}$$

Blangko

$$\text{Laju cacah Hg dlm blangko I} = \frac{1925}{500} = 3,85 \text{ Cps}$$

$$\text{Laju cacah Hg dlm blangko II} = \frac{1954}{500} = 3,91 \text{ Cps}$$

Sampel

$$\text{Laju cacah Hg dlm sampel I} = \frac{3778}{500} = 7,56 \text{ Cps}$$

$$\text{Laju cacah Hg dlm sampel II} = \frac{3851}{500} = 7,70 \text{ Cps}$$

$$\text{Laju cacah Hg dlm sampel III} = \frac{3756}{500} = 7,51 \text{ Cps}$$

$$\text{Waktu tunda standar Hg} = 78,65 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu tunda blangko Hg I} = 67,1 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu tunda blangko Hg II} = 68,9 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu tunda sampel Hg I} = 79,25 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu tunda sampel Hg II} = 79,4 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu tunda sampel Hg III} = 79,5 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu paruh } (T^{1/2}) \text{ unsure Hg} = 65 \text{ jam}$$

$$Cps_0 = Cps_T \cdot e^{0,693 \cdot t/T^{1/2}}$$

Standar

$$\begin{aligned} Cps_0 \text{ standar Hg I} &= 13,54 Cps_T \cdot e^{0,693 \cdot 78,65/65} \\ &= 14,237 \end{aligned}$$

Blangko

$$\begin{aligned} Cps_0 \text{ blangko Hg I} &= 3,85 Cps_T \cdot e^{0,693 \cdot 67,1/65} \\ &= 4,019 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Cps_0 \text{ blangko Hg II} &= 3,91 Cps_T \cdot e^{0,693 \cdot 68,9/65} \\ &= 4,084 \end{aligned}$$

$$Cps_0 \text{ blangko Hg rata - rata} = 4,0515$$

Sampel

$$\begin{aligned} Cps_0 \text{ sampel Hg I} &= 7,56 Cps_T \cdot e^{0,693 \cdot 79,25/65} \\ &= 7,949 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cps}_0 \text{ sampel Hg 2} &= 7,70 \text{ Cps}_T \cdot e^{0.693 \cdot 79,4 / 65} \\ &= 8,104 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cps}_0 \text{ sampel Hg 3} &= 7,51 \text{ Cps}_T \cdot e^{0.693 \cdot 79,5 / 65} \\ &= 7,904 \end{aligned}$$

Kadar unsur Hg dalam sedimen :

$$K_{\text{ sampel}} = \frac{(\text{Cps}_0 \text{ sampel} - \text{Cps}_0 \text{ blanko})}{(\text{Cps}_0 \text{ std} - \text{Cps blanko})} \times K \text{ standar}$$

- . Berat sampel 1 = 0,102 g
- . Berat sampel 2 = 0,101 g
- . Berat sampel 3 = 0,101 g
- . Volume standar Hg = 0,5 ml

Sampel Hg 1 :

$$= \frac{(7,949 - 4,0515)}{(14,237 - 4,0515)} \times \frac{(5 \mu\text{g} / \text{ml} \times 0.5 \text{ml})}{0.102 \text{g}} = 9,3794 \mu\text{g/g}$$

Sampel Hg 2 :

$$= \frac{(8,104 - 4,0515)}{(14,237 - 4,0515)} \times \frac{(5 \mu\text{g} / \text{ml} \times 0.5 \text{ml})}{0.101 \text{g}} = 9,8474 \mu\text{g/g}$$

Sampel Hg 3 :

$$= \frac{(7,904 - 4,0515)}{(14,237 - 4,0515)} \times \frac{(5 \mu\text{g} / \text{ml} \times 0.5 \text{ml})}{0.101 \text{g}} = 9,3628 \mu\text{g/g}$$

Rata – rata kadar sampel = 9,5298 ± 0,2246

$$\begin{aligned} \text{Nilai Keseksamaan Pengukuran} &= [100 - (\frac{\partial}{x} \times 100\%)] \% \\ &= [100 - (0,2246 / 9,5298 \times 100 \%)] \% \\ &= 97,64 \% \end{aligned}$$

Dan begitu juga dengan perhitungan Cps sampel, Cps standard dan kadar untuk unsur yang lain.

III. PERHITUNGAN KADAR Hg DALAM BIOTA

Contoh perhitungan unsur Hg pada lokasi 10 :

Netto standar Hg	= 978
Waktu cacah	= 600 detik
Netto blangko Hg I	= 55
Netto blangko Hg II	= 80
Waktu cacah	= 600 detik
Netto sampel 1	= 71
Netto sampel 2	= 68
Netto sampel 3	= 65
Waktu cacah	= 600 detik

Standar

$$\text{Laju cacah Hg dlm standar} = \frac{978}{600} = 1,63 \text{ Cps}$$

Blangko

$$\text{Laju cacah Hg dlm blangko I} = \frac{55}{600} = 0,09 \text{ Cps}$$

$$\text{Laju cacah Hg dlm blangko II} = \frac{80}{600} = 0,13 \text{ Cps}$$

Sampel

$$\text{Laju cacah Hg dlm sampel I} = \frac{71}{600} = 0,12 \text{ Cps}$$

$$\text{Laju cacah Hg dlm sampel II} = \frac{68}{600} = 0,11 \text{ Cps}$$

$$\text{Laju cacah Hg dlm sampel III} = \frac{65}{600} = 0,11 \text{ Cps}$$

$$\text{Waktu tunda standar Hg} = 161,68 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu tunda blangko Hg I} = 91,35 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu tunda blangko Hg II} = 92,71 \text{ jam}$$

Waktu tunda sampel Hg I = 162,25 jam

Waktu tunda sampel Hg II = 162,45 jam

Waktu tunda sampel Hg III = 162,81 jam

Waktu paruh ($T^{1/2}$) unsur Hg = 65 jam

$$Cps_0 = Cps_T \cdot e^{0.693 \cdot t/T^{1/2}}$$

Standar

$$\begin{aligned} Cps_0 \text{ standar Hg I} &= 1,63 Cps_T \cdot e^{0.693 \cdot 161,68 / 65} \\ &= 9,137 \end{aligned}$$

Blangko

$$\begin{aligned} Cps_0 \text{ blangko Hg I} &= 0,09 Cps_T \cdot e^{0.693 \cdot 91,35 / 65} \\ &= 0,243 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Cps_0 \text{ blangko Hg II} &= 0,13 Cps_T \cdot e^{0.693 \cdot 92,71 / 65} \\ &= 0,358 \end{aligned}$$

$$Cps_0 \text{ blangko Hg rata - rata} = 0,3005$$

Sampel

$$\begin{aligned} Cps_0 \text{ sampel Hg 1} &= 0,12 Cps_T \cdot e^{0.693 \cdot 162,25 / 65} \\ &= 0,667 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Cps_0 \text{ sampel Hg 2} &= 0,11 Cps_T \cdot e^{0.693 \cdot 162,45 / 65} \\ &= 0,641 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Cps_0 \text{ sampel Hg 3} &= 0,11 Cps_T \cdot e^{0.693 \cdot 162,81 / 65} \\ &= 0,615 \end{aligned}$$

Kadar unsur Hg dalam biota :

$$K_{\text{sampel}} = \frac{(\text{Cps}_o \text{ sampel} - \text{Cps}_o \text{ blanko})}{(\text{Cps}_o \text{ std} - \text{Cps}_o \text{ blanko})} \times K_{\text{standar}}$$

- Berat sampel 1 = 0,104 g
- Berat sampel 2 = 0,104 g
- Berat sampel 3 = 0,104 g
- Volume standar Hg = 0,5 ml

Sampel Hg 1 :

$$= \frac{(0,667 - 0,3005)}{(9,137 - 0,3005)} \times \frac{(5 \mu\text{g} / \text{ml} \times 0,5 \text{ml})}{0,104 \text{g}} = 0,9980 \mu\text{g/g}$$

Sampel Hg 2 :

$$= \frac{(0,641 - 0,3005)}{(9,137 - 0,3005)} \times \frac{(5 \mu\text{g} / \text{ml} \times 0,5 \text{ml})}{0,104 \text{g}} = 0,9250 \mu\text{g/g}$$

Sampel Hg 3 :

$$= \frac{(0,615 - 0,3005)}{(9,137 - 0,3005)} \times \frac{(5 \mu\text{g} / \text{ml} \times 0,5 \text{ml})}{0,104 \text{g}} = 0,8545 \mu\text{g/g}$$

Rata – rata kadar sampel = $0,9258 \pm 0,0585 \mu\text{g/g}$

$$\begin{aligned} \text{Nilai Keseksamaan Pengukuran} &= [100 - (\frac{\sigma}{\bar{x}} \times 100\%)] \% \\ &= [100 - (0,0585 / 0,9258 \times 100 \%)] \% \\ &= 93,68 \% \end{aligned}$$

Dan begitu juga dengan perhitungan Cps sampel, Cps standard dan kadar untuk unsur yang lain.

DATA HASIL CACAH UNSUR Hg
DALAM SAMPEL AIR SUNGAI PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON $1.05 \times 10^{11} n.cm^{-2}.dt$
DAN t CACAH 1000 DETIK

Diradiasi : 17-9-2004

T shut Down : 15.30 WIB

T^{1/2} : ¹⁹⁷Hg = 65 jam

Volume sampel : 0,5 ml

Kadar dalam standar : Hg = 5 ppm

KODE SAMPEL	NETTO	WAKTU CACAH (DETIK)	WAKTU TUNDA (JAM)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL $\mu g/ml$	RATA-RATA $\mu g/ml$	KESEKSAMAAN (%)
standar Hg I	24.093	300	136,8	80,31	345,293	344,746			
standar Hg II	23.958	300	137,03	79,86	344,201				
blangko I	28	1000	139,4	0,028	0,124	0,13			
blangko II	30	1000	141,7	0,03	0,136				
AS-1-1	37	1000	137,3	0,037	0,160		0,00001086		
AS-1-2	44	1000	137,6	0,044	0,191		0,00002205	0,000016455 \pm 0,0000055	65,99
AS-1-3	18	1000	127,9	0,018	0,070		-0,00002162		
AS-2-1	16	1000	138,3	0,016	0,070		-0,00002180		
AS-2-2	56	1000	138,8	0,056	0,246		0,00004206	0,000049385 \pm 0,0000073	85,16
AS-2-3	65	1000	139,08	0,065	0,286		0,00005671		
AS-3-1	126	1000	140,5	0,126	0,564		0,00015725		
AS-3-2	120	1000	141,3	0,12	0,541		0,00014919	0,0001524 \pm 0,0000034	97,71
AS-3-3	120	1000	142,05	0,12	0,546		0,00015076		

Nur Aini Hakim : JTL " UII " Yogyakarta

Judul Penelitian : " Distribusi Logam Berat (Hg, Cr, Fe, Cu) Pada Cuplikan Air, Sedimen, Biota Di Perairan Surabaya "
Pembimbing : Dr.Ir.Agus Taftazani dan Luqman Hakim, ST, Msi.

DATA HASIL CACAH UNSUR Hg
DALAM SAMPEL AIR SUNGAI PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON $1.05 \times 10^{11} n.cm^{-2}.dt$
DAN t CACAH 1000 DETIK

Diradiasi : 17-9-2004

T_{shut Down} : 15.³⁰ WIB

T_{1/2} : ¹⁹⁷Hg = 65 jam

Volume sampel : 0,5 ml

Kadar dalam standar: Hg = 5 ppm

KODE SAMPEL	NETTO	WAKTU CACAH (detik)	WAKTU TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _{STD}	CPS _o	KADAR SAMPEL µg/ml	RATA-RATA µg/ml	KESEKSAMAAN (%)
standar Hg I	24.093	300	136,8	80,31	345,293	344,746			
standar Hg II	23.958	300	137,03	79,86	344,201				
blangko I	28	1000	139,4	0,028	0,124	0,13			
blangko II	30	1000	141,7	0,03	0,136				
AS-4-1	28	1000	142,4	0,028	0,128		-0,00003203	-	
AS-4-2	27	1000	142,7	0,027	0,124		-0,00009252	-	-
AS-4-3	28	1000	143,01	0,028	0,129		-0,00001993	-	
AS-5-1	54	1000	143,3	0,054	0,249		0,00004310		
AS-5-2	76	1000	143,6	0,076	0,351		0,00008028	0,00007475 ± 0,0000239	62,9
AS-5-3	88	1000	143,9	0,088	0,408		0,00010088		
AS-7-1	57	1000	160,4	0,057	0,315		0,00006717		
AS-7-2	42	1000	160,7	0,042	0,233		0,00003736	0,000052796 ± 0,00001219	76,9
AS-7-3	50	1000	161,08	0,05	0,278		0,00005386		

Nur Aini Hakim : JTL " UIH " Yogyakarta

Judul Penelitian : " Distribusi Logam Berat (Hg, Cr, Fe, Cu) Pada Cuplikan Air, Sedimen, Biota Di Perairan Surabaya " Pembimbing : Dr.Ir.Agus Taftazani dan Luqman Hakim, ST, Msi.

**DATA HASIL CACAH UNSUR Hg
DALAM SAMPEL AIR SUNGAI PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON 1.05×10^{11} n.cm⁻².dt
DAN t CACAH 1000 DETIK**

Diradiasi : 17-9-2004

T shut Down : 15.³⁰ WIB

T^{1/2} : ¹⁹⁷Hg = 65 jam

Volume sampel : 0,5 ml

Kadar dalam standar : Hg = 5 ppm

KODE SAMPEL	NETTO	WAKTU CACAH (detik)	WAKTU TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL µg/ml	RATA-RATA µg/ml	KESEKSAMAAN (%)
standar Hg I	24,093	300	136,8	80,31	345,293	344,746			
standar Hg II	23,958	300	137,03	79,86	344,201				
blangko I	28	1000	139,4	0,028	0,124	0,13			
blangko II	30	1000	141,7	0,03	0,136				
AS-10-1	55	1000	161,4	0,055	0,307		0,00006434		
AS-10-2	55	1000	161,7	0,055	0,308		0,00006470	0,00006133 ± 0,0000045	92,65
AS-10-3	50	1000	162,1	0,05	0,282		0,00005497		
AS-11-1	176	1000	126,4	0,176	0,677		0,000198515		
AS-11-2	154	1000	162,75	0,154	0,873		0,000269561	0,0001664 ± 0,0000999	39,96
AS-11-3	38	1000	163,03	0,038	0,216		0,000031211		

Nur Aini Hakim : JTL " UII " Yogyakarta

Judul Penelitian : " Distribusi Logam Berat (Hg, Cr, Fe, Cu) Pada Cuplikan Air, Sedimen, Biota Di Perairan Surabaya " Pembimbing : Dr.Ir.Agus Taftazani dan Luqman Hakim, ST, Msi.

**DATA HASIL CACAH UNSUR Hg
DALAM SAMPEL AIR LAUT PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON 1.05 x 10¹¹ n.cm⁻².dt
DAN t CACAH 1000 DETIK**

Diradiasi : 17-9-2004

T_{shut Down} : 15.³⁰ WIB

T_{1/2} : ¹⁹⁷Hg = 65 jam

Volume sampel : 0,5 ml

Kadar dalam standar : Hg = 5 ppm

KODE SAMPEL	NETTO	T CACAH (DETIK)	T TUNDA (JAM)	CPS _T	CPS _o	KADAR STD	KADAR SAMPEL µg/ml	RATA-RATA µg/ml	KESEKSAMAAN (%)
standar Hg I	24.093	300	136,8	80,31	345,293	344,746			
standar Hg II	23.958	300	137,03	79,86	344,201				
blangko I	28	1000	139,4	0,028	0,025	0,026			
blangko II	30	1000	141,7	0,03	0,027				
AL-6-1	259	1000	163,4	0,259	0,296		0,003913652		
AL-6-2	231	1000	163,9	0,231	0,265		0,003470228	0,00317100 ± 0,000758	76,17
AL-6-3	150	1000	164,2	0,15	0,173		0,002129123		
AL-8-1	88	1000	164,5	0,088	0,102		0,001097873		
AL-8-2	61	1000	164,8	0,061	0,071		0,000648560	0,00097375 ± 0,000232	76,17
AL-8-3	92	1000	165,1	0,092	0,107		0,00117482		
AL-9-1	237	1000	165,4	0,237	0,276		0,003633798		
AL-9-2	57	1000	165,7	0,057	0,067		0,000590537	0,00170255 ± 0,0013708	19,48
AL-9-3	74	1000	166,01	0,074	0,087		0,000883329		
AL-12-1	154	1000	166,3	0,154	0,181		0,00225422		
AL-12-2	144	1000	166,6	0,144	0,170		0,002091229	0,0022628 ± 0,0001437	93,64
AL-12-3	164	1000	166,9	0,164	0,194		0,002443078		

Nur Aini Hakim : JTL " UII " Yogyakarta

Judul Penelitian : " Distribusi Logam Berat (Hg, Cr, Fe, Cu) Pada Cuplikan Air, Sedimen, Biota Di Perairan Surabaya " Pembimbing : Dr.Ir.Agus Taftazani dan Luqman Hakim, ST, Msi.

DATA HASIL CACAH UNSUR Cu
DALAM SAMPEL AIR LAUT PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON 1.05×10^{11} n.cm⁻².dt
DAN t CACAH 1000 DETIK

Diradiasi : 7-10-2004

T shut Down : 14.⁵⁶ WIB

T^{1/2} : ⁶⁴Cu = 12.8 jam

Volume sampel : 0,5 ml

Kadar dalam standar: Cu = 20 ppm

KODE SAMPEL	NETTO	T CACAH (detik)	T TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	KADAR STD	KADAR SAMPEL µg/ml	RATA-RATA µg/ml	KESEKSAMAAN (%)
standar Cu	14.246	600	19,15	23,74	66,960	66,96			
blanko Cu I	29	600	19,56	0,05	0,139	0,1465			
blanko Cu II	30	600	20,81	0,05	0,154				
AS-1-1	3.520	600	19,76	5,87	17,100		0,12687526		
AS-1-2	3.803	600	20,016	6,34	18,733		0,13909351	0,12750 ± 0,0092157	92,77
AS-1-3	3.158	600	20,21	5,26	15,720		0,11654606		

Nur Aini Hakim : JTL " UII " Yogyakarta

Judul Penelitian : " Distribusi Logam Berat (Hg, Cr, Fe, Cu) Pada Cuplikan Air, Sedimen, Biota Di Perairan Surabaya "
Pembimbing : Dr. Ir. Agus Taftazani dan Luqman Hakim, ST, Msi.

DATA HASIL CACAH UNSUR Cu
DALAM SAMPEL AIR LAUT PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON 1.05 x 10¹¹n.cm⁻².dt
DAN t CACAH 1000 DETIK

Diradiasi : 7-10-2004

T shut Down : 14.⁵⁶ WIB

T^{1/2} : ⁶⁴Cu = 12,8 jam

Volume sampel : 0,5ml

Kadar dalam standar : Cu = 20 ppm

KODE SAMPEL	NETTO	T ^T CACAH (detik)	T ^T TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	KADAR STD	KADAR SAMPEL µg/ml	RATA-RATA µg/ml	KESEKSAMAAN (%)
standar Cu	13000	600	20,4	21,67	65,382	65,382			
blanko Cu I	29	600	19,56	0,05	0,139	0,1465			
blanko Cu II	30	600	20,81	0,05	0,154				
AS-2-1	2.053	600	21	3,42	10,666		0,08062873		
AS-2-2	1.563	600	21,2	2,61	8,209		0,06179426	0,067098 ± 0,0096412	85,63
AS-2-3	1.435	600	21,9	2,39	7,828		0,05887294		
standar Cu	12.543	600	22,1	20,91	69,165	69,165			
blanko Cu I	29	600	19,56	0,05	0,139	0,1465			
blanko Cu II	30	600	20,81	0,05	0,154				
AS-3-1	637	600	22,46	1,06	3,582		0,02488610		
AS-3-2	596	600	22,65	0,99	3,386		0,02346704	0,030921 ± 0,009556	69,09
AS-3-3	1.093	600	22,85	1,82	6,277		0,04441078		

Nur Aini Hakim : JTL " UII " Yogyakarta

Judul Penelitian : " Distribusi Logam Berat (Hg, Cr, Fe, Cu) Pada Cuplikan Air, Sedimen, Biota Di Perairan Surabaya "

Pembimbing : Dr.Ir.Agus Taftazani dan Luqman Hakim, ST, Msi.

**DATA HASIL CACAH UNSUR Cu
DALAM SAMPEL AIR LAUT PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON $1.05 \times 10^{11} \text{ n.cm}^{-2} \cdot \text{dt}$
DAN t CACAH 1000 DETIK**

Diradiasi : 7-10-2004

T shut Down : 14.⁵⁶ WIB

T ^{1/2} : ⁶⁴Cu = 12,8 jam

Volume sampel : 0,5 ml

Kadar dalam standar : Cu = 20 ppm

KODE SAMPEL	NETTO	T CACAH (detik)	T TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	KADAR STD	KADAR SAMPEL $\mu\text{g/ml}$	RATA-RATA $\mu\text{g/ml}$	KESEKSAMAAN (%)
standar Cu	11.473	600	22,03	19,12	63,026	63,026			
biangko Cu I	29	600	19,56	0,05	0,139	0,1465			
biangko Cu II	30	600	20,81	0,05	0,154				
AS-4-1	1.055	600	23,38	1,76	6,235		0,04841381		
AS-4-2	1.335	600	23,56	2,23	7,967		0,06218653	0,055609 ± 0,0065919	88,14
AS-4-3	1.061	600	23,73	1,77	6,390		0,04964961		
standar Cu	11.285	600	23,91	18,81	68,635	68,635			
biangko Cu I	29	600	19,56	0,05	0,139	0,1465			
biangko Cu II	30	600	20,81	0,05	0,154				
AS-5-1	947	600	24,26	1,58	5,870		0,04178295		
AS-5-2	1.180	600	24,45	1,97	7,390		0,05287848	0,0462005 ± 0,0048034	89,60
AS-5-3	976	600	24,61	1,63	6,165		0,04394008		

DATA HASIL CACAH UNSUR Cu
DALAM SAMPEL AIR LAUT PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON $1.05 \times 10^{11} \text{ n.cm}^{-2} \cdot \text{dt}$
DAN t CACAH 1000 DETIK

Diradiasi : 7-10-2004

T shut Down : 14.⁵⁶ WIB

T^{1/2} : ⁶⁴Cu = 12,8 jam

Volume sampel : 0,5ml

Kadar dalam standar : Cu = 20 ppm

KODE SAMPEL	NETTO	T CACAH (detik)	T TUNDA (Jam)	CPS T	CPS o	KADAR STD	KADAR SAMPEL $\mu\text{g/ml}$	RATA-RATA $\mu\text{g/ml}$	KESEKSAMAAN (%)
standar Cu	10.946	600	25,73	18,24	73,467	73,467			
biangko Cu I	29	600	19,56	0,05	0,139	0,1465			
biangko Cu II	30	600	20,81	0,05	0,154				
AS-7-1	792	600	26,1	1,32	5,423		0,03598439		
AS-7-2	652	600	26,28	1,09	4,508		0,02974507	0,0267668 \pm 0,00899198	66,40
AS-7-3	327	600	26,46	0,55	2,283		0,01457117		
standar Cu	8.822	600	28,55	14,70	68,978	68,978			
biangko Cu I	29	600	19,56	0,05	0,139	0,1465			
biangko Cu II	30	600	20,81	0,05	0,154				
AS-10-1	546	600	28,9	0,91	4,351		0,03054032		
AS-10-2	1.017	600	29,08	1,70	8,183		0,05838005	0,03750926 \pm 0,0150268	59,93
AS-10-3	418	600	29,26	0,70	3,396		0,02360741		

Nur Aini Hakim : JTL " UII " Yogyakarta

Judul Penelitian : " Distribusi Logam Berat (Hg, Cr, Fe, Cu) Pada Cuplikan Air, Sedimen, Biota Di Perairan Surabaya "
Pembimbing : Dr.Ir.Agus Taftazani dan Luqman Hakim, ST, Msi.

**DATA HASIL CACAH UNSUR Cr
DALAM SAMPEL AIR LAUT PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON $1.05 \times 10^{11} \text{ n.cm}^{-2} \cdot \text{dt}$
DAN t CACAH 1000 DETIK**

Diradiasi : 7-10-2004

T shut Down : 14.³⁶ WIB

T^{1/2} : ⁶⁴Cr = 667,2 jam

Volume sampel : 0,5ml

Kadar dalam standar : Cr = 20 ppm

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL $\mu\text{g/ml}$	RATA-RATA $\mu\text{g/ml}$	KESEKSAMAAN (%)
standar Cr	571	1000	282,5	0,57	0,766	0,766			
blangko Cr I	23	1000	281,8	0,02	0,031	0,037			
blangko Cr II	32	1000	284,2	0,03	0,043				
AS-1-1	37	1000	283,1	0,04	0,050		0,00867514		
AS-1-2	36	1000	283,5	0,04	0,048		0,00776857	0,02250326 ± 0,020200	10,23
AS-1-3	83	1000	283,8	0,08	0,111		0,05106607		
standar Cr	600	1000	284,7	0,60	0,806	0,806			
blangko Cr I	23	1000	281,8	0,02	0,031	0,037			
blangko Cr II	32	1000	284,2	0,03	0,043				
AS-2-1	29	1000	285,4	0,03	0,039		0,00130471		
AS-2-2	96	1000	285,9	0,10	0,129		0,05994312	0,041572 ± 0,028510	31,42
AS-2-3	100	1000	286,2	0,10	0,135		0,06347040		

Nur Aini Hakim : JTL " UII " Yogyakarta

Judul Penelitian : " Distribusi Logam Berat (Hg, Cr, Fe, Cu) Pada Cuplikan Air, Sedimen, Biota Di Perairan Surabaya " Pembimbing : Dr. Ir. Agus Taftazani dan Luqman Hakim, ST, Msi.

**DATA HASIL CACAH UNSUR Cr
DALAM SAMPEL AIR LAUT PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON 1.05×10^{11} n.cm⁻².dt
DAN t CACAH 1000 DETIK**

Diradiasi : 7-10-2004
T shut Down : 14.⁵⁶ WIB
T_{1/2} : ⁶⁴Cr = 667.2 jam

Volume sampel : 0.1 ml

Kadar dalam standar : Cr = 20 ppm

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o / STD	KADAR SAMPEL µg/ml	RATA-RATA µg/ml	KESEKSAMAAN (%)
standar Cr	499	1000	286,8	0,50	0,672	0,672			
blangko Cr I	23	1000	281,8	0,02	0,031	0,037			
blangko Cr II	32	1000	284,2	0,03	0,043				
AS-3-1	94	1000	287,4	0,09	0,127		0,07062854		
AS-3-2	68	1000	287,7	0,07	0,092		0,04305718	0,050486 ± 0,014405	71,46
AS-3-3	63	1000	288,05	0,06	0,085		0,03777333		
standar Cr	631	1000	288,6	0,63	0,852	0,852			
blangko Cr I	23	1000	281,8	0,02	0,031	0,037			
blangko Cr II	32	1000	284,2	0,03	0,043				
AS-4-1	78	1000	329,3	0,08	0,110		0,04466810		
AS-4-2	61	1000	329,6	0,06	0,086		0,03000186	0,032879 ± 0,0086920	73,56
AS-4-3	54	1000	329,9	0,05	0,076		0,02396872		

Nur Aini Hakim : JTL " UII " Yogyakarta

Judul Penelitian : " Distribusi Logam Berat (Hg, Cr, Fe, Cu) Pada Cuplikan Air, Sedimen, Biota Di Perairan Surabaya " Pembimbing : Dr.Ir.Agus Taftazani dan Luqman Hakim, ST, Msi.

**DATA HASIL CACAH UNSUR Cr
DALAM SAMPEL AIR LAUT PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON $1.05 \times 10^{11} \text{ n.cm}^{-2}.\text{dt}$
DAN (CACAH 1000 DETIK**

Diiradiasi : 7-10-2004
T shut Down : 14.⁵⁶ WIB
T^{1/2} : ⁶⁴Cr = 667.2 jam

Volume sampel : 0,5 ml

Kadar dalam standar : Cr = 20 ppm

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL $\mu\text{g/ml}$	RATA-RATA $\mu\text{g/ml}$	KESEKSAMAAN (%)
standar Cr	588	1000	330,5	0,59	0,829	0,829			
blangko Cr I	23	1000	281,8	0,02	0,031	0,037			
blangko Cr II	32	1000	284,2	0,03	0,043				
AS-5-1	37	1000	331,1	0,04	0,052		0,00958735		
AS-5-2	38	1000	331,4	0,04	0,054		0,01048833	0,00751856 ± 0,00358173	52,36
AS-5-3	29	1000	331,7	0,03	0,041		0,00248000		
standar Cr	557	1000	332,3	0,56	0,787	0,787			
blangko Cr I	23	1000	281,8	0,02	0,031	0,037			
blangko Cr II	32	1000	284,2	0,03	0,043				
AL-6-1	71	1000	332,8	0,07	0,100		0,33769803		
AL-6-2	82	1000	333,3	0,08	0,116		0,42091121	0,4108355 ± 0,056057	86,35
AL-6-3	69	1000	333,6	0,07	0,098		0,47389731		

**DATA HASIL CACAH UNSUR Cr
DALAM SAMPEL AIR LAUT PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON $1.05 \times 10^{11} \text{ n.cm}^{-2} \cdot \text{dt}$
DAN t CACAH 1000 DETIK**

Diiradiasi : 7-10-2004
T shut Down : 14.⁵⁶ WIB
T_{1/2} : ⁶⁴Cr = 667,2 jam

Volume sampel : 0,5 ml

Kadar dalam standar : Cr = 20 ppm

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o / STD	KADAR SAMPEL $\mu\text{g/ml}$	RATA-RATA $\mu\text{g/ml}$	KESEKSAMAAN (%)
standar Cr	550	1000	334,2	0,55	0,778	0,778			
blangko Cr I	23	1000	281,8	0,02	0,031	0,037			
blangko Cr II	32	1000	284,2	0,03	0,043				
AS-7-1	62	1000	334,7	0,06	0,088		0,03426115		
AS-7-2	81	1000	354,4	0,08	0,117		0,04036067	0,0324822 ± 0,0072685	77,62
AS-7-3	49	1000	354,7	0,05	0,071		0,02282504		
standar Cr	574	1000	355,75	0,57	0,831	0,831			
blangko Cr I	23	1000	281,8	0,02	0,031	0,037			
blangko Cr II	32	1000	284,2	0,03	0,043				
AL-8-1	73	1000	356,3	0,07	0,106		0,34605969		
AL-8-2	75	1000	356,6	0,08	0,109		0,36081806	0,3705524 ± 0,024940	93,26
AL-8-3	35	1000	356,9	0,04	0,051		0,40477952		

Nur Aini Hakim : JTL " UII " Yogyakarta

Judul Penelitian : " Distribusi Logam Berat (Hg, Cr, Fe, Cu) Pada Cuplikan Air, Sedimen, Biota Di Perairan Surabaya " Pembimbing : Dr.Ir.Agus Tafazani dan Luqman Hakim, ST, Msi.

DATA HASIL CACAH UNSUR Cf
DALAM SAMPEL AIR LAUT PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON $1.05 \times 10^{11} \text{ n.cm}^{-2} \cdot \text{dt}$
DAN t CACAH 1000 DETIK

Diradiasi : 7-10-2004
 T shut Down : 14.⁵⁶ WIB
 T^{1/2} : ⁶⁴Cr = 667,2 jam

Volume sampel : 0,5 ml

Kadar dalam standar : Cr = 20 ppm

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL $\mu\text{g/ml}$	RATA-RATA $\mu\text{g/ml}$	KESEKSAMAAN (%)
standar Cr	552	1000	357,8	0,55	0,800	0,8			
blangko Cr I	23	1000	281,8	0,02	0,031	0,037			
blangko Cr II	32	1000	284,2	0,03	0,043				
AL-9-1	63	1000	358,2	0,06	0,091		0,28516153		
AL-9-2	91	1000	358,7	0,09	0,132		0,49846891	0,386845 ± 0,087365	77,41
AL-9-3	75	1000	359,01	0,08	0,109		0,37690499		
standar Cr	480	1000	449,4	0,48	0,766	0,766			
blangko Cr I	23	1000	281,8	0,02	0,031	0,037			
blangko Cr II	32	1000	284,2	0,03	0,043				
AS-10-1	51	1000	450,1	0,05	0,081		0,03045018		
AS-10-2	54	1000	450,4	0,05	0,086		0,03375257	0,033389 ± 0,000226646	93,21
AS-10-3	56	1000	450,7	0,06	0,089		0,03596167		

Nur Aini Hakim : JTL " UII " Yogyakarta

Judul Penelitian : " Distribusi Logam Berat (Hg, Cr, Fe, Cu) Pada Cuplikan Air, Sedimen, Biota Di Perairan Surabaya " Pembimbing : Dr.Ir.Agus Taftazani dan Luqman Hakim, ST, Msi.

**DATA HASIL CACAH UNSUR Cr
DALAM SAMPEL AIR LAUT PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON 1.05×10^{11} n.cm⁻².dt
DAN t CACAH 1000 DETIK**

Diradiasi : 7-10-2004
T shut Down : 14.⁵⁶ WIB
T^{1/2} : ⁶⁴Cr = 667.2 jam

Volume sampel : 0,5 ml

Kadar dalam standar : Cr = 20 ppm

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (Jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL µg/ml	RATA-RATA µg/ml	KESEKSAMAAN (%)
standar Cr	529	1000	451,3	0,53	0,845	0,845			
blangko Cr I	23	1000	281,8	0,02	0,031	0,037			
blangko Cr II	32	1000	284,2	0,03	0,043				
AS-11-1	76	1000	452,05	0,08	0,122		0,05231588		
AS-11-2	63	1000	452,3	0,06	0,101		0,03946688	0,36534658 ± 0,2492298	31,78
AS-11-3	39	1000	499,03	0,04	0,065		0,01762959		
standar Cr	536	1000	499,7	0,54	0,901	0,901			
blangko Cr I	23	1000	281,8	0,02	0,031	0,037			
blangko Cr II	32	1000	284,2	0,03	0,043				
AL-12-1	51	1000	500,3	0,05	0,086		0,22570861		
AL-12-2	71	1000	500,6	0,07	0,119		0,38156905	0,423144 ± 0,1805873	57,32
AL-12-3	107	1000	500,9	0,11	0,180		0,66215481		

Nur Aini Hakim : JTL " UI " Yogyakarta

Judul Penelitian : " Distribusi Logam Berat (Hg, Cr, Fe, Cu) Pada Cuplikan Air, Sedimen, Biota Di Perairan Surabaya " Pembimbing : Dr.Ir.Agus Taftazani dan Luqman Hakim, ST, Msi.

DATA HASIL CACAH UNSUR Fe
DALAM SAMPEL AIR LAUT PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON $1.05 \times 10^{11} \text{ n.cm}^{-2} \cdot \text{dt}$
DAN t CACAH 1000 DETIK

Diradiasi : 7-10-2004
 T shut Down : 14.⁵⁶ WIB
 T^{1/2} : ⁶⁴Fe = 1082.4 jam

Volume sampel : 0,5 ml

Kadar dalam standar : Fe = 1000 ppm

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL $\mu\text{g/ml}$	RATA-RATA $\mu\text{g/ml}$	KESEKSAMAAN (%)
standar Fe	478	1000	282,2	0,48	0,573	0,573			
blangko Fe I	0	1000	281,8	0,00	0,000	0,007			
blangko Fe II	12	1000	284,2	0,01	0,014				
AS-1-1	14	1000	283,1	0,014	0,017		1,59690217		
AS-1-2	12	1000	283,5	0,012	0,014		0,32633861	1,13835 ± 0,5757	49,42
AS-1-3	11	1000	283,8	0,011	0,013		1,49181529		
standar Fe	470	1000	284,4	0,470	0,564	0,564			
blangko Fe I	0	1000	281,8	0,00	0,000	0,007			
blangko Fe II	12	1000	284,2	0,01	0,014				
AS-2-1	13	1000	285,4	0,01	0,016		0,38627938		
AS-2-2	15	1000	285,9	0,02	0,018		0,49430161	0,3864 ± 0,0879	77,26
AS-2-3	11	1000	286,2	0,01	0,013		0,27881957		

DATA HASIL CACAH UNSUR Fe
DALAM SAMPEL AIR LAUT PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON $1.05 \times 10^{11} \text{ n.cm}^{-2} \cdot \text{dt}$
DAN t CACAH 1000 DETIK

Diirradiasi : 7-10-2004
 T shut Down : 14.⁵⁶ WIB
 T^{1/2} : ⁶⁴Fe = 1082.4 jam

Volume sampel : 0,5 ml

Kadar dalam standar: Fe = 1000 ppm

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL $\mu\text{g/ml}$	RATA-RATA $\mu\text{g/ml}$	KESEKSAMAAN (%)
standar Fe	481	1000	286,5	0,48	0,578	0,578			
blangko Fe I	0	1000	281,8	0,00	0,000	0,007			
blangko Fe II	12	1000	284,2	0,01	0,014				
AS-3-1	13	1000	287,4	0,01	0,016		0,37768393		
AS-3-2	15	1000	287,7	0,02	0,018		0,48309154	0,39536 ± 0,0656	83,40
AS-3-3	12	1000	288,05	0,01	0,014		0,32531882		
standar Fe	477	1000	288,35	0,48	0,574	0,574			
blangko Fe I	0	1000	281,8	0,00	0,000	0,007			
blangko Fe II	12	1000	284,2	0,01	0,014				
AS-4-1	17	1000	329,3	0,02	0,021		0,61684260		
AS-4-2	11	1000	329,6	0,01	0,014		0,29031602	0,4355 ± 0,1357	68,84
AS-4-3	13	1000	329,9	0,01	0,016		0,39935344		

Nur Aini Hakim : JTL " UII " Yogyakarta

Judul Penelitian : " Distribusi Logam Berat (Hg, Cr, Fe, Cu) Pada Cuplikan Air, Sedimen, Biota Di Perairan Surabaya " Pembimbing : Dr.Ir.Agus Taftazani dan Luqman Hakim, ST, Msi.

**DATA HASIL CACAH UNSUR Fe
DALAM SAMPEL AIR LAUT PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON 1.05×10^{11} n.cm⁻².dt
DAN t CACAH 1000 DETIK**

Diirradiasi : 7-10-2004

T shut Down : 14.⁵⁶ WIB

⁶⁴Fe = 1082,4 jam

Volume sampel : 0,5 ml

Kadar dalam standar : Fe = 1000 ppm

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL µg/ml	RATA-RATA µg/ml	KESEKSAMAAN (%)
standar Fe	447	1000	330,2	0,45	0,552	0,552			
blangko Fe I	0	1000	281,8	0,00	0,000	0,007			
blangko Fe II	12	1000	284,2	0,01	0,014				
AS-5-1	13	1000	331,1	0,01	0,016		0,41604025		
AS-5-2	15	1000	331,4	0,02	0,019		0,52960997	0,41617 ± 0,09256	77,75
AS-5-3	11	1000	331,7	0,01	0,014		0,30287357		
standar Fe	472	1000	332,01	0,47	0,584	0,584			
blangko Fe I	0	1000	281,8	0,00	0,000	0,007			
blangko Fe II	12	1000	284,2	0,01	0,014				
AS-6-1	13	1000	332,8	0,01	0,016		4,86553841		
AS-6-2	15	1000	333,3	0,02	0,019		4,00972999	3,35066 ± 0,58914	82,41
AS-6-3	12	1000	333,6	0,01	0,015		5,72758216		

Nur Aini Hakim : JTL " UII " Yogyakarta

Judul Penelitian : " Distribusi Logam Berat (Hg, Cr, Fe, Cu) Pada Cuplikan Air, Sedimen, Biota Di Perairan Surabaya "

Pembimbing

: Dr.Ir.Agus Taftazani dan Luqman Hakim, ST, Msi.

DATA HASIL CACAH UNSUR Fe
DALAM SAMPEL AIR LAUT PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON $1.05 \times 10^{11} \text{ n.cm}^{-2} \cdot \text{dt}$
DAN t CACAH 1000 DETIK

Diradiasi : 7-10-2004
 T shut Down : 14.⁵⁶ WIB
 T^{1/2} : ⁶⁴Fe = 1082,4 jam

Volume sampel : 0,5ml

Kadar dalam standar : Fe = 1000 ppm

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL $\mu\text{g/ml}$	RATA-RATA $\mu\text{g/ml}$	KESEKSAMAAN (%)
standar Fe	495	1000	333,9	0,50	0,613	0,613			
blangko Fe I	0	1000	281,8	0,00	0,000	0,007			
blangko Fe II	12	1000	284,2	0,01	0,014				
AS-7-1	12	1000	334,7	0,01	0,015		0,32457828		
AS-7-2	19	1000	354,4	0,02	0,024		0,33236342	0,36432 ± 0,05080	86,05
AS-7-3	17	1000	354,7	0,02	0,021		0,43602634		
standar Fe	490	1000	355,4	0,49	0,615	0,615			
blangko Fe I	0	1000	281,8	0,00	0,000	0,007			
blangko Fe II	12	1000	284,2	0,01	0,014				
AS-8-1	16	1000	356,3	0,02	0,020		4,30912993		
AS-8-2	17	1000	356,6	0,02	0,021		4,72371446	4,1725 ± 0,51488	87,66
AS-8-3	10	1000	356,9	0,01	0,013		3,48488256		

DATA HASIL CACAH UNSUR Fe
DALAM SAMPEL AIR LAUT PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON $1.05 \times 10^{11} \text{ n.cm}^{-2} \cdot \text{dt}$
DAN t CACAH 1000 DETIK

Diirradiasi : 7-10-2004
 T shut Down : 14.⁵⁶ WIB
 T^{1/2} : ⁶⁴Fe = 1082.4 jam

Volume sampel : 0,5 ml

Kadar dalam standar: Fe = 1000 ppm

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL $\mu\text{g/ml}$	RATA-RATA $\mu\text{g/ml}$	KESEKSAMAAN (%)
standar Fe	448	1000	357,2	0,45	0,563	0,563			
blanko Fe I	0	1000	281,8	0,00	0,000	0,007			
blanko Fe II	12	1000	284,2	0,01	0,014				
AS-9-1	14	1000	358,2	0,01	0,018		3,81607659		
AS-9-2	20	1000	358,7	0,02	0,025		3,36552671	3,96876 ± 0,56528	85,75
AS-9-3	17	1000	359,01	0,02	0,021		4,72469768		
standar Fe	475	1000	449,1	0,48	0,633	0,633			
blanko Fe I	0	1000	281,8	0,00	0,000	0,007			
blanko Fe II	12	1000	284,2	0,01	0,014				
AS-10-1	12	1000	450,1	0,01	0,016		0,35973919		
AS-10-2	17	1000	450,4	0,02	0,023		0,25329287	0,31990 ± 0,069245	78,35
AS-10-3	13	1000	450,7	0,01	0,017		0,41327961		

DATA HASIL CACAH UNSUR Fe
DALAM SAMPEL AIR LAUT PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON 1.05 x 10¹¹ n.cm⁻³.dt
DAN t CACAH 1000 DETIK

Diirradiasi : 7-10-2004

T shut Down : 14.⁵⁶ WIB

T^{1/2} : ⁶⁴Fe = 1082.4 jam

Volume sampel : 0,5 ml

Kadar dalam standar : Fe = 1000 ppm

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL µg/ml	RATA-RATA µg/ml	KESEKSAMAAN (%)
standar Fe	410	1000	451,06	0,41	0,547	0,547			
blanko Fe I	0	1000	281,8	0,00	0,000	0,007			
blanko Fe II	12	1000	284,2	0,01	0,014				
AS-11-1	11	1000	452,05	0,01	0,015		0,35612091		
AS-11-2	13	1000	452,3	0,01	0,017		0,47992140	0,48927 ± 0,11273	76,95
AS-11-3	15	1000	499,03	0,02	0,021		0,63178748		
standar Fe	403	1000	499,4	0,40	0,555	0,555			
blanko Fe I	0	1000	281,8	0,00	0,000	0,007			
blanko Fe II	12	1000	284,2	0,01	0,014				
AS-12-1	12	1000	500,3	0,01	0,017		3,47836621		
AS-12-2	13	1000	500,6	0,01	0,018		3,98238092	4,1500 ± 0,62822	84,86
AS-12-3	15	1000	500,9	0,02	0,021		4,98954144		

DATA HASIL CACAH UNSUR Hg
DALAM SAMPEL SEDIMEN PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON $1.05 \times 10^{11} \text{ n.cm}^{-2} \cdot \text{dt}$
DAN t CACAH 750 DETIK

Diiradiasi : 27-10-2004

T shut Down : 13.³⁰ WIB

T^{1/2} : 197 Hg = 65 jam

Volume sampel : 0,1 gr

Kadar dalam standar : Hg = 5 ppm

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL $\mu\text{g/g}$	RATA-RATA $\mu\text{g/g}$	KESEKSAMAAN (%)
standar Hg	6.640	1000	65,5	6,64	13,349	13,349			
blanko Hg I	1.925	750	67,1	2,57	5,249	5,34			
blanko Hg II	1.954	750	68,9	2,61	5,431				
AS-1-1	2.109	750	66,3	2,81	5,702		1,0453		
AS-1-2	2.265	750	66,7	3,02	6,150		2,3617	1,2048 ± 0,8867	26,40
AS-1-3	1.989	750	66,9	2,65	5,412		0,2074		
standar Hg	6.117	750	67,3	8,16	16,714	16,714			
blanko Hg I	1.925	750	67,1	2,57	5,249	5,34			
blanko Hg II	1.954	750	68,9	2,61	5,431				
AS-2-1	2.515	750	68,05	3,35	6,927		3,3547		
AS-2-2	2.968	750	68,3	3,96	8,197		6,0965	5,4653 ± 1,5371	71,88
AS-2-3	3.118	750	68,6	4,16	8,639		6,9717		

DATA HASIL CACAH UNSUR Hg
DALAM SAMPEL SEDIMEN PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON $1.05 \times 10^{11} \text{ n.cm}^{-2} \cdot \text{dt}$
DAN t CACAH 1000 DETIK

Diradiasi : 27-10-2004

T shut Down : 13.³⁰ WIB

T_{1/2} : ¹⁹⁷Hg = 65 jam

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL $\mu\text{g/g}$	RATA-RATA $\mu\text{g/g}$	KESEKSAMAAN (%)
standar Hg	4.466	750	69,1	5,95	12,440	12,44			
blangko Hg I	1.925	750	67,1	2,57	5,249	5,34			
blangko Hg II	1.954	750	68,9	2,61	5,431				
AS-3-1	2.392	750	69,7	3,19	6,705		4,6230		
AS-3-2	2.650	750	70,06	3,53	7,457		7,2380	6,4469 ± 1,2927	79,95
AS-3-3	2.668	750	70,3	3,56	7,527		7,4769		
standar Hg	5.650	750	72,08	7,53	16,246	16,246			
blangko Hg I	1.925	750	67,1	2,57	5,249	5,34			
blangko Hg II	1.954	750	68,9	2,61	5,431				
AS-4-1	2.116	750	71,3	2,82	6,034		1,4864		
AS-4-2	2.997	750	71,5	4,00	8,564		6,9726	3,5703 ± 2,4259	32,05
AS-4-3	2.226	750	71,8	2,97	6,381		2,2521		

Nur Aini Hakim : JTL " UII " Yogyakarta

Judul Penelitian : " Distribusi Logam Berat (Hg, Cr, Fe, Cu) Pada Cuplikan Air, Sedimen, Biota Di Perairan Surabaya "

Pembimbing : Dr.Ir.Agus Taftazani dan Luqman Hakim, ST, Msi.

**DATA HASIL CACAH UNSUR Hg
DALAM SAMPEL SEDIMEN PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON 1.05 x 10¹¹ n.cm⁻².dt
DAN t CACAH 750 DETIK**

Diradiasi : 27-10-2004
T shut Down : 13.30 WIB
T^{1/2} : 197 Hg = 65 jam

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL μg/g	RATA-RATA μg/g	KESEKSAMAAN (%)
standar Hg	6.235	750	72,08	8,31	17,928	17,928			
biangko Hg I	1.925	750	67,1	2,57	5,249	5,34			
biangko Hg II	1.954	750	68,9	2,61	5,431				
AS-5-1	2.543	750	72,7	3,39	7,360		3,8958		
AS-5-2	2.989	750	73,01	3,99	8,680		6,5032	5,2456 ± 1,0664	79,67
AS-5-3	2.785	750	73,25	3,71	8,108		5,3378		
standar Hg	7.008	750	73,5	9,34	20,458	11,7			
biangko Hg I	1.925	750	67,1	2,57	5,249	5,34			
biangko Hg II	1.954	750	68,9	2,61	5,431				
AS-6-1	2.027	750	74,2	2,70	5,962		2,3952		
AS-6-2	2.192	750	74,45	2,92	6,464		4,2895	5,0899 ± 2,5896	49,12
AS-6-3	2.560	750	74,95	3,41	7,590		8,5850		

Nur Aini Hakim : JTL " UII " Yogyakarta

Judul Penelitian : " Distribusi Logam Berat (Hg, Cr, Fe, Cu) Pada Cuplikan Air, Sedimen, Biota Di Perairan Surabaya " Pembimbing : Dr.Ir.Agus Taftazani dan Luqman Hakim, ST, Msi.

DATA HASIL CACAH UNSUR Hg
DALAM SAMPEL SEDIMEN PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON $1.05 \times 10^{11} \text{ n.cm}^{-2} \cdot \text{dt}$
DAN t CACAH 750 DETIK

Diradiasi : 27-10-2004

T shut Down : 13.30 WIB I

T_{1/2} : ¹⁹⁷Hg = 65 jam

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL $\mu\text{g/g}$	RATA-RATA $\mu\text{g/g}$	KESEKSAMAAN (%)
standar Hg	6.250	750	75,1	8,33	18,559	18,559			
blangko Hg I	1.925	750	67,1	2,57	5,249	5,34			
blangko Hg II	1.954	750	68,9	2,61	5,431				
AS-7-1	2.121	750	75,9	2,83	6,352		1,8583		
AS-7-2	2.948	750	76,15	3,93	8,852		6,4492	4,2483 ± 1,8789	79,31
AS-7-3	2.579	750	76,3	3,44	7,757		4,4374		
standar Hg	6.215	600	76,6	10,36	23,440	23,44			
blangko Hg I	1.925	600	67,1	3,21	6,561	6,675			
blangko Hg II	1.954	600	68,9	3,26	6,789				
AS-8-1	3.103	600	77,1	5,17	11,766		7,3703		
AS-8-2	3.004	600	77,3	5,01	11,415		6,9294	6,8838 ± 0,4071	94,09
AS-8-3	2.905	600	77,5	4,84	11,062		6,3516		

Nur Aini Hakim : JTL " UII " Yogyakarta

Judul Penelitian : " Distribusi Logam Berat (Hg, Cr, Fe, Cu) Pada Cuplikan Air, Sedimen, Biota Di Perairan Surabaya " Pembimbing : Dr.Ir.Agus Taftazani dan Luqman Hakim, ST, Msi.

**DATA HASIL CACAH UNSUR Hg
DALAM SAMPEL SEDIMEN PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON 1.05×10^{11} n.cm⁻².dt
DAN t CACAH 500 DETIK**

Diradiasi : 27-10-2004

T shut Down : 13.30 WIB

T^{1/2} : ¹⁹⁷Hg = 65 jam

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL µg/g	RATA-RATA µg/g	KESEKSAMAAN (%)
standar Hg	6.364	500	77,7	12,73	13,377	13,377			
blangko Hg I	1.925	500	67,1	3,85	4,019	4,0515			
blangko Hg II	1.954	500	68,9	3,91	4,084				
AS-9-1	2.854	500	78,15	5,71	6,001		5,1234		
AS-9-2	2.996	500	78,3	5,99	6,300		5,8524	5,1883 ± 0,5177	90,02
AS-9-3	2.765	500	78,4	5,53	5,815		4,5891		
standar Hg	6.769	500	78,65	13,54	14,237	14,237			
blangko Hg I	1.925	500	67,1	3,85	4,019	4,0515			
blangko Hg II	1.954	500	68,9	3,91	4,084				
AS-10-1	3.778	500	79,25	7,56	7,949		9,3794		
AS-10-2	3.851	500	79,4	7,70	8,104		9,8474	9,5298 ± 0,2246	97,64
AS-10-3	3.756	500	79,5	7,51	7,904		9,3628		

Nur Aini Hakim : JTL " UII " Yogyakarta

Judul Penelitian : " Distribusi Logam Berat (Hg, Cr, Fe, Cu) Pada Cuplikan Air, Sedimen, Biota Di Perairan Surabaya " Pembimbing : Dr.Ir.Agus Taftazani dan Luqman Hakim, ST, Msi.

DATA HASIL CACAH UNSUR Hg
DALAM SAMPEL SEDIMEN PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON $1.05 \times 10^{11} \text{ n.cm}^{-2}.\text{dt}$
DAN t CACAH 500 DETIK

Diradiasi : 27-10-2004
 T shut Down : 13.³⁰ WIB
 T ^{1/2} : ¹⁹⁷Hg = 65 jam

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS T	CPS o	CPS o STD	KADAR SAMPEL $\mu\text{g/g}$	RATA-RATA $\mu\text{g/g}$	KESEKSAMAAN (%)
standar Hg	6.589	500	79,7	13,18	13,868	13,868			
blangko Hg I	1.925	500	67,1	3,85	4,019	0031			
blangko Hg II	1.954	500	68,9	3,91	4,084				
AS-11-1	3.115	500	80,15	6,23	6,558		11,5615		
AS-11-2	3.131	500	80,3	6,26	6,592		11,6223	12,1285 \pm 0,7593	93,74
AS-11-3	3.589	500	80,4	7,18	7,557		13,2018		
standar Hg	7.387	500	80,65	14,77	15,557	15,557			
blangko Hg I	1.925	500	67,1	3,85	4,019	4,0515			
blangko Hg II	1.954	500	68,9	3,91	4,084				
AS-12-1	4.879	500	115,3	9,76	10,506		13,7489		
AS-12-2	4.231	500	115,5	8,46	9,111		10,6744	12,2488 \pm 1,2562	89,74
AS-12-3	4.567	500	115,7	9,13	9,836		12,3232		

DATA HASIL CACAH UNSUR Cu
DALAM SAMPEL SEDIMEN PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON $1,05 \times 10^{11} \text{ n.cm}^{-2}.\text{dt}$
DAN t CACAH 500 DETIK

Diiradiasi : 27-10-2004

T shut Down : 13.³⁰ WIB

T^{1/2} : ⁶⁴Cu = 12.8 jam

Volume sampel : 0,1 gr

Kadar dalam standar : Cu = 20 ppm

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL $\mu\text{g/g}$	RATA-RATA $\mu\text{g/g}$	KESEKSAMAAN (%)
standar Cu	3.761	1000	65,8	3,76	132,574	132,574			
blangko Cu I	263	750	67,1	0,35	13,262	14,191			
blangko Cu II	272	750	68,9	0,36	15,120				
AS-1-1	893	750	66,3	1,19	43,122		22,6283		
AS-1-2	980	750	66,7	1,31	48,359		26,9743	24,6223 ± 1,7054	92,99
AS-1-3	911	750	66,9	1,21	45,444		24,4442		

Nur Aini Hakim : JTL " UII " Yogyakarta

Judul Penelitian : " Distribusi Logam Berat (Hg, Cr, Fe, Cu) Pada Cuplikan Air, Sedimen, Biota Di Perairan Surabaya "

Pembimbing : Dr.Ir.Agus Taftazani dan Luqman Hakim, ST, Msi.

DATA HASIL CACAH UNSUR Cu
DALAM SAMPEL SEDIMEN PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON $1.05 \times 10^{11} \text{ n.cm}^{-2} \cdot \text{dt}$
DAN t CACAH 750 DETIK

Diradasi : 27-10-2004
 T shut Down : 13.³⁰ WIB
 T^{1/2} : ⁶⁴Cu = 12.8 jam

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL $\mu\text{g/g}$	RATA-RATA $\mu\text{g/g}$	KESEKSAMAAN (%)
standar Cu	3.479	750	67,6	4,64	180,248	180,248			
biangko Cu I	263	750	67,1	0,35	13,262	14,191			
biangko Cu II	272	750	68,9	0,36	15,120				
AS-2-1	797	750	68,05	1,06	42,311		16,2827		
AS-2-2	1.002	750	68,3	1,34	53,919		23,2275	21,9058 ± 4,1580	81,02
AS-2-3	1.087	750	68,6	1,45	59,451		26,2073		
standar Cu	3.022	750	69,3	4,03	171,665	171,665			
biangko Cu I	263	750	67,1	0,35	13,262	14,191			
biangko Cu II	272	750	68,9	0,36	15,120				
AS-3-1	997	750	69,7	1,33	57,875		26,6733		
AS-3-2	1.020	750	70,06	1,36	60,375		28,4739	30,5623 ± 4,2900	85,96
AS-3-3	1.225	750	70,3	1,63	73,458		36,5396		

Nur Aini Hakim : JTL " UII " Yogyakarta

Judul Penelitian : " Distribusi Logam Berat (Hg, Cr, Fe, Cu) Pada Cuplikan Air, Sedimen, Biota Di Perairan Surabaya " Pembimbing : Dr.Ir.Agus Taftazani dan Luqman Hakim, ST, Msi.

**DATA HASIL CACAH UNSUR Cu
DALAM SAMPEL SEDIMEN PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON $1.05 \times 10^{11} \text{ n.cm}^{-2} \cdot \text{dt}$
DAN t CACAH 750 DETIK**

Diirradiasi : 27-10-2004
T shut Down : 13.30 WIB
T^{1/2} : ⁶⁴Cu = 12,8 jam

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL $\mu\text{g/g}$	RATA-RATA $\mu\text{g/g}$	KESEKSAMAAN (%)
standar Cu	3.084	750	70,8	4,11	190,008	190,008			
blangko Cu I	263	750	67,1	0,35	13,262	14,191			
blangko Cu II	272	750	68,9	0,36	15,120				
AS-4-1	787	750	71,3	1,05	49,818		18,9382		
AS-4-2	663	750	71,5	0,88	42,426		15,1502	17,6638 ± 1,7774	89,94
AS-4-3	760	750	71,8	1,01	49,429		18,9081		
standar Cu	5.327	750	72,3	7,10	355,967	355,967			
blangko Cu I	263	750	67,1	0,35	13,262	14,191			
blangko Cu II	272	750	68,9	0,36	15,120				
AS-5-1	782	750	72,7	1,04	53,400		11,1379		
AS-5-2	577	750	73,01	0,77	40,068		7,4229	7,6476 ± 2,7626	63,88
AS-5-3	421	750	73,25	0,56	29,617		4,3821		

Nur Aini Hakim : JTL " UII " Yogyakarta

Judul Penelitian : " Distribusi Logam Berat (Hg, Cr, Fe, Cu) Pada Cuplikan Air, Sedimen, Biota Di Perairan Surabaya " Pembimbing : Dr.Ir.Agus Taftazani dan Luqman Hakim, ST, Msi.

DATA HASIL CACAH UNSUR Cu
DALAM SAMPEL SEDIMEN PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON $1.05 \times 10^{11} \text{ n.cm}^{-2} \cdot \text{dt}$
DAN t CACAH 750 DETIK

Diirradiasi : 27-10-2004
 T shut Down : 13.³⁰ WIB
 T^{1/2} : ⁶⁴Cu = 12,8 jam

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL $\mu\text{g/g}$	RATA-RATA $\mu\text{g/g}$	KESEKSAMAAN (%)
standar Cu	7.031	750	73,75	9,37	508,204	508,204			
blangko Cu I	263	750	67,1	0,35	13,262	14,191			
blangko Cu II	272	750	68,9	0,36	15,120				
AS-6-1	721	750	74,2	0,96	53,399		7,7811		
AS-6-2	459	750	74,45	0,61	34,458		3,9831	5,7910 ± 1,5558	73,13
AS-6-3	554	750	74,95	0,74	42,731		5,6090		
standar Cu	7.561	750	75,5	10,08	600,824	600,824			
blangko Cu I	263	750	67,1	0,35	13,262	14,191			
blangko Cu II	272	750	68,9	0,36	15,120				
AS-7-1	553	750	75,9	0,74	44,905		5,0832		
AS-7-2	695	750	76,15	0,93	57,205		7,1188	5,5184 ± 1,1702	78,79
AS-7-3	488	750	76,3	0,65	40,495		4,3533		

DATA HASIL CACAH UNSUR Cu
DALAM SAMPEL SEDIMEN PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON 1.05 x 10¹¹ n.cm⁻².dt
DAN t CACAH 750 DETIK

Diirradiasi : 27-10-2004
T_{shut Down} : 13.30 WIB
T_h : ⁶⁴Cu = 12,8 jam

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL µg/g	RATA-RATA µg/g	KESEKSAMAAN (%)
standar Cu	8.496	600	76,7	14,16	900,551	900,551			
blangko Cu I	263	600	67,1	0,44	16,578	17,739			
blangko Cu II	272	600	68,9	0,45	18,900				
AS-8-1	642	600	77,1	1,07	69,540		5,6968		
AS-8-2	501	600	77,3	0,84	54,858		4,1222	4,5866 ± 0,7884	82,81
AS-8-3	484	600	77,5	0,81	53,573		3,9409		
standar Cu	6.591	500	78,8	13,18	939,299	939,299			
blangko Cu I	263	500	67,1	0,53	19,893	21,2865			
blangko Cu II	272	500	68,9	0,54	22,680				
AS-9-1	677	500	79,25	1,35	98,860		8,2845		
AS-9-2	426	500	79,4	0,85	62,715		4,3814	6,4145 ± 1,5976	75,09
AS-9-3	564	500	79,5	1,13	83,482		6,5776		

DATA HASIL CACAH UNSUR Cu
DALAM SAMPEL SEDIMEN PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON 1.05 x 10¹¹n.cm⁻².dt
DAN t CACAH 750 DETIK

Diradiasi : 27-10-2004
 T shut Down : 13.30 WIB
 T^{1/2} : ⁶⁴Cu = 12,8 jam

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL µg/g	RATA-RATA µg/g	KESEKSAMAAN (%)
standar Cu	8.496	500	76,7	16,99	1080,661	900,551			
blanko Cu I	263	500	67,1	0,53	19,893	17,739			
blanko Cu II	272	500	68,9	0,54	22,680				
AS-10-1	642	500	77,1	1,28	83,448		7,2263		
AS-10-2	501	500	77,3	1,00	65,830		5,3935	5,9468 ± 0,9074	84,74
AS-10-3	484	500	77,5	0,97	64,288		5,2206		
standar Cu	6.591	500	78,8	13,18	939,299	939,299			
blanko Cu I	263	500	67,1	0,53	19,893	21,2865			
blanko Cu II	272	500	6,9	0,54	22,680				
AS-11-1	677	500	79,25	1,35	98,860		8,2845		
AS-11-2	426	500	79,4	0,85	62,715		4,4243	6,4288 ± 1,5794	75,43
AS-11-3	564	500	79,5	1,13	83,482		6,5776		

DATA HASIL CACAH UNSUR Cu
DALAM SAMPEL SEDIMEN PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON $1.05 \times 10^{11} \text{ n.cm}^{-2} \cdot \text{dt}$
DAN t CACAH 750 DETIK

Diirradiasi : 27-10-2004

T shut Down : 13.³⁰ WIB

T^{1/2} : ⁶⁴Cu = 12,8 jam

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL $\mu\text{g/g}$	RATA-RATA $\mu\text{g/g}$	KESEKSAMAAN (%)
standar Cu	8.496	600	76,7	14,16	900,551	900,551			
blangko Cu I	263	600	67,1	0,44	16,578	17,739			
blangko Cu II	272	600	68,9	0,45	18,900				
AS-12-1	642	600	77,1	1,07	69,540		5,7527		
AS-12-2	501	600	77,3	0,84	54,858		4,0822	4,6048 ± 0,8127	82,35
AS-12-3	484	600	77,5	0,81	53,573		3,9795		

Nur Aini Hakim : JTL " UII " Yogyakarta

Judul Penelitian : " Distribusi Logam Berat (Hg, Cr, Fe, Cu) Pada Cuplikan Air, Sedimen, Biota Di Perairan Surabaya "

Pembimbing : Dr.Ir.Agus Taftazani dan Luqman Hakim, ST, Msi.

DATA HASIL CACAH UNSUR Fe
DALAM SAMPEL SEDIMEN PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON 1.05×10^{11} n.cm⁻².dt
DAN t CACAH 750 DETIK

Diradiasi : 27-10-2004

T shut Down : 13.³⁰ WIB

T^{1/2} : ⁶⁴Fe = 1082.4 jam

Volume sampel : 0.1 g

Kadar dalam standar : Fe = 1000 ppm

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL $\mu\text{g/g}$	RATA-RATA $\mu\text{g/g}$	KESEKSAMAAN (%)
standar Fe	352	750	1006,2	0,47	0,894	0,894			
blanko Fe I	46	750	1005,2	0,06	0,117	0,075			
blanko Fe II	13	750	1009,2	0,02	0,033				
AS-1-1	161	750	1006,9	0,21	0,409		1888,106		
AS-1-2	154	750	1007,1	0,21	0,391		1804,573	1855,769 ± 36,6168	98,03
AS-1-3	160	750	1007,5	0,21	0,407		1874,628		
standar Fe	354	750	1007,7	0,47	0,900	0,9			
blanko Fe I	46	750	1005,2	0,06	0,117	0,075			
blanko Fe II	13	750	1009,2	0,02	0,033				
AS-2-1	117	750	1008,4	0,16	0,298		1296,731		
AS-2-2	118	750	1008,6	0,16	0,300		1324,509	1454,410 ± 203,6657	86,00
AS-2-3	147	750	1008,9	0,20	0,374		1741,990		

Nur Aini Hakim : JTL " UII " Yogyakarta

Judul Penelitian : " Distribusi Logam Berat (Hg, Cr, Fe, Cu) Pada Cuplikan Air, Sedimen, Biota Di Perairan Surabaya

Pembimbing : Dr.Ir.Agus Taftazani dan Luqman Hakim, ST, Msi.

DATA HASIL CACAH UNSUR Fe
DALAM SAMPEL SEDIMEN PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON 1.05×10^{11} n.cm⁻².dt
DAN t CACAH 750 DETIK

Diiradiasi : 27-10-2004
 T shut Down : 13.30 WIB
 T^{1/2} : ⁶⁴Fe = 1082.4 jam

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL μg/g	RATA-RATA μg/g	KESEKSAMAAN (%)
standar Fe	356	750	1027,05	0,47	0,916	0,916			
blangko Fe I	46	750	1005,2	0,06	0,117	0,075			
blangko Fe II	13	750	1009,2	0,02	0,033				
AS-3-1	114	750	1028,01	0,15	0,294		1249,387		
AS-3-2	116	750	1028,23	0,15	0,299		1291,487	1282,472 ± 24,1885	98,11
AS-3-3	117	750	1028,4	0,16	0,301		1306,542		
standar Fe	347	750	1028,7	0,46	0,894	0,894			
blangko Fe I	46	750	1005,2	0,06	0,117	0,075			
blangko Fe II	13	750	1009,2	0,02	0,033				
AS-4-1	89	750	1029,9	0,12	0,229		881,259		
AS-4-2	93	750	1030,18	0,12	0,240		949,215	1065,259 ± 213,9702	79,91
AS-4-3	121	750	1030,4	0,16	0,312		1365,305		

DATA HASIL CACAH UNSUR Fe
DALAM SAMPEL SEDIMEN PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON $1.05 \times 10^{11} \text{ n.cm}^{-2} \cdot \text{dt}$
DAN t CACAH 750 DETIK

Dirradiasi : 27-10-2004

$T_{1/2}$ shut Down : 13.³⁰ WIB

$T_{1/2}^{64} \text{ Fe}$: 1082,4 jam

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL $\mu\text{g/g}$	RATA-RATA $\mu\text{g/g}$	KESEKSAMAAN (%)
standar Fe	339	750	1030,6	0,45	0,874	0,874			
blanko Fe I	46	750	1005,2	0,06	0,117	0,075			
blanko Fe II	13	750	1009,2	0,02	0,033				
AS-5-1	129	750	1031,6	0,17	0,333		1567,145		
AS-5-2	125	750	1031,8	0,17	0,323		1519,424	1540,9753 \pm 19,7538	98,72
AS-5-3	127	750	1032,05	0,17	0,328		1536,357		
standar Fe	336	750	1100,2	0,45	0,906	0,906			
blanko Fe I	46	750	1005,2	0,06	0,117	0,075			
blanko Fe II	13	750	1009,2	0,02	0,033				
LS-6-1	133	750	1100,9	0,18	0,359		1674,333		
LS-6-2	135	750	1101,18	0,18	0,364		1689,981	1679,6097 \pm 7,3340	99,56
LS-6-3	134	750	1101,4	0,18	0,362		1674,515		

Nur Aini Hakim : JTL " UII " Yogyakarta

Judul Penelitian : " Distribusi Logam Berat (Hg, Cr, Fe, Cu) Pada Cuplikan Air, Sedimen, Biota Di Perairan Surabaya

Pembimbing : Dr.Ir.Agus Taftazani dan Luqman Hakim, ST, Msi.

DATA HASIL CACAH UNSUR Fe
DALAM SAMPEL SEDIMEN PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON $1.05 \times 10^{11} \text{ n.cm}^{-2} \cdot \text{dt}$
DAN t CACAH 750 DETIK

Diiradiasi : 27-10-2004
 T shut Down : 13.30 WIB
 T^{1/2} : ⁶⁴Fe = 1082.4 jam

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _g	CPS _o STD	KADAR SAMPEL $\mu\text{g/g}$	RATA-RATA $\mu\text{g/g}$	KESEKSAMAAN (%)
standar Fe	377	750	1101,6	0,50	1,018	1,018			
blanko Fe I	46	750	1005,2	0,06	0,117	0,075			
blanko Fe II	13	750	1009,2	0,02	0,033				
AS-7-1	148	750	1102,3	0,20	0,400		1671,326		
AS-7-2	146	750	1102,5	0,19	0,394		1643,783	1648,437 ± 17,1082	98,96
AS-7-3	145	750	1102,75	0,19	0,392		1630,202		
standar Fe	334	750	1103,28	0,45	0,903	0,903			
blanko Fe I	46	750	1005,2	0,06	0,117	0,075			
blanko Fe II	13	750	1009,2	0,02	0,033				
SL-8-1	161	750	1103,9	0,21	0,435		2111,885		
SL-8-2	175	750	1104,2	0,23	0,473		2357,181	2220,3733 ± 102,1241	95,40
SL-8-3	166	750	1104,45	0,22	0,449		2192,054		

DATA HASIL CACAH UNSUR Fe
DALAM SAMPEL SEDIMEN PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON $1.05 \times 10^{11} \text{ n.cm}^{-2} \cdot \text{dt}$
DAN t CACAH 750 DETIK

Diiradiasi : 27-10-2004
 T shut Down : 13.³⁰ WIB
 T^{1/2} : ⁶⁴Fe = 1082,4 jam

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL $\mu\text{g/g}$	RATA-RATA $\mu\text{g/g}$	KESEKSAMAAN (%)
standar Fe	323	750	1171,05	0,43	0,912	0,912			
blangko Fe I	46	750	1005,2	0,06	0,117	0,075			
blangko Fe II	13	750	1009,2	0,02	0,033				
SL-9-1	162	750	1171,9	0,22	0,457		2239,617		
SL-9-2	166	750	1172,2	0,22	0,469		2283,897	2236,5473 ± 39,9730	98,21
SL-9-3	160	750	1172,5	0,21	0,452		2186,128		
standar Fe	376	750	1172,75	0,50	1,062	1,062			
blangko Fe I	46	750	1005,2	0,06	0,117	0,075			
blangko Fe II	13	750	1009,2	0,02	0,033				
AS-10-1	128	750	1173,46	0,17	0,362		1424,258		
AS-10-2	123	750	1173,6	0,16	0,348		1367,636	1405,5283 ± 26,7945	98,09
AS-10-3	127	750	1173,9	0,17	0,359		1424,691		

Nur Aini Hakim : JTL " UII " Yogyakarta

Judul Penelitian : " Distribusi Logam Berat (Hg, Cr, Fe, Cu) Pada Cuplikan Air, Sedimen, Biota Di Perairan Surabaya

Pembimbing : Dr.Ir.Agus Taftazani dan Luqman Hakim, ST, Msi.

DATA HASIL CACAH UNSUR Fe
DALAM SAMPEL SEDIMEN PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON $1.05 \times 10^{11} \text{ n.cm}^{-2} \cdot \text{dt}$
DAN t CACAH 750 DETIK

Diradiasi : 27-10-2004

T shut Down : 13.³⁰ WIB

T^{1/2} : ⁶⁴Fe = 1082,4 jam

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL $\mu\text{g/g}$	RATA-RATA $\mu\text{g/g}$	KESEKSAMAAN (%)
standar Fe	317	750	1174,18	0,42	0,896	0,896			
blanko Fe I	46	750	1005,2	0,06	0,117	0,075			
blanko Fe II	13	750	1009,2	0,02	0,033				
AS-11-1	129	750	1175,2	0,17	0,365		1731,534		
AS-11-2	125	750	1175,45	0,17	0,354		1664,296	1703,7020 ± 28,6438	98,32
AS-11-3	129	750	1175,6	0,17	0,365		1715,276		
standar Fe	359	750	1175,9	0,48	1,016	1,016			
blanko Fe I	46	750	1005,2	0,06	0,117	0,075			
blanko Fe II	13	750	1009,2	0,02	0,033				
LS-12-1	154	750	1176,5	0,21	0,436		1881,105		
LS-12-2	159	750	1176,8	0,21	0,450		1936,331	1914,5277 ± 23,9963	98,75
LS-12-3	157	750	1177,03	0,21	0,445		1926,147		

**DATA HASIL CACAH UNSUR Cr
DALAM SAMPEL SEDIMEN PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON $1.05 \times 10^{11} \text{ n.cm}^{-2} \cdot \text{dt}$
DAN t CACAH 750DETIK**

Diradiasi : 27-10-2004
T shut Down : 13.³⁰ WIB
T^{1/2} : ⁶⁴Cr = 667.2 jam

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL $\mu\text{g/g}$	RATA-RATA $\mu\text{g/g}$	KESEKSAMAAN (%)
standar Cr	340	750	1027,35	0,45	1,318	1,318		$\mu\text{g/g}$	
blangko Cr I	6	750	1005,2	0,01	0,023	0,036			
blangko Cr II	13	750	1009,2	0,02	0,049				
AS-3-1	22	750	1028,01	0,03	0,085		3,6996		
AS-3-2	10	750	1028,23	0,01	0,039		0,2116	$2,6477 \pm 1,7279$	34,74
AS-3-3	23	750	1028,4	0,03	0,089		4,0320		
standar Cr	300	750	1029,5	0,40	1,165	1,165			
blangko Cr I	6	750	1005,2	0,01	0,023	0,036			
blangko Cr II	13	750	1009,2	0,02	0,049				
AS-4-1	16	750	1029,9	0,02	0,062		2,1670		
AS-4-2	16	750	1030,18	0,02	0,062		2,1889	$2,5069 \pm 0,4652$	81,44
AS-4-3	19	750	1030,4	0,03	0,074		3,1648		

DATA HASIL CACAH UNSUR Cr
DALAM SAMPEL SEDIMEN PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON 1.05 x 10¹¹n.cm⁻².dt
DAN t CACAH 750 DETIK

Diradiasi : 27-10-2004

T shut Down : 13.³⁰ WIB
⁶⁴Cr = 667,2 jam

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL $\mu\text{g/g}$	RATA-RATA $\mu\text{g/g}$	KESEKAMAAN (%)
standar Cr	339	750	1030,9	0,45	1,319	1,319			
blangko Cr I	6	750	1005,2	0,01	0,023	0,036			
blangko Cr II	13	750	1009,2	0,02	0,049				
AS-5-1	14	750	1031,6	0,02	0,055		1,4001		
AS-5-2	12	750	1031,8	0,02	0,047		0,8196	0,9125 ± 0,3661	59,88
AS-5-3	11	750	1032,05	0,01	0,043		0,5178		
standar Cr	366	750	1100,4	0,49	1,530	1,53			
blangko Cr I	6	750	1005,2	0,01	0,023	0,036			
blangko Cr II	13	750	1009,2	0,02	0,049				
SL-6-1	25	750	1100,9	0,03	0,105		4,5009		
SL-6-2	23	750	1101,18	0,03	0,096		3,9153	3,9296 ± 0,4606	88,28
SL-6-3	21	750	1101,4	0,03	0,088		3,3727		

Nur Aini Hakim : JTL " UII " Yogyakarta

Judul Penelitian : " Distribusi Logam Berat (Hg, Cr, Fe, Cu) Pada Cuplikan Air, Sedimen, Biota Di Perairan Surabaya
Pembimbing : Dr. Ir. Agus Taftazani dan Luqman Hakim, ST, Msi.

**DATA HASIL CACAH UNSUR Cr
DALAM SAMPEL SEDIMEN PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON $1.05 \times 10^{11} \text{ n.cm}^{-2} \cdot \text{dt}$
DAN t CACAH 750 DETIK**

Diradiasi : 27-10-2004
T shut Down : 13.³⁰ WIB
T^{1/2} : ⁶⁴Cr = 667,2 jam

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL $\mu\text{g/g}$	RATA-RATA $\mu\text{g/g}$	KESEKSAMAAN (%)
standar Cr	339	750	1102,06	0,45	1,420	1,42			
blangko Cr I	6	750	1005,2	0,01	0,023	0,036			
blangko Cr II	13	750	1009,2	0,02	0,049				
AS-7-1	16	750	1102,3	0,02	0,067		2,1770		
AS-7-2	18	750	1102,5	0,02	0,075		2,7659	2,7661 ± 0,4810	82,61
AS-7-3	20	750	1102,75	0,03	0,084		3,3554		
standar Cr	330	750	1103,7	0,44	1,385	1,385			
blangko Cr I	6	750	1005,2	0,01	0,023	0,036			
blangko Cr II	13	750	1009,2	0,02	0,049				
SL-8-1	24	750	1103,9	0,03	0,101		4,6577		
SL-8-2	22	750	1104,2	0,03	0,092		4,0955	4,8746 ± 0,7407	84,80
SL-8-3	28	750	1104,45	0,04	0,118		5,8707		

**DATA HASIL CACAH UNSUR Cr
DALAM SAMPEL SEDIMEN PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON $1.05 \times 10^{11} \text{ n.cm}^{-2} \cdot \text{dt}$
DAN CACAH 750 DETIK**

Diradiasi : 27-10-2004
T shut Down : 13.30 WIB
T^{1/2} : ⁶⁴Cr = 667.2 jam

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL $\mu\text{g/g}$	RATA-RATA $\mu\text{g/g}$	KESEKSAMAAN (%)
standar Cr	305	750	1171,5	0,41	1,373	1,373			
blangko Cr I	6	750	1005,2	0,01	0,023	0,036			
blangko Cr II	13	750	1009,2	0,02	0,049				
SL-9-1	31	750	1171,9	0,04	0,140		7,5978		
SL-9-2	33	750	1172,2	0,04	0,149		8,1815	7,5517 ± 0,5340	92,93
SL-9-3	29	750	1172,5	0,04	0,131		6,8759		
standar Cr	340	750	1173	0,45	1,533	1,533			
blangko Cr I	6	750	1005,2	0,01	0,023	0,036			
blangko Cr II	13	750	1009,2	0,02	0,049				
AS-10-1	12	750	1173,46	0,02	0,054		1,1875		
AS-10-2	13	750	1173,6	0,02	0,059		1,4981	1,7929 ± 0,6491	63,80
AS-10-3	17	750	1173,9	0,02	0,077		2,6933		

**DATA HASIL CACAH UNSUR Cr
DALAM SAMPEL SEDIMEN PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON 1.05×10^{11} n.cm⁻².dt
DAN t CACAH 750 DETIK**

Diradiasi : 27-10-2004
T shut Down : 13.³⁰ WIB
T^{1/2} : ⁶⁴Cr = 667.2 jam

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL $\mu\text{g/g}$	RATA-RATA $\mu\text{g/g}$	KESEKSAMAAN (%)
standar Cr	340	750	1174,6	0,45	1,536	1,536			
blangko Cr I	6	750	1005,2	0,01	0,023	0,036			
blangko Cr II	13	750	1009,2	0,02	0,049				
AS-11-1	21	750	1175,2	0,03	0,095		3,8498		
AS-11-2	18	750	1175,45	0,02	0,081		2,9651	3,3483 \pm 0,3707	88,93
AS-11-3	19	750	1175,6	0,03	0,086		3,2298		
standar Cr	365	750	1176,3	0,49	1,651	1,651			
blangko Cr I	6	750	1005,2	0,01	0,023	0,036			
blangko Cr II	13	750	1009,2	0,02	0,049				
SL-12-1	29	750	1176,5	0,04	0,131		5,7250		
SL-12-2	24	750	1176,8	0,03	0,109		4,3668	4,6511 \pm 0,7868	83,08
SL-12-3	22	750	1177,03	0,03	0,100		3,8615		

Nur Aini Hakim : JTL " UII " Yogyakarta

Judul Penelitian : " Distribusi Logam Berat (Hg, Cr, Fe, Cu) Pada Cuplikan Air, Sedimen, Biota Di Perairan Surabaya
Pembimbing : Dr.Ir.Agus Taftazani dan Luqman Hakim, ST, Msi.

**DATA HASIL CACAH UNSUR Hg
DALAM SAMPEL BIOTA PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON $1,05 \times 10^{11} \text{ n.cm}^{-2} \cdot \text{dt}$
DAN t CACAH 600 DETIK**

Diradiasi : 2-12-2004

T shut Down : 14.⁵⁸ WIB

T^{1/2} : ¹⁹⁷Hg = 65 jam

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o / STD	KADAR SAMPEL $\mu\text{g/g}$	RATA-RATA $\mu\text{g/g}$	KESEKSAMAAN (%)
standar Hg	967	600	93,28	1,61	4,357	4,357			
blangko Hg I	55	600	91,35	0,09	0,243	0,3005			
blangko Hg II	80	600	92,71	0,13	0,358				
BE-4-1	74	600	93,46	0,12	0,334	0,1989			
BE-4-2	75	600	93,65	0,13	0,339	0,2319	0,2394 ± 0,0364		84,79
BE-4-3	77	600	93,83	0,13	0,349	0,2873			
standar Hg	943	600	94,016	1,57	4,282	4,282			
blangko Hg I	55	600	91,35	0,09	0,243	0,3005			
blangko Hg II	80	600	92,71	0,13	0,358				
BE-5-1	72	600	94,63	0,12	0,329	0,1727			
BE-5-2	79	600	94,8	0,13	0,362	0,3664	0,2768 ± 0,0797		71,2
BE-5-3	76	600	95	0,13	0,349	0,2914			

Nur Aini Hakim : JTL " UII " Yogyakarta

Judul Penelitian : " Distribusi Logam Berat (Hg, Cr, Fe, Cu) Pada Cuplikan Air, Sedimen, Biota Di Perairan Surabaya
Pembimbing : Dr.Ir.Agus Taftazani dan Luqman Hakim, ST, Msi.

**DATA HASIL CACAH UNSUR Hg
DALAM SAMPEL BIOTA PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON $1.05 \times 10^{11} \text{ n.cm}^{-2}.\text{dt}$
DAN (CACAH 600 DETIK**

Diirradiasi : 2-12-2004
T shut Down : 14.⁵⁸ WIB
T^{1/2} : ¹⁹⁷Hg = 65 jam

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL $\mu\text{g/g}$	RATA-RATA $\mu\text{g/g}$	KESEKSAMAAN (%)
standar Hg	1.175	600	95,183	1,96	5,403	5,403			
blangko Hg I	55	600	91,35	0,09	0,243	0,3005			
blangko Hg II	80	600	92,71	0,13	0,358				
BI-6-1	87	600	95,73	0,15	0,402		0,4708		
BI-6-2	84	600	95,916	0,14	0,389		0,4142	0,5085 ± 0,0961	81,1
BI-6-3	94	600	96,1	0,16	0,436		0,6405		
standar Hg	1.211	600	96,26	2,02	5,632	5,632			
blangko Hg I	55	600	91,35	0,09	0,243	0,3005			
blangko Hg II	80	600	92,71	0,13	0,358				
BB-7-1	72	600	113,75	0,12	0,404		0,4473		
BB-7-2	73	600	113,95	0,12	0,410		0,4844	0,5291 ± 0,0906	82,87
BB-7-3	79	600	114,13	0,13	0,445		0,6255		

**DATA HASIL CACAH UNSUR Hg
DALAM SAMPEL BIOTA PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON 1.05 x 10¹¹ n.cm⁻².dt
DAN CACAH 600 DETIK**

Diradiasi : 2-12-2004
T shut Down : 14.58 WIB
T^{1/2} : ¹⁹⁷Hg = 65 jam

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL $\mu\text{g/g}$	RATA-RATA $\mu\text{g/g}$	KESEKSAMAAN (%)
standar Hg	946	600	114,4	1,58	5,339	5,339			
biangko Hg I	55	600	91,35	0,09	0,243	0,3005			
biangko Hg II	80	600	92,71	0,13	0,358				
BI-8-1	89	600	114,98	0,15	0,505		0,9413		
BI-8-2	82	600	115,18	0,14	0,467		0,7633	0,8466 ± 0,0731	91,36
BI-8-3	84	600	115,36	0,14	0,479		0,8352		
standar Hg	970	600	115,55	1,62	5,542	5,542			
biangko Hg I	55	600	91,35	0,09	0,243	0,3005			
biangko Hg II	80	600	92,71	0,13	0,358				
BI-9-1	84	600	116,11	0,14	0,483		0,8280		
BI-9-2	85	600	116,3	0,14	0,490		0,8753	0,8049 ± 0,0688	91,45
BI-9-3	80	600	116,48	0,13	0,462		0,7115		

Nur Aini Hakim : JTL " UII " Yogyakarta

Judul Penelitian : " Distribusi Logam Berat (Hg, Cr, Fe, Cu) Pada Cuplikan Air, Sedimen, Biota Di Perairan Surabaya
Pembimbing : Dr.Ir.Agus Taftazani dan Luqman Hakim, ST, Msi.

**DATA HASIL CACAH UNSUR Hg
DALAM SAMPEL BIOTA PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON 1.05 x 10¹¹n.cm⁻².dt
DAN t CACAH 600 DETIK**

Diradiasi : 2-12-2004
T_{1/2} : ¹⁹⁷Hg = 65 jam

T shut Down : 14.⁵⁶ WIB

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL µg/g	RATA-RATA µg/g	KESEKSAMAAN (%)
standar Hg	978	600	161,68	1,63	9,137	9,137			
biangko Hg I	55	600	91,35	0,09	0,243	0,3005			
biangko Hg II	80	600	92,71	0,13	0,358				
BE-10-1	71	600	162,25	0,12	0,667		0,9980		
BE-10-2	68	600	162,45	0,11	0,641		0,9250	0,9258 ± 0,0585	93,68
BE-10-3	65	600	162,81	0,11	0,615		0,8545		
standar Hg	981	600	163,016	1,64	9,297	9,297			
biangko Hg I	55	600	91,35	0,09	0,243	0,3005			
biangko Hg II	80	600	92,71	0,13	0,358				
BI-12-1	86	600	163,58	0,14	0,820		1,4013		
BI-12-2	87	600	163,78	0,15	0,831		1,4318	1,4317 ± 0,0247	98,27
BI-12-3	88	600	163,96	0,15	0,842		1,4619		

DATA HASIL CACAH UNSUR Cu
DALAM SAMPEL BIOTA PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON $1.05 \times 10^{11} \text{ n.cm}^{-2} \cdot \text{dt}$
DAN t CACAH 600 DETIK

Diradiasi : 2-12-2004
 T shut Down : 14.⁵⁸ WIB
 T^{1/2} : ⁶⁴Cu = 12,8 jam
 Volume sampel : 0.1 g
 Kadar dalam standar : Cu = 20 ppm

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL $\mu\text{g/g}$	RATA-RATA $\mu\text{g/g}$	KESEKSAMAAN (%)
standar Cu	627	600	90,38	1,05	139,386	139,386			
biangko Cu I	43	600	91,35	0,07	10,075	8,568			
biangko Cu II	28	600	92,71	0,05	7,061				
BE-1-1	81	600	90,8	0,14	18,421		6,9739		
BE-1-2	61	600	91	0,10	14,024		3,8615	5,0278 ± 1,3851	72,45
BE-1-3	63	600	91,18	0,11	14,625		4,2479		
standar Cu	656	600	91,93	1,09	158,599	158,599			
biangko Cu I	43	600	91,35	0,07	10,075	8,568			
biangko Cu II	28	600	92,71	0,05	7,061				
BE-2-1	74	600	92,15	0,12	18,105		6,1716		
BE-2-2	82	600	92,31	0,14	20,237		7,6252	7,1921 ± 0,7243	89,92
BE-2-3	83	600	92,51	0,14	20,707		7,7796		

DATA HASIL CACAH UNSUR Cu
DALAM SAMPEL BIOTA PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON $1.05 \times 10^{11} \text{ n.cm}^{-2} \cdot \text{dt}$
DAN t CACAH 600 DETIK

Diradiasi : 2-12-2004
 T shut Down : 14.56 WIB
 ^{64}Cu = 12.8 jam

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL $\mu\text{g/g}$	RATA-RATA $\mu\text{g/g}$	KESEKSAMAAN (%)
standar Cu	874	600	92,91	1,46	222,818	222,818			
biangko Cu I	43	600	91,35	0,07	10,075	8,568			
biangko Cu II	28	600	92,71	0,05	7,061				
BE-4-1	91	600	93,46	0,15	23,901		6,8813		
BE-4-2	86	600	93,65	0,14	22,821		6,4588	6,6925 ± 0,1753	97,38
BE-4-3	88	600	93,83	0,15	23,581		6,7375		
standar Cu	675	600	94,43	1,13	186,846	186,846			
biangko Cu I	43	600	91,35	0,07	10,075	8,568			
biangko Cu II	28	600	92,71	0,05	7,061				
BE-5-1	74	600	94,63	0,12	20,707		6,5470		
BE-5-2	65	600	94,8	0,11	18,357		5,2292	5,6185 ± 0,6593	88,26
BE-5-3	63	600	95	0,11	17,985		5,0793		

DATA HASIL CACAH UNSUR Cu
DALAM SAMPEL BIOTA PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON $1.05 \times 10^{11} \text{ n.cm}^{-2} \cdot \text{dt}$
DAN t CACAH 600 DETIK

Diradiasi : 2-12-2004
 T_{shut Down} : 14.⁵⁸ WIB
 T_{1/2}^{64Cu} : 12.8 jam

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL $\mu\text{g/g}$	RATA-RATA $\mu\text{g/g}$	KESEKSAMAAN (%)
standar Cu	897	600	95,55	1,50	263,819	263,819			
blangko Cu I	43	600	91,35	0,07	10,075	8,568			
blangko Cu II	28	600	92,71	0,05	7,061				
BI-6-1	82	600	95,73	0,14	24,353		5,8342		
BI-6-2	86	600	95,916	0,14	25,800		6,4295	5,5612 ± 0,8428	84,84
BI-6-3	67	600	96,1	0,11	20,301		4,4199		
standar Cu	928	600	96,63	1,55	289,371	289,371			
blangko Cu I	43	600	91,35	0,07	10,075	8,568			
blangko Cu II	28	600	92,71	0,05	7,061				
BB-7-1	78	600	113,75	0,13	61,453		17,4385		
BB-7-2	76	600	113,95	0,13	60,529		17,4571	16,7895 ± 0,9309	94,45
BB-7-3	69	600	114,13	0,12	55,492		15,4730		

DATA HASIL CACAH UNSUR Cu
DALAM SAMPEL BIOTA PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON $1.05 \times 10^{11} \text{ n.cm}^{-2}.\text{dt}$
DAN t CACAH 600 DETIK

Diradiasi : 2-12-2004
 T shut Down : 14.³⁸ WIB
 T^{1/2} : ⁶⁴Cu = 12.8 jam

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS T	CPS o	CPS o STD	KADAR SAMPEL $\mu\text{g/g}$	RATA-RATA $\mu\text{g/g}$	KESEKAMAAN (%)
standar Cu	944	600	114,61	1,57	779,189	779,189			
biangko Cu I	43	600	91,35	0,07	10,075	8,568			
biangko Cu II	28	600	92,71	0,05	7,061				
BI-8-1	83	600	114,98	0,14	69,895	7,3687			
BI-8-2	80	600	115,18	0,13	68,103	7,1533	6,5606 ± 0,9943		84,84
BI-8-3	59	600	115,36	0,10	50,717	5,1599			
standar Cu	789	600	115,73	1,32	691,962	691,962			
biangko Cu I	43	600	91,35	0,07	10,075	8,568			
biangko Cu II	28	600	92,71	0,05	7,061				
BI-9-1	76	600	116,11	0,13	68,038	8,2878			
BI-9-2	80	600	116,3	0,13	72,360	9,0627	8,4903 ± 0,4104		95,16
BI-9-3	75	600	116,48	0,13	68,502	8,1204			

DATA HASIL CACAH UNSUR Cu
DALAM SAMPEL BIOTA PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON $1.05 \times 10^{11} \text{ n.cm}^{-2} \cdot \text{dt}$
DAN t CACAH 600 DETIK

Diiradiasi : 2-12-2004

$T_{shut\ Down}$: 14.⁵⁸ WIB

$T_{1/2}^{64Cu}$ = 12.8 jam

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL $\mu\text{g/g}$	RATA-RATA $\mu\text{g/g}$	KESEKSAMAAN (%)
standar Cu	771	600	161,86	1,29	8216,999	8216,999			
blangko Cu I	43	600	91,35	0,07	10,075	8,568			
blangko Cu II	28	600	92,71	0,05	7,061				
BE-10-1	69	600	162,25	0,12	751,066		8,6976		
BE-10-2	64	600	162,45	0,11	704,225		8,1490	8,3422 ± 0,2516	96,98
BE-10-3	63	600	162,81	0,11	706,865		8,1799		
standar Cu	615	600	163,2	1,03	7047,601	7047,601			
blangko Cu I	43	600	91,35	0,07	10,075	8,568			
blangko Cu II	28	600	92,71	0,05	7,061				
BI-12-1	82	600	163,58	0,14	959,213		13,1120		
BI-12-2	87	600	163,78	0,15	1028,781		14,0715	13,6333 ± 0,3960	97,09
BI-12-3	84	600	163,96	0,14	1003,033		13,7164		

DATA HASIL CACAH UNSUR Fe
DALAM SAMPEL BIOTA PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON $1.05 \times 10^{11} \text{ n.cm}^{-2} \cdot \text{dt}$
DAN t CACAH 750 DETIK

Diradiasi : 2-12-2004

T shut Down : 14.58 WIB

T^{1/2} : ⁶⁴Fe = 1082,4 jam

Volume sampel : 0.1 g

Kadar dalam standar : Fe = 1000 ppm

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL $\mu\text{g/g}$	RATA-RATA $\mu\text{g/g}$	KESEKSAMAAN (%)
standar Fe	346	750	593,48	0,46	0,675	0,675			
blangko Fe I	13	750	594,83	0,02	0,025	0,0225			
blangko Fe II	10	750	596,4	0,01	0,020				
BE-1-1	38	750	594,16	0,05	0,074		366,250		
BE-1-2	36	750	594,38	0,05	0,070		338,642	319,401 ± 48,0730	84,94
BE-1-3	30	750	594,61	0,04	0,059		253,310		
standar Fe	376	750	595,06	0,50	0,734	0,734			
blangko Fe I	13	750	594,83	0,02	0,025	0,0225			
blangko Fe II	10	750	596,4	0,01	0,020				
BE-2-1	39	750	595,73	0,05	0,076		369,602		
BE-2-2	34	750	595,95	0,05	0,066		296,592	334,056 ± 29,8370	91,07
BE-2-3	36	750	596,18	0,05	0,070		335,974		

DATA HASIL CACAH UNSUR Fe
DALAM SAMPEL BIOTA PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON $1.05 \times 10^{11} \text{ n.cm}^{-2} \cdot \text{dt}$
DAN t CACAH 750 DETIK

Diiradiasi : 2-12-2004
 T shut Down : 14.⁵⁸ WIB
 T^{1/2} : ⁶⁴Fe = 1082,4 jam

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL $\mu\text{g/g}$	RATA-RATA $\mu\text{g/g}$	KESEKSAMAAN (%)
standar Fe	390	750	617,41	0,52	0,772	0,772			
blangko Fe I	13	750	594,83	0,02	0,025	0,0225			
blangko Fe II	10	750	596,4	0,01	0,020				
BE-4-1	29	750	618,16	0,04	0,057		224,128		
BE-4-2	35	750	618,38	0,05	0,069		303,339	212,439 ± 79,4223	62,61
BE-4-3	20	750	618,6	0,03	0,040		109,851		
standar Fe	330	750	619,3	0,44	0,654	0,654			
blangko Fe I	13	750	594,83	0,02	0,025	0,0225			
blangko Fe II	10	750	596,4	0,01	0,020				
BE-5-1	24	750	619,96	0,03	0,048		191,028		
BE-5-2	25	750	620,18	0,03	0,050		204,214	170,288 ± 39,0282	77,08
BE-5-3	19	750	620,38	0,03	0,038		115,621		

DATA HASIL CACAH UNSUR Fe
DALAM SAMPEL BIOTA PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON $1.05 \times 10^{11} \text{ n.cm}^{-2} \cdot \text{dt}$
DAN t CACAH 750 DETIK

Diradiasi : 2-12-2004

T shut Down : 14.⁵⁸ WIB

T^{1/2} : ⁶⁴Fe = 1082,4 jam

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _r	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL $\mu\text{g/g}$	RATA-RATA $\mu\text{g/g}$	KESEKSAMAAN (%)
standar Fe	392	750	620,61	0,52	0,778	0,778			
blanko Fe I	13	750	594,83	0,02	0,025	0,0225			
blanko Fe II	10	750	596,4	0,01	0,020				
BI-6-1	24	750	621,26	0,03	0,048		156,909		
BI-6-2	17	750	621,48	0,02	0,034		70,869	129,263 ± 41,3104	68,05
BI-6-3	24	750	621,7	0,03	0,048		160,012		
standar Fe	311	750	857,56	0,41	0,718	0,718			
blanko Fe I	13	750	594,83	0,02	0,025	0,0225			
blanko Fe II	10	750	596,4	0,01	0,020				
BB-7-1	15	750	858,23	0,02	0,035		80,857		
BB-7-2	26	750	858,45	0,03	0,060		254,758	184,984 ± 75,0356	59,87
BB-7-3	24	750	858,67	0,03	0,055		219,338		

Nur Aini Hakim : JTL " UII " Yogyakarta

Judul Penelitian : " Distribusi Logam Berat (Hg, Cr, Fe, Cu) Pada Cuplikan Air, Sedimen, Biota Di Perairan Surabaya

Pembimbing : Dr.Ir.Agus Tafsarani dan Luqman Hakim, ST, Msi.

DATA HASIL CACAH UNSUR Fe
DALAM SAMPEL BIOTA PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON $1.05 \times 10^{11} \text{ n.cm}^{-2} \cdot \text{dt}$
DAN t CACAH 750 DETIK

Diradiasi : 2-12-2004
 T shut Down : 14.⁵⁸ WIB
 T^{1/2} : ⁶⁴Fe = 1082,4 jam

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (Jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL $\mu\text{g/g}$	RATA-RATA $\mu\text{g/g}$	KESEKSAMAAN (%)
standar Fe	327	750	858,88	0,44	0,756	0,756			
blangko Fe I	13	750	594,83	0,02	0,025	0,0225			
blangko Fe II	10	750	596,4	0,01	0,020				
BI-8-1	21	750	859,65	0,03	0,049		164,418		
BI-8-2	22	750	859,86	0,03	0,051		179,054	130,702 ± 58,3371	55,36
BI-8-3	13	750	860,08	0,02	0,030		48,635		
standar Fe	398	750	860,3	0,53	0,921	0,921			
blangko Fe I	13	750	594,83	0,02	0,025	0,0225			
blangko Fe II	10	750	596,4	0,01	0,020				
BI-9-1	21	750	860,95	0,03	0,049		138,274		
BI-9-2	28	750	861,26	0,04	0,065		228,535	171,084 ± 40,7604	76,17
BI-9-3	22	750	861,48	0,03	0,051		146,444		

DATA HASIL CACAH UNSUR Fe
DALAM SAMPEL BIOTA PERAIRAN SURABAYA
 PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON $1.05 \times 10^{11} \text{ n.cm}^{-2} \cdot \text{dt}$
 DAN t CACAH 750 DETIK

Diradiasi : 2-12-2004

T shut Down : 14.38 WIB

T^{1/2} : ⁶⁴Fe = 1082.4 jam

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL $\mu\text{g/g}$	RATA-RATA $\mu\text{g/g}$	KESEKSAMAAN (%)
standar Fe	339	750	861,7	0,45	0,785	0,785			
biangko Fe I	13	750	594,83	0,02	0,025	0,0225			
biangko Fe II	10	750	596,4	0,01	0,020				
BE-10-1	26	750	862,38	0,03	0,060		237,796		
BE-10-2	21	750	862,63	0,03	0,049		164,833	179,431 ± 42,9542	76,06
BE-10-3	19	750	862,85	0,03	0,044		135,663		
standar Fe	337	750	863,06	0,45	0,781	0,781			
biangko Fe I	13	750	594,83	0,02	0,025	0,0225			
biangko Fe II	10	750	596,4	0,01	0,020				
BI-12-1	26	750	863,71	0,03	0,060		241,699		
BI-12-2	29	750	863,93	0,04	0,067		286,263	241,751 ± 36,3222	84,97
BI-12-3	23	750	864,15	0,03	0,053		197,292		

DATA HASIL CACAH UNSUR Cr
DALAM SAMPEL BIOTA PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON $1.05 \times 10^{11} \text{ n.cm}^{-2}.\text{dt}$
DAN t CACAH 750 DETIK

Diradiasi : 2-12-2004

T shut Down : 14.⁵⁸ WIB

T^{1/2} : ⁶⁴Cr = 667,2 jam

Volume sampel : 0.1 g

Kadar dalam standar : Cr = 20 ppm

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL $\mu\text{g/g}$	RATA-RATA $\mu\text{g/g}$	KESEKSAMAAN (%)
standar Cr	224	750	593,71	0,30	0,553	0,553			
biangko Cr I	27	750	594,83	0,04	0,067	0,068			
biangko Cr II	28	750	596,4	0,04	0,069				
BE-1-1	33	750	594,16	0,04	0,082		2,5886		
BE-1-2	34	750	594,38	0,05	0,084		3,0641	2,2738 ± 0,8051	64,59
BE-1-3	30	750	594,61	0,04	0,074		1,1688		
standar Cr	213	750	595,28	0,28	0,527	0,527			
biangko Cr I	27	750	594,83	0,04	0,067	0,068			
biangko Cr II	28	750	596,4	0,04	0,069				
BE-2-1	30	750	595,73	0,04	0,074		1,3253		
BE-2-2	28	750	595,95	0,04	0,069		0,2841	1,6682 ± 1,2929	22,49
BE-2-3	34	750	596,18	0,05	0,084		3,3951		

DATA HASIL CACAH UNSUR Cr
DALAM SAMPEL BIOTA PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON $1.05 \times 10^{11} \text{ n.cm}^{-2} \cdot \text{dt}$
DAN CACAH 750 DETIK

Dirradiasi : 2-12-2004

T shut Down : 14.⁵⁸ WIB

T^{1/2} : ⁶⁴Cr = 667.2 jam

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL $\mu\text{g/g}$	RATA-RATA $\mu\text{g/g}$	KESEKSAMAAN (%)
standar Cr	211	750	617,65	0,28	0,534	0,534			
biangko Cr I	27	750	594,83	0,04	0,067	0,068			
biangko Cr II	28	750	596,4	0,04	0,069				
BE-4-1	37	750	618,16	0,05	0,094		5,3138		
BE-4-2	35	750	618,38	0,05	0,089		4,3138	3,5886 ± 1,7801	50,39
BE-4-3	29	750	618,6	0,04	0,074		1,1381		
standar Cr	212	750	619,51	0,28	0,538	0,538			
biangko Cr I	27	750	594,83	0,04	0,067	0,068			
biangko Cr II	28	750	596,4	0,04	0,069				
BE-5-1	28	750	619,96	0,04	0,071		0,6303		
BE-5-2	30	750	620,18	0,04	0,076		1,6567	1,1435 ± 0,5132	55,12
BE-5-3	24	750	620,38	0,03	0,061		-1,4417		

DATA HASIL CACAH UNSUR Cr
DALAM SAMPEL BIOTA PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON $1.05 \times 10^{11} \text{ n.cm}^{-2} \cdot \text{dt}$
DAN t CACAH 750 DETIK

Diradiasi : 2-12-2004
 T shut Down : 14.⁵⁸ WIB
 T^{1/2} : ⁶⁴Cr = 667,2 jaar:

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL $\mu\text{g/g}$	RATA-RATA $\mu\text{g/g}$	KESEKAMAAN (%)
standar Cr	221	750	620,83	0,29	0,562	0,562			
blanko Cr I	27	750	594,83	0,04	0,067	0,068			
blanko Cr II	28	750	596,4	0,04	0,069				
BI-6-1	36	750	621,26	0,05	0,092		4,4904		
BI-6-2	39	750	621,48	0,05	0,099		6,0077	4,2026 ± 1,6042	61,82
BI-6-3	31	750	621,7	0,04	0,079		2,1098		
standar Cr	294	750	857,8	0,39	0,955	1,53			
blanko Cr I	27	750	594,83	0,04	0,067	0,068			
blanko Cr II	28	750	596,4	0,04	0,069				
BB-7-1	25	750	858,23	0,03	0,081		0,8414		
BB-7-2	35	750	858,45	0,05	0,114		2,9571	1,8993 ± 1,0578	44,3
BB-7-3	20	750	858,67	0,03	0,065		-0,1863		

DATA HASIL CACAH UNSUR Cr
DALAM SAMPEL BIOTA PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON 1.05×10^{11} n.cm⁻².dt
DAN t CACAH 750 DETIK

Diradiasi : 2-12-2004

T shut Down : 14.³⁸ WIB

T¹ : ⁶⁴Cr = 667,2 jam

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL $\mu\text{g/g}$	RATA-RATA $\mu\text{g/g}$	KESEKSAMAAN (%)
standar Cr	284	750	859,21	0,38	0,924	1,42			
blanko Cr I	27	750	594,83	0,04	0,067	0,068			
blanko Cr II	28	750	596,4	0,04	0,069				
BI-8-1	39	750	859,65	0,05	0,127		4,0402		
BI-8-2	31	750	859,86	0,04	0,101		2,2577	2,7908 \pm 0,8865	68,26
BI-8-3	30	750	860,08	0,04	0,098		2,0746		
standar Cr	216	750	860,51	0,29	0,704	1,385			
blanko Cr I	27	750	594,83	0,04	0,067	0,068			
blanko Cr II	28	750	596,4	0,04	0,069				
BI-9-1	25	750	860,95	0,03	0,082		0,9774		
BI-9-2	22	750	861,26	0,03	0,072		0,2770	1,5225 \pm 1,2677	16,73
BI-9-3	35	750	861,48	0,05	0,114		3,2471		

DATA HASIL CACAH UNSUR Cr
DALAM SAMPEL BIOTA PERAIRAN SURABAYA
PADA IRADIASI 2 x 6 JAM FASILITAS LAZY SUSAN FLUX NEUTRON 1.05 x 10¹¹n.cm⁻².dt
DAN CACAH 750 DETIK

Diradiasi : 2-12-2004
 T shut Down : 14.⁵⁸ WIB
 T^{1/2} : ⁶⁴Cr = 667.2 jam

KODE SAMPEL	NETTO	waktu CACAH (detik)	waktu TUNDA (jam)	CPS _T	CPS _o	CPS _o STD	KADAR SAMPEL $\mu\text{g/g}$	RATA-RATA $\mu\text{B/g}$	KESEKSAMAAN (%)
standar Cr	322	750	861,91	0,43	1,051	1,373			
blangko Cr I	27	750	594,83	0,04	0,067	0,068			
blangko Cr II	28	750	596,4	0,04	0,069				
BE-10-1	48	750	862,38	0,06	0,157		6,5387		
BE-10-2	31	750	862,63	0,04	0,101		2,4504	4,5359 ± 1,6700	63,18
BE-10-3	40	750	862,85	0,05	0,131		4,6186		
standar Cr	216	750	863,28	0,29	0,706	1,533			
blangko Cr I	27	750	594,83	0,04	0,067	0,068			
blangko Cr II	28	750	596,4	0,04	0,069				
BI-12-1	14	750	863,71	0,02	0,046		-1,4725		
BI-12-2	26	750	863,93	0,03	0,085		1,1292	0,9131 ± 0,2161	76,32
BI-12-3	24	750	864,15	0,03	0,079		0,6969		

LAMPIRAN 5

LAMPIRAN II PERATURAN DAERAH KOTA SURABAYA
NOMOR : 02 TAHUN 2004
TANGGAL : 19 Januari 2004

PENETAPAN KELAS AIR SUNGAI/SALURAN/WADUK

NO.	NAMA SUNGAI/SALURAN/WADUK	PENETAPAN KLASIFIKASI
1.	Kali Lamong	Kelas IV
2.	Kali Sememi	Kelas III
3.	Kali Kandangan	Kelas III
4.	Kali Balong	Kelas IV
5.	Kali Krembangan	Kelas IV
6.	Kali Anak	Kelas IV
7.	Kali Greges	Kelas IV
8.	Kali Darmo	Kelas IV
9.	Kali Dinoyo	Kelas III
10.	Kali Bendul Merisi	Kelas III
11.	Kali Soma	Kelas III
12.	Kali Medokan	Kelas III
13.	Kali Wonorejo	Kelas IV
14.	Kali Rungkut	Kelas III
15.	Kali Kebonagung	Kelas III
16.	Saluran Kalibokor	Kelas III
17.	Saluran Kalidami	Kelas III
18.	Kali Kepiting	Kelas III
19.	Kali Pegirikan	Kelas IV
20.	Saluran Tambak Wedi	Kelas III
21.	Kali Jeblok	Kelas III
22.	Kali Lebak Indah	Kelas III
23.	Kali Kenjeran	Kelas III
24.	Waduk Wonorejo	Kelas III
25.	Waduk Kedurus	Kelas III
26.	Waduk Busemi Morokrembangan	Kelas II

WALIKOTA SURABAYA

ttd

BAMBANG DWI HARTONO

Salinan sesuai dengan aslinya
an. Sekretaris Daerah Kota Surabaya

Kepala Bagian Hukum,

HADISISWANTO ANWAR

LAMPIRAN I PERATURAN DAERAH KOTA SURABAYA
 NOMOR : 02 TAHUN 2004
 TANGGAL : 19 Januari 2004

KRITERIA MUTU AIR BERDASARKAN KELAS AIR

PARAMETER	SATUAN	KELAS				KETERANGAN
		I	II	III	IV	
FISIKA						
Temperatur	°C	Deviasi 3 1000	Deviasi 3 1000	Deviasi 3 1000	Deviasi 5 2000	Deviasi temperatur dalam keadaan alamiahnya
Residu terlarut	mg/liter	50	50	400	400	Bagi pengolahan air minum secara konvensional residu tersuspensi ≤ 5000 mg/liter
Residu tersuspensi	mg/liter					
KIMIA ANORGANIK						
pH		6-9	6-9	6-9	5-9	Apabila secara alamiah diluar rentang tersebut, maka ditentukan berdasarkan kondisi alamiahnya
BOD	mg/liter	2	3	6	12	
COD	mg/liter	10	25	50	100	
DO	mg/liter	6	4	3	0	Angka batas minimum
Total fosfat sbg. P	mg/liter	0.2	0.2	1	5	
NO ₃ sbg. N	mg/liter	10	10	20	20	
NH ₃ - N	mg/liter	0.5	(-)	(-)	(-)	Bagi perikanan kandungan amonia bebas untuk ikan yang peka < 0,002 mg/liter sebagai NH ₃
Arsen	mg/liter	0.05	1	1	1	
Kobalt	mg/liter	0.2	0.2	0.2	0.2	
Barium	mg/liter	1	(-)	(-)	(-)	
Boron	mg/liter	1	1	1	1	
Selenium	mg/liter	0.01	0.05	0.05	0.05	

Kadmium	mg/liter	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01		
Khrom (VI)	mg/liter	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05		
Tembaga	mg/liter	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02		
Besi	mg/liter	0.3	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)		Bagi pengolahan air minum secara konvensional Cu < 1 mg/liter
Timbal	mg/liter	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03		Bagi pengolahan air minum secara konvensional Fe < 5 mg/liter
Mangan	mg/liter	0.1	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)		Bagi pengolahan air minum secara konvensional Pb < 0.1 mg/liter
Air Raksa	mg/liter	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01		
Seng	mg/liter	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05		
Klorida	mg/liter	600	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)		Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Zn < 5 mg/liter
Sianida	mg/liter	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02		
Fluorida	mg/liter	0.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5		
Nitrit sbg. N	mg/liter	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05		
Sulfat	mg/liter	400	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)		Bagi pengolahan air minum secara konvensional, NO ₂ -N < 1 mg/liter
Khlorin bebas	mg/liter	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03		Bagi ABAM tidak dipersyaratkan
Belerang sbg. H ₂ S	mg/liter	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002		Bagi pengolahan air minum secara konvensional, S sebagai H ₂ S < 0.1 mg/liter
MIKROBIOLOGI													
- Faecal Coliform	Jml/100 ml.	100	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000		
- Total Coliform	Jml/100 ml	1000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000		Bagi pengolahan air minum secara konvensional, fecal coliform < 2000 jml/100 ml dan Total coliform < 10000 jml/100 ml
RADIOAKTIFITAS													
- Gross-A	Bq/liter	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
- Gross-B	Bq/liter	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
KIMIA ORGANIK													

LAMPIRAN 6

-6.1 Baku Mutu Air Laut Untuk Biota Laut

-6.2 Baku Mutu Air Laut Untuk Wisata Bahari

-6.3 Baku Mutu Air Laut Untuk Pelabuhan

**BAKU MUTU AIR LAUT
JNTUK BIOTA LAUT**

Lampiran III.
Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup
Nomor: Tahun 2004

No.	Parameter	Satuan	Baku mutu
FISIKA			
1.	Kecerahan ^a	m	coral: >5 mangrove: - lamun: >3 alami ³
2.	Kebauan	-	<5
3.	Kekeruhan ^a	NTU	coral: 20 mangrove: 80 lamun: 20
4.	Padatan tersuspensi total ^b	mg/l	nihil ¹⁽⁴⁾ alami ^{3(c)}
5.	Sampah	-	coral: 28-30 ^(c) mangrove: 28-32 ^(c) lamun: 28-30 ^(c)
6.	Suhu ^c	°C	nihil ¹⁽⁵⁾
7.	Lapisan minyak ⁵	-	
KIMIA			
1.	pH ^d	-	7 - 8,5 ^(d) alami ^{3(e)}
2.	Salinitas ^e	‰	coral: 33-34 ^(e) mangrove: s/d 34 ^(e) lamun: 33-34 ^(e)
3.	Oksigen terlarut (DO)	mg/l	>5
4.	BOD5	mg/l	20
5.	Ammonia total (NH ₃ -N)	mg/l	0,3
6.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	0,015
7.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	0,008
8.	Sianida (CN ⁻)	mg/l	0,5
9.	Sulfida (H ₂ S)	mg/l	0,01
10.	PAH (Poliaromatik hidrokarbon)	mg/l	0,003
11.	Senyawa Fenol total	mg/l	0,002
12.	PCB total (poliklor bifenil)	µg/l	0,01
13.	Surfaktan (deterjen)	mg/l MBAS	1
14.	Minyak & lemak	mg/l	1
15.	Pestisida ^f	µg/l	0,01
16.	TBT (tributil tin) ⁷	µg/l	0,01
Logam terlarut:			
17.	Raksa (Hg)	mg/l	0,001
18.	Kromium heksavalen (Cr(VI))	mg/l	0,005
19.	Arsen (As)	mg/l	0,012
No.	Parameter	Satuan	Baku mutu

20.	Kadmium (Cd)	mg/l	0,001
21.	Tembaga (Cu)	mg/l	0,008
22.	Timbal (Pb)	mg/l	0,008
23.	Seng (Zn)	mg/l	0,05
24.	Nikel (Ni)	mg/l	0,05
BIOLOGI			
1.	Coliform (total) ⁹	MPN/100 ml	1000 ⁽⁹⁾
2.	Patogen	sel/100 ml	nihil ¹
3.	Plankton	sel/100 ml	tidak bloom ⁶
RADIO NUKLIDA			
1.	Komposisi yang tidak diketahui	Bq/l	4

Catatan:

1. Nihil adalah tidak terdeteksi dengan batas deteksi alat yang digunakan (sesuai dengan metode yang digunakan)
2. Metode analisa mengacu pada metode analisa untuk air laut yang telah ada, baik internasional maupun nasional.
3. Alami adalah kondisi normal suatu lingkungan, bervariasi setiap saat (siang, malam dan musim).
4. Pengamatan oleh manusia (*visual*).
5. Pengamatan oleh manusia (*visual*). Lapisan minyak yang diacu adalah lapisan tipis (*thin layer*) dengan ketebalan 0,01mm
6. Tidak bloom adalah tidak terjadi pertumbuhan yang berlebihan yang dapat menyebabkan eutrofikasi. Pertumbuhan plankton yang berlebihan dipengaruhi oleh nutrisi, cahaya, suhu, kecepatan arus, dan kestabilan plankton itu sendiri.
7. TBT adalah zat *antifouling* yang biasanya terdapat pada cat kapal
 - a. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% kedalaman *euphotic*
 - b. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% konsentrasi rata-rata musiman
 - c. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <2°C dari suhu alami
 - d. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <0,2 satuan pH
 - e. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <5% salinitas rata-rata musiman
 - f. Berbagai jenis pestisida seperti: DDT, Endrin, Endosulfan dan Heptachlor
 - g. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% konsentrasi rata-rata musiman

Menteri Negara
Lingkungan Hidup,

ttd

Nabiel Makarim, MPA., MSM.

Salinan sesuai dengan aslinya
Deputi MENLH Bidang Kebijakan dan
Kelembagaan Lingkungan Hidup,

Hostomo, MPA.

**BAKU MUTU AIR LAUT
UNTUK WISATA BAHARI**

Lampiran II
Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup
Nomor : Tahun 2004

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu
FISIKA			
1.	Warna	Pt. Co	30
2.	Bau		Tidak berbau
3.	Kecerahan ^a	m	>6
4.	Kekeruhan ^a	ntu	5
5.	Padatan tersuspensi total ^b	mg/l	20
6.	Suhu ^c	°C	alami ^{3(c)}
7.	Sampah	-	nihil ¹⁽⁴⁾
8.	Lapisan minyak ⁵	-	nihil ¹⁽⁵⁾
KIMIA			
1.	pH ^d	-	7 - 8,5 ^(d)
2.	Salinitas ^e	‰	alami ^{3(e)}
3.	Oksigen Terlarut (DO)	mg/l	>5
4.	BOD5	mg/l	10
5.	Amoniak bebas (NH ₃ -N)	mg/l	nihil ¹
6.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	0,015
7.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	0,008
8.	Sulfida (H ₂ S)	mg/l	nihil ¹
9.	Senyawa Fenol	mg/l	nihil ¹
10.	PAH (Poliaromatik hidrokarbon)	mg/l	0,003
11.	PCB (poliklor bifenil)	µg/l	nihil ¹
9.	Surfaktan (detergen)	mg/l MBAS	0,001
10.	Minyak & lemak	mg/l	1
11.	Pestisida ^f	µg/l	nihil ^{1(g)}
Logam terlarut:			
12.	Raksa (Hg)	mg/l	0,002
13.	Kromium heksavalen (Cr(VI))	mg/l	0,002
14.	Arsen (As)	mg/l	0,025
15.	Cadmium (Cd)	mg/l	0,002
16.	Tembaga (Cu)	mg/l	0,050
17.	Timbal (Pb)	mg/l	0,005
18.	Seng (Zn)	mg/l	0,095
19.	Nikel (Ni)	mg/l	0,075

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu
1.	BIOLOGI E Coliform (<i>faecal</i>) ^g	MPN/100 ml	200 ^(g)
2.	Coliform (total) ^g	MPN/100 ml	1000 ^(g)
1.	RADIO NUKLIDA Komposisi yang tidak diketahui	Bq/l	4

Keterangan:

1. Nihil adalah tidak terdeteksi dengan batas deteksi alat yang digunakan (sesuai dengan metode yang digunakan)
2. Metode analisa mengacu pada metode analisa untuk air laut yang telah ada, baik internasional maupun nasional.
3. Alami adalah kondisi normal suatu lingkungan, bervariasi setiap saat (siang, malam dan musim)
4. Pengamatan oleh manusia (visual).
5. Pengamatan oleh manusia (visual). Lapisan minyak yang diacu adalah lapisan tipis (thin layer) dengan ketebalan 0,01mm
 - a. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% kedalaman euphotic
 - b. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% konsentrasi rata2 musiman
 - c. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <2°C dari suhu alami
 - d. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <0,2 satuan pH
 - e. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <5% salinitas rata-rata musiman
 - f. Berbagai jenis pestisida seperti: DDT, Endrin, Endosulfan dan Heptachlor
 - g. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% konsentrasi rata-rata musiman

Menteri Negara
Lingkungan Hidup,

ttd

Nabiel Makarim, MPA., MSM.

Salinan sesuai dengan aslinya
Deputi MENLH Bidang Kebijakan dan
Kelembagaan Lingkungan Hidup,

Hoetomo, MPA.

BAKU MUTU AIR LAUT
UNTUK PERAIRAN PELABUHAN

Lampiran I.
Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup
Nomor: 51 Tahun 2004

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu
FISIKA			
1.	Kecerahan ^a	m	>3
2.	Kebauan	-	tidak berbau
3.	Padatan tersuspensi total ^b	mg/l	80
4.	Sampah	-	nihil ¹⁽²⁾
5.	Suhu ^c	°C	alami ^{3(c)}
6.	Lapisan minyak ⁵	-	nihil ¹⁽⁵⁾
KIMIA			
1.	pH ^d	-	6,5 - 8,5 ^(d)
2.	Salinitas ^e	‰	alami ^{3(e)}
3.	Ammonia total (NH ₃ -N)	mg/l	0,3
4.	Sulfida (H ₂ S)	mg/l	0,03
5.	Hidrokarbon total	mg/l	1
6.	Senyawa Fenol total	mg/l	0,002
7.	PCB (poliklor bifenil)	µg/l	0,01
8.	Surfaktan (deterjen)	mg/l MBAS	1
9.	Minyak dan Lemak	mg/l	ε
10.	TBT (tri butil tin) ⁶	µg/l	0,01
Logam terlarut:			
11.	Raksa (Hg)	mg/l	0,003
12.	Kadmium (Cd)	mg/l	0,01
13.	Tembaga (Cu)	mg/l	0,05
14.	Timbal (Pb)	mg/l	0,05
15.	Seng (Zn)	mg/l	0,1
BIOLOGI			
1.	Coliform (total) ^f	MPN/100 ml	1000 ^(f)

Keterangan:

1. Nihil adalah tidak terdeteksi dengan batas deteksi alat yang digunakan (sesuai dengan metode yang digunakan)
2. Metode analisa mengacu pada metode analisa untuk air laut yang telah ada, baik internasional maupun nasional.
3. Alami adalah kondisi normal suatu lingkungan, bervariasi setiap saat (siang, malam dan musim)
4. Pengamatan oleh manusia (visual).
5. Pengamatan oleh manusia (visual). Lapisan minyak yang diacu adalah lapisan tipis (thin layer) dengan ketebalan 0,01mm
6. TBT adalah zat *antifouling* yang biasanya terdapat pada cat kapal
 - a. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% kedalaman *euphotic*
 - b. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% konsentrasi rata-rata musiman
 - c. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <2 °C dari suhu alami

- d. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <0.2 satuan, pH
- e. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <5% salinitas rata-rata musiman
- f. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% konsentrasi rata-rata musiman

Menteri Negara
Lingkungan Hidup,

ttd

Nabiel Makarim, MPA., MSM.

Salinan sesuai dengan aslinya
Deputi MENLH Bidang Kebijakan dan
Kelembagaan Lingkungan Hidup,



Florentino, MPA.

LAMPIRAN 7

BATAS MAKSIMUM CEHARAN LOGAM DALAM MAKANAN
 DIREKTUR JENDERAL PENGAWASAN OBAT DAN MAKANAN

- a. bahwa dalam rangka melindungi kesehatan masyarakat, makanan yang diedarkan perlu memenuhi syarat kesehatan;
 - b. bahwa salah satu upaya untuk melindungi kesehatan masyarakat adalah dengan menetapkan Batas Maksimum Cemaran Logam;
 - c. bahwa sehubungan dengan hal tersebut diatas, perlu ditetapkan Keputusan Direktur Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan tentang Batas Maksimum Cemaran Logam Dalam Makanan.
- Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 329/Menkes/Per/XII/76 tentang Produksi dan Peredaran Makanan.

H E M U T U S K A N :

- 1. menetapkan : Keputusan Direktur Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan tentang Batas Maksimum Cemaran Logam Dalam Makanan.
- dua : Makanan yang diproduksi dan diedarkan harus memenuhi persyaratan tentang batas maksimum cemaran logam.
- tiga : Batas maksimum cemaran logam dalam makanan seperti tercantum pada Lampiran Keputusan ini.
- empat : Batas cemaran logam pada makanan lain, cara pengujian dan hal lain yang belum cukup diatur dalam Keputusan ini akan ditetapkan lebih lanjut oleh Direktur Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan.
- lima : Keputusan ini mulai berlaku sejak tanggal ditetapkan.

Ditetapkan di : J A K A R T A
 Pada tanggal : 10 Juli 1989
 DIREKTUR JENDERAL PENGAWASAN
 OBAT DAN MAKANAN

DRS. SLAMET SOESILO
 NIP. 140051341

NO.	K O M O D I T I	Arsen (As)		Timbal (Pb)		Tembaga (Cu)		Seng (Zn)		Timah (Sn)		Bakas (Hg)		RESTRINSI
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	
I.	BUMI DAN HASIL OLAHNYA													
	1. Agar buah	1,0	10,0	30,0	40,0	40,0(250,0*)	-	-	-	-	-	-	-	
	2. Sari buah	0,2	0,3	5,0	5,0	40,0(250,0*)	0,03	-	-	-	-	-	-	
	3. Sari buah konsentrat	0,7	0,3	5,0	5,0	40,0(250,0*)	0,03	-	-	-	-	-	-	Dititungs ter- hadap maknan yang tidak di- konsumsi/di- lain
	4. Biji dan sebijanya	1,0	1,3	10,0	40,0	40,0(250,0*)	-	-	-	-	-	-	-	
	5. Temat dan hasil olahnya	1,0	1,0	30,0	40,0	40,0(250,0*)	0,03	-	-	-	-	-	-	
	6. Buah dan hasil olahnya yang tidak tertera di atas	1,0	2,0	5,0	40,0	40,0(250,0*)	0,03	-	-	-	-	-	-	
II.	COKLAT, KOPI, TEH													
	1. Coklat bubuk	1,0	2,0	30,0	40,0	40,0(250,0*)	0,03	-	-	-	-	-	-	Dititungs ter- hadap bahan yang sukah diharingkan dan bebas ba- sak
	2. Kopi bubuk	1,0	2,0	30,0	40,0	40,0(250,0*)	0,03	-	-	-	-	-	-	
	3. Teh	1,0	2,0	150,0	40,0	40,0(250,0*)	0,03	-	-	-	-	-	-	
III.	DUGING DAN HASIL OLAHNYA	1,0	2,0	30,0	40,0	40,0(250,0*)	0,03	-	-	-	-	-	-	

LAMPIRAN 8

LAMPIRAN 14

Tabel Tenaga Radionuklida

Tenaga kW	Isotop	Intensitas	Uang paru	Tenaga kW	Isotop	Intensitas	Uang paru	Tenaga kW	Isotop	Intensitas	Uang paru
53,1	TY-161	30	7,2 h	136,5	Co-57	6	270	236,8	As-77	60	35,7 j
57,4	NY-106	30	4,4 h	137,0	Kr-106	90	2,2 h	222,0	Pb-214	10	7,4 h
57,5	NY-106	30	3,3 j	139,0	Kr-106	20	12,3 h	245,4	As-111	75	48 h
57,8	Co-60	100	10,5 h	139,0	Co-193	100	49,5 j	245,4	Co-111	50	2,8 h
58,2	TY-192	100	14,4 h	139,8	Co-75	100	66 j	245,6	Sm-155	6	21,9 h
59,8	TY-159	100	6,75 h	140,6	Kr-99	100	21,6, 24 j	249,7	As-77	10	38,7 j
61,2	Co-137	100	3,5 h	141,2	Sm-155	10	21,9 h	255,2	Co-113	100	115 h
61,6	NY-169	100	30,6 h	142,5	Sm-155	100	23,3 h	255,6	Kr-151	10	12 h
63,3	TY-169	14	119,1 h	146,7	Co-111	100	32,5 h	264,6	Co-77	5	11,3 j
67,7	Co-153	100	208 h	150,3	TY-177	50	1,9 j	268,1	Co-75	80	79 h
69,6	Co-153	100	23,5 h	150,4	Co-111	25	43 h	273,3	As-135	100	28,7 j
74,9	NY-161	100	4,4 h	151,7	TY-177	25	1,9 j	275,6	Co-117	10	3,0 j
76,3	NY-106	100	6,5 h	153,7	NY-161	0,2	1,5 h	275,8	Co-117	10	27,5 j
77,6	NY-197	80	20,0 j	155,1	NY-165	70	1,25 h	275,9	Co-117	60	18 h
77,6	NY-197	80	20,0 j	158,3	NY-199	80	42,0 h	277,5	NY-239	20	2,35 j
80,6	NY-166	30	28,9 h	158,3	NY-199	80	3,15 h	278,1	NY-239	100	46,9 h
80,6	NY-166	30	7,5 h	158,4	NY-177	100	1,4 h	279,2	NY-239	90	52,1 j
82,4	NY-170	100	1,7 h	158,8	NY-177	100	104 h	279,5	NY-165	15	111 h
86,6	TY-233	100	22,4 h	159,8	Co-77	100	54 h	282,6	NY-165	30	101 h
86,6	TY-233	100	13,5 j	160,0	Co-77	100	3,4 h	286,1	NY-165	30	33,1 h
88,0	NY-109	100	40 h	160,2	Co-77	100	39,5 h	290,0	Co-113	10	18 h
88,0	NY-109	100	50 h	160,6	NY-177	100	17,5 h	293,1	Co-113	10	13,0 h
88,0	NY-176	100	3,71 j	162,9	NY-177	100	17,5 h	295,2	NY-214	10	7,4 h
89,4	NY-176	100	11,1 h	163,8	NY-177	100	12,0 h	295,4	NY-177	10	74,4 h
92,4	NY-176	100	18,7 h	165,8	NY-177	100	6,75 h	295,4	NY-160	20	73 h
93,1	NY-176	100	41,6 j	165,8	NY-177	100	120,5 h	299,9	NY-233	12	27,0 h
93,2	NY-165	100	43 h	166,1	NY-199	80	2,5 h	302,8	NY-133	2	7,5 h
94,6	NY-165	100	2,36 j	171,7	NY-199	80	2,5 h	303,3	Co-159	1	16,0 h
97,2	NY-165	100	3,51 h	172,1	NY-165	80	16,2 h	306,8	NY-165	1	35,3 j
97,5	NY-165	100	4,6 h	175,1	NY-165	80	2,0 h	308,8	NY-165	1	14,0 h
99,0	NY-165	100	216 h	176,2	NY-165	80	30,5 h	311,4	NY-165	80	7,8 h
100,0	NY-165	100	115,1 h	177,0	NY-165	80	66 h	311,5	NY-165	80	13,5 j
100,0	NY-165	100	38,8 h	177,2	NY-165	80	6,6 h	311,5	NY-165	80	27,6 h
100,0	NY-165	100	236 h	178,9	NY-165	80	16,2 h	311,5	NY-165	80	11,06 h
100,0	NY-165	100	47,1 j	182,2	NY-165	80	10,0 h	311,5	NY-165	80	27,8 h
100,0	NY-165	100	21,9 h	184,7	NY-165	80	80 h	312,0	NY-165	80	5,79 h
100,0	NY-165	100	18,7 h	184,9	NY-165	80	7,75 h	312,1	NY-165	80	2,68 h
100,0	NY-165	100	18,7 h	190,2	NY-165	80	65 h	312,1	NY-165	80	19,7 j
100,0	NY-165	100	2,35 h	192,4	NY-165	80	10,0 j	312,6	NY-165	80	40,57 j
100,0	NY-165	100	1,25 h	192,4	NY-165	80	1,4 h	312,6	NY-165	80	9,5 h
100,0	NY-165	100	1,25 h	192,4	NY-165	80	1,4 h	312,6	NY-165	80	5,5 h
100,0	NY-165	100	1,25 h	192,4	NY-165	80	1,4 h	312,6	NY-165	80	5,2 h
100,0	NY-165	100	1,25 h	192,4	NY-165	80	1,4 h	312,6	NY-165	80	4,5 j
100,0	NY-165	100	1,25 h	192,4	NY-165	80	1,4 h	312,6	NY-165	80	27,5 j
100,0	NY-165	100	1,25 h	192,4	NY-165	80	1,4 h	312,6	NY-165	80	27,0 h
100,0	NY-165	100	1,25 h	192,4	NY-165	80	1,4 h	312,6	NY-165	80	7,1 h
100,0	NY-165	100	1,25 h	192,4	NY-165	80	1,4 h	312,6	NY-165	80	7,0 h
100,0	NY-165	100	1,25 h	192,4	NY-165	80	1,4 h	312,6	NY-165	80	9,35 j
100,0	NY-165	100	1,25 h	192,4	NY-165	80	1,4 h	312,6	NY-165	80	4,6 h
100,0	NY-165	100	1,25 h	192,4	NY-165	80	1,4 h	312,6	NY-165	80	80,0 h
100,0	NY-165	100	1,25 h	192,4	NY-165	80	1,4 h	312,6	NY-165	80	3,0 h
100,0	NY-165	100	1,25 h	192,4	NY-165	80	1,4 h	312,6	NY-165	80	17,0 j
100,0	NY-165	100	1,25 h	192,4	NY-165	80	1,4 h	312,6	NY-165	80	6,2 h
100,0	NY-165	100	1,25 h	192,4	NY-165	80	1,4 h	312,6	NY-165	80	7,5 h
100,0	NY-165	100	1,25 h	192,4	NY-165	80	1,4 h	312,6	NY-165	80	25 h
100,0	NY-165	100	1,25 h	192,4	NY-165	80	1,4 h	312,6	NY-165	80	3,0 h
100,0	NY-165	100	1,25 h	192,4	NY-165	80	1,4 h	312,6	NY-165	80	3,71 h
100,0	NY-165	100	1,25 h	192,4	NY-165	80	1,4 h	312,6	NY-165	80	105 h
100,0	NY-165	100	1,25 h	192,4	NY-165	80	1,4 h	312,6	NY-165	80	10,0 h
100,0	NY-165	100	1,25 h	192,4	NY-165	80	1,4 h	312,6	NY-165	80	2,36 j
100,0	NY-165	100	1,25 h	192,4	NY-165	80	1,4 h	312,6	NY-165	80	18,0 j
100,0	NY-165	100	1,25 h	192,4	NY-165	80	1,4 h	312,6	NY-165	80	4,08 h
100,0	NY-165	100	1,25 h	192,4	NY-165	80	1,4 h	312,6	NY-165	80	2,56 j
100,0	NY-165	100	1,25 h	192,4	NY-165	80	1,4 h	312,6	NY-165	80	11,3 h
100,0	NY-165	100	1,25 h	192,4	NY-165	80	1,4 h	312,6	NY-165	80	42,0 h
100,0	NY-165	100	1,25 h	192,4	NY-165	80	1,4 h	312,6	NY-165	80	22,0 h

Tabel Tenaga Radionuklida

Isotop	Intensitas	Waktu	Isotop	Intensitas	Waktu	Isotop	Intensitas	Waktu	Isotop	Intensitas	Waktu
802,1	13,1 h	602,1	7-111	2,8 h	809,2	100	100	100	100	100	100
602,6	2,84 h	602,6	8-112	60,9 h	910,1	100	100	100	100	100	100
604,7	104 h	604,7	9-113	2,07 t	911,0	100	100	100	100	100	100
608,4	101 h	608,4	10-114	3,79 h	928,5	100	100	100	100	100	100
609,3	52,1 h	609,3	11-115	100	934,1	100	100	100	100	100	100
610,2	2,70 h	610,2	12-116	100	934,0	100	100	100	100	100	100
616,4	53,99 h	616,4	13-117	100	937,2	100	100	100	100	100	100
617,0	105 h	617,0	14-118	100	938,4	100	100	100	100	100	100
619,0	1,8 h	619,0	15-119	100	945,1	100	100	100	100	100	100
622,3	6,2 h	622,3	16-120	100	963,5	100	100	100	100	100	100
625,3	2,0 t	625,3	17-121	100	965,8	100	100	100	100	100	100
630,1	70,0 h	630,1	18-122	100	968,8	100	100	100	100	100	100
633,0	2,4 h	633,0	19-123	100	983,5	100	100	100	100	100	100
632,9	13,8 h	632,9	20-124	100	1005,5	100	100	100	100	100	100
634,6	12,0 h	634,6	21-125	100	1012,4	100	100	100	100	100	100
636,4	25,4 h	636,4	22-126	100	1014,1	100	100	100	100	100	100
640,4	5,5 h	640,4	23-127	100	1017,1	100	100	100	100	100	100
644,6	85 h	644,6	24-128	100	1037,6	100	100	100	100	100	100
645,8	22,4 h	645,8	25-129	100	1039,0	100	100	100	100	100	100
657,0	33,5 h	657,0	26-130	100	1039,4	100	100	100	100	100	100
657,8	72 h	657,8	27-131	100	1047,0	100	100	100	100	100	100
658,1	11,5 h	658,1	28-132	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
661,6	74,4 h	661,6	29-133	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
661,6	4,5 h	661,6	30-134	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
664,4	16,7 h	664,4	31-135	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
665,7	24,0 h	665,7	32-136	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
667,7	3,2 h	667,7	33-137	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
670,0	44 h	670,0	34-138	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
676,0	46,27 h	676,0	35-139	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
685,7	13,1 h	685,7	36-140	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
692,5	53 h	692,5	37-141	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
695,8	38,9 h	695,8	38-142	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
697,4	17,0 h	697,4	39-143	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
702,5	12,0 h	702,5	40-144	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
707,8	15,8 h	707,8	41-145	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
711,6	245 h	711,6	42-146	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
713,1	17,4 h	713,1	43-147	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
721,8	713,1 h	721,8	44-148	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
724,0	17,5 h	724,0	45-149	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
724,3	78 h	724,3	46-150	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
727,3	2,58 h	727,3	47-151	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
727,3	36,0 h	727,3	48-152	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
739,9	2,2 h	739,9	49-153	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
743,3	1,02 t	743,3	50-154	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
754,0	(30,4)	754,0	51-155	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
756,0	4 h	756,0	52-156	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
765,8	1,25 h	765,8	53-157	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
768,1	38,7 h	768,1	54-158	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
766,6	2,33 h	766,6	55-159	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
791,7	12,0 h	791,7	56-160	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
793,8	25,4 h	793,8	57-161	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
800,3	2,3 h	800,3	58-162	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
803,7	2,33 h	803,7	59-163	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
823,0	11,06 h	823,0	60-164	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
824,1	3,0 h	824,1	61-165	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
824,6	14,0 h	824,6	62-166	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
824,0	35,87 h	824,0	63-167	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
824,0	1,02 h	824,0	64-168	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
826,9	44 h	826,9	65-169	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
860,5	11,5 h	860,5	66-170	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
871,1	72 h	871,1	67-171	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
874,8	72 h	874,8	68-172	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
879,4	26,3 h	879,4	69-173	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
880,0	2,75 h	880,0	70-174	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
884,5	2,07 t	884,5	71-175	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
889,4	17,0 h	889,4	72-176	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
894,2	22,0 h	894,2	73-177	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
898,0	4,4 h	898,0	74-178	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
898,0	14,6 h	898,0	75-179	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
898,0	17,5 h	898,0	76-180	100	1050,5	100	100	100	100	100	100
902,8	2 t	902,8	77-181	100	1050,5	100	100	100	100	100	100

d = detik, m = menit, s = jam, h = hari, t = tahun

TABEL TENAGA RADIONUKLIDA

Produkt	Tenaga (kev) (intensitas)	Tenaga lain (kev)	Isotop	Produkt	Tenaga (kev) (intensitas)	Tenaga lain (keV)
¹¹² Sn (n,γ)	197,4 (100)	1356	Sn-82	Sn-82 (n,γ)	151,1; 231,5	-
¹¹³ Sn (n,γ)	1633,1 (100)	-	Sn-85	Sn-84 (n,γ)	514,0 (100)	-
¹¹³ Sn (n,2n)	/β ⁺ ; 1274,5	-	Sn-87	Sn-86 (n,γ)	388,5 (100)	-
¹¹³ Sn (n,γ)	1368,4 (47); 2753,6 (52)	-	Y-88	Y-89 (n,2n)	898,0(100); 1836,1(100)	2734
¹¹³ Sn (n,γ)	844,0(70); 1014,1(30)	170	Y-90	Y-89 (n,γ)	202,4(50); 479,3(50)	682
¹¹³ Sn (n,γ)	1778,9 (100)	-	Zr-89m	Nb-93 (n,α)	-	-
¹¹³ Sn (n,γ)	1273,3 (100)	2426	Zr-89	Mo-92 (n,α)	588,6 (90)	1509; β ⁺
¹¹³ Sn (n,γ)	1266,2 (100)	-	Zr-89	Mo-92 (n,α)	/β ⁺ ; 909,2 (100)	1712
¹¹³ Sn (n,γ)	3102,4 (100)	-	Zr-95	Zr-94 (n,γ)	724,0(50); 756,6(40)	-
¹¹³ Sn (n,γ)	1642,0(60); 2166,8(40)	-	Zr-97	Zr-96 (n,γ)	355,6; 507,9; 1147,9	254; 603; 704; 805; 1022; 1277; 1362; 1751; 1852
¹¹³ Sn (n,γ)	1293,6 (100)	-	Nb-92	Nb-93 (n,2n)	934,6 (90)	913; 1846
¹¹³ Sn (n,γ)	1524,7 (100)	313; 1923	Nb-94m	Nb-93 (n,γ)	871,1 (10)	41
¹¹³ Sn (n,γ)	160,0(100); 1296,9(90)	489; 808	Nb-94	Nb-93 (n,γ)	702,5(50); 871,1(50)	-
¹¹³ Sn (n,γ)	3083(100); 4071(10)	-	Nb-95	Zr-94 (n,γ, β ⁻)	765,8 (100)	-
¹¹³ Sn (n,γ)	142,5 (100)	-	Nb-95m	Zr-94 (n,γ, β ⁻)	235,7 (100)	-
¹¹³ Sn (n,γ)	889,4(50); 1120,3(50)	-	Nb-97	Zr-96 (n,γ, β ⁻)	743,3 (100)	-
¹¹³ Sn (n,γ, β ⁻)	160,0 (100)	-	Mo-99	Mo-98 (n,γ, β ⁻)	658,1 (100)	1022*
¹¹³ Sn (n,γ)	983,5(33); 1037,6(33);	-	Mo-99	Mo-98 (n,γ)	140,6(90); 180,9(10);	366; 778; 881; 921
¹¹³ Sn (n,γ)	1311,8 (33)	-	Mo-99	Mo-98 (n,γ)	739,9(2)	-
¹¹³ Sn (n,γ)	320,0 (100)	-	Mo-99	Mo-98 (n,γ)	140,6 (100)	-
¹¹³ Sn (n,γ)	320,0(90); 608,4(1);	-	Mo-101	Mo-100 (n,γ)	192,0(10); 590,8(10);	81,196; 334; 378;
¹¹³ Sn (n,γ)	928,5 (4)	-			1012,4(10)	398; 408; 421; 499;
¹¹³ Sn (n,γ)	1434,4 (100)	-				506; 512; 567; 608; 643; 695;
¹¹³ Sn (n,γ)	834,8 (100)	-				805; 871; 877; 934; 1161;
¹¹³ Sn (n,γ)	846,9(70); 1810,7(20);	2522; 2657; 2962;				1187; 1199; 1251; 1303; 1357;
¹¹³ Sn (n,γ)	2112,8(10)	3371				1533; 1600; 1674; 1759; 1839;
¹¹³ Sn (n,γ)	192,5(2); 1098,6(50);	143; 335				2033; 2041; 2089
¹¹³ Sn (n,2n, β ⁺)	121,9(80); 136,5(6)	-	Mo-101	Mo-100 (n,γ, β ⁻)	127,3(2); 306,8(80);	180; 184; 233; 237;
¹¹³ Sn (n,γ)	/β ⁺ ; 810,3 (100)	863; 1675			544,9(7)	531; 627; 714; 719;
¹¹³ Sn (n,γ)	58,5 (100); 1332,4 (1)	-				811; 843; 928; 938
¹¹³ Sn (n,γ)	1173,1(100); 1372,4(100)	-	Ru-97	Ru-96 (n,γ)	215,8(90); 325,1(10)	569
¹¹³ Sn (n,2n)	127,4(12); 1378,4(70); /β ⁺	1759; 1921	Ru-103	Ru-102 (n,γ)	497,0(90); 610,2(10)	295
¹¹³ Sn (n,γ)	366,5(19); 1115,4(30);	1623; 1725; 508	Ru-105	Ru-104 (n,γ)	469,6(20); 676,0(10);	150; 263; 317; 326;
¹¹³ Sn (n,γ)	1481,7(50)	-			724,3(40)	350; 394; 414-575;
¹¹³ Sn (n,γ)	/β ⁺ ; 1345,5 (100)	-				676; 876; 908; 969
¹¹³ Sn (n,γ)	1039,0 (100)	833	Rb-102m	Rb-103 (n,2n)	475,1(70); 1047,0(10);	345; 415; 418; 468; 557;
¹¹³ Sn (n,γ)	93,2(40)	-			/β ⁺	628; 631; 681; 697; 733;
¹¹³ Sn (n,γ)	/β ⁺ ; 1115,4 (200)	-				739; 767; 1103; 1114;
¹¹³ Sn (n,γ)	458,7 (100)	-				1158; 1361; 1324; 1562;
¹¹³ Sn (n,γ)	121,8; 511,6; 910,2	1010				1580; 2038; 2261
¹¹³ Sn (n,γ)	175,3(30); 1039,4(30);	-	Rb-104(m)	Rb-103 (n,γ)	51,4; 77,6; 97,2	556; 768; 1239; others
¹¹³ Sn (n,γ)	1050,5(30)	-	Rb-104	Rb-103 (n,γ)	555,8 (100)	1239
¹¹³ Sn (n,γ)	630,1(10); 834,1(40);	382; 601; 756; 786;	Rb-105	Ru-104 (n,γ, β ⁻)	306,2; 319,1	280; 443
¹¹³ Sn (n,γ)	2201,4(14)	810; 861; 894; 940;	Rb-105	Ru-104 (n,γ, β ⁻)	130,0 (100)	-
		971; 1000; 1052;	Pd-109m	Pd-108 (n,γ)	188,9 (100)	-
		121,5; 1231; 1260;	Pd-109	Pd-108 (n,γ)	311,5(10); 88,0(100)	-
		1276; 1463; 1571;	Pd-111m	Pd-110 (n,γ)	172,1 (90)	-
		1596; 1681; 1860;	Pd-111	Pd-110 (n,γ)	376,5(20); 580,0(24);	290; 509; 623; 836;
		2108; 2491; 2507;			1388,1(15)	1120; 1459; others
		2343; 2902			93,2 (100)	-
¹¹³ Sn (n,γ)	194,0 (10); 264,6 (80)	66; 419; 465	Ag-107m	Cd-106 (n,γ, E.C)	93,2 (100)	-
¹¹³ Sn (n,γ)	139,8 (100)	-	Ag-107	Ag-107 (n,γ)	433,8(20); 652,9(60)	619
¹¹³ Sn (n,γ)	211,4(50); 215,5(50);	156; 194; 338; 267;	Ag-109m	Pd-109 (n,γ, β ⁻)	88,0 (100)	-
¹¹³ Sn (n,γ)	264,5(50)	416; 460; 475; 558;	Ag-110m	Ag-109 (n,γ)	657,8(30); 884,5(20);	434; 447; 620; 678;
		582; 613; 632; 672;			937,2(10)	687; 706; 744; 764;
		714; 745; 748; 765;				818; 1384; 1476;
		780; 783; 809; 822;	Ag-111	Pd-110 (n,γ, β ⁻)	245,4(10); 341,9(90)	1505; 1562
		842; 874; 897; 906; 923; 927; 939; 1086;	Cd-109	Cd-108 (n,γ)	88,0 (100)	97
		1113; 1124; 1150; 1193; 1215; 240;	Cd-111m	Cd-110 (n,γ)	150,8(25); 245,4(75);	-
		1232; 1278; 1234; 1305; 1318; 1367;	Cd-115m	Cd-114 (n,γ)	484,9(10); 934,1(60);	-
		1449; 1474; 1492; 1535; 1610; 1707;			1289,9(20)	-
		1717; 1845; 2000; 2076; 2087; 2124; 2340	Cd-115	Cd-114 (n,γ)	492,5(30); 527,7(60)	231; 261
¹¹³ Sn (n,γ)	159,8(50); 215,5(50)	609; 1203	Cd-117m	Cd-116 (n,γ)	273,3; 1570,1; 1997,4	392; 434; 1303
¹¹³ Sn (n,γ)	595,8(80); 634,6(17)	-	In-111	Sn-112 (n,2n, E.C)	171,4(50); 245,4(50)	-
¹¹³ Sn (n,2n)	/β ⁺	-	In-113m	Sn-112 (n,γ, E.C)	391,4 (100)	-
¹¹³ Sn (n,γ, β ⁻)	238,8(60); 249,7(10);	87; 162; 271; 382	In-114m	In-113 (n,γ)	190,2 (100)	-
¹¹³ Sn (n,γ)	520,8(20)	-	In-114	In-113 (n,γ, I.T)	558,2(14); 725,1(14); 1300,0(1)	1283
¹¹³ Sn (n,γ)	559,2(75); 657,0(10);	572; 665; 740; 767;	In-115m	Cd-114 (n,γ, β ⁻)	336,6 (100)	-
¹¹³ Sn (n,γ)	1215,8(7)	867; 1130; 1213; 1229;	In-116m	In-115 (n,γ)	417,0(20); 1097,1(20);	138; 356; 464; 819;
		1438; 1453; 1787; 2095;			1293,4(40)	1508; 1753; 2112
		2110; 2429; 2655	In-117(m)	Cd-116 (n,γ, β ⁻)	158,4; 315,2; 552,9	-
¹¹³ Sn (n,γ)	136,0(30); 264,6(30);	66; 97; 121; 199;	Sn-113	Sn-112 (n,γ)	255,2 (100)	-
¹¹³ Sn (n,γ)	279,6(14)	304; 401	Sn-117m	Sn-116 (n,γ)	158,4 (100)	-
¹¹³ Sn (n,γ)	161,9 (100)	-	Sn-123	Sn-122 (n,γ)	160,2 (100)	-
¹¹³ Sn (n,γ)	95,9 (100)	-	Sn-125	Sn-124 (n,γ)	332,0 (100)	589; 643; 1404
¹¹³ Sn (n,γ)	103,0 (100)	-	Sb-122m	Sb-121 (n,γ)	61,6; 76,3	-
¹¹³ Sn (n,γ)	275,8(60); 290,0(40);	649; 566; others	Sb-122	Sb-121 (n,γ)	564,0(90); 692,5(5);	1257
¹¹³ Sn (n,γ)	828,0(30)	-			1140,5(1)	-
¹¹³ Sn (n,γ)	22,9(90); 356,6(100);	260; 510; 799; 837;	Sb-124	Sb-123 (n,γ)	602,6(50); 722,8(6);	646; 709; 714; 790;
¹¹³ Sn (n,γ)	717,8(20)	867; 1063; 1299;			1690,7(25)	968; 1045; 1525;
		1314; 1338; 1349				1368; 1376; 1437;
¹¹³ Sn (n,γ)	/β ⁺ ; 640,4(30); 617,0(100);	704; 813; 1257	Sb-125	Sn-124 (n,γ, β ⁻)	176,2(7); 427,8(30);	204; 320; 380; 443;
¹¹³ Sn (n,γ)	665,7(100)	-			600,4(20)	463; 605; 635; 671
¹¹³ Sn (n,γ)	37,0	49	Te-121	Te-120 (n,γ)	507,5(20); 572,9(80)	others
¹¹³ Sn (n,γ)	554,3(20); 619,0(13);	92; 101; 138; 222;	Te-121m	Te-120 (n,γ)	212,3 (90)	others
¹¹³ Sn (n,γ)	776,6(30)	274; 606; 698; 828;	Te-123m	Te-122 (n,γ)	158,8 (100)	-
		1007; 1044; 1082;	Te-125m	Sn-124 (n,γ, β ⁻)	109,3 (100)	-
		1317; 1475; 1650;	Te-127m	Te-126 (n,γ)	361,0(10); 417,4(70)	663; others
		1779; 1872	Te-129m	Te-128 (n,γ)	459,5; 695,8	208; 250; 279; 487;
¹¹³ Sn (n,γ, β ⁻)	530,5(100); 521,4(4)	552; 648; 681				729; 1182; 1108;
¹¹³ Sn (n,γ)	1076,6 (100)	-				othr
¹¹³ Sn (n,γ)	555,8 (100)	-	Te-129	Te-128 (n,γ)	278,5; 459,5	487;
¹¹³ Sn (n,γ)	898,0(30); 1836,1(50);	/β ⁺ ; 1382; 2119;	Te-131	Te-130 (n,γ)	149,7(70); 452,4(20);	343;
¹¹³ Sn (n,γ)	2677,6(5)	2577; 3007; 3214			602,1(4)	651
		3713				9.

LAMPIRAN 9

National Institute of Standards & Technology

Certificate of Analysis
Standard Reference Material 2704

Buffalo River Sediment

This Standard Reference Material (SRM) is intended primarily for use in the analysis of sediments, soils, and other materials of a similar matrix. SRM 2704 is a freeze-dried river sediment that was sieved and blended to achieve a high degree of homogeneity.

The certified elements for SRM 2704 are given in Table 1. The values are based on measurements using two or more independent and reliable analytical methods. Noncertified values for a number of elements are given in Table 2 as additional information on the composition. The noncertified values should not be used for calibration or quality control. Analytical methods used for the characterization of this SRM are given in Table 3 along with analysts and cooperating laboratories. All values (except for carbon) are based on measurements using a sample weight of at least 250 mg. Carbon measurements are based on 100 mg samples.

Notice and Warnings to Users: This certification is valid for 5 years from the shipping date. Should any of the certified values change before the expiration of the certification, purchasers will be notified by NIST.

Stability: This material was radiation sterilized (^{60}Co) at an estimated minimum dose of 2.8 megarads to reduce the rate of any biodegradation. However, its stability has not been rigorously assessed. NIST will monitor the material and will report any substantive changes in certification to the purchaser.

Sample Size: A minimum sample weight of 250 mg (dry weight - see Instructions for Drying) should be used for analytical determinations relating to the certified values on this certificate.

Sample Preparation: Sample preparation procedures should be designed to effect complete dissolution. If volatile elements (i.e., Hg, Se) are to be determined, precautions should be taken in the dissolution of SRM 2704 to avoid volatilization losses.

Statistical consultation was provided by S.B. Schiller and K.R. Eberhardt of the Statistical Engineering Division.

The overall direction and coordination of the analyses were under the chairmanship of M.S. Epstein and B. Mondstone of the Inorganic Analytical Research Division.

The technical and support aspects involved in the preparation, certification, and issuance of this Standard Reference Material were coordinated through the Standard Reference Materials Program by T.E. Gills.

Gaithersburg, MD 20899
September 9, 1990
(revision of certificate dated 6-1-88)

William P. Reed, Acting Chief
Standard Reference Materials Program

(over)

Procedure for Drying: When nonvolatile elements are to be determined, samples should be dried for 24 hours at 10 °C. Volatile elements (i.e., Hg, As, Se) should be determined on samples as received. Separate samples should be dried as previously described to obtain a correction factor for moisture. Correction for moisture is made to the data for volatile elements before comparing to the certified values. This procedure, which was used for the certification of volatile elements, ensures that these elements are not lost during drying. The approximate weight loss on drying has been found to be 0.8%.

Source and Preparation of Material: The river sediment for this SRM was collected from the Buffalo River area of the Ohio Street Bridge, Buffalo, N.Y. The U.S. Army Corps of Engineers, under contract to NIST, collected and screened approximately 908 kg of river sediment and placed it in six 55-gallon, 100-lin-lined drums. The drums were loaded onto a refrigerated truck and transported to the Technimed Corporation, Fort Lauderdale for freeze-drying of the contents. The freeze-dried sediment was shipped to an NIST contractor's laboratory where it was screened and passed through a 100 mesh sieve (nominal sieve opening of 150 μm) and retained on a 20 mesh sieve (nominal sieve opening of 38 μm). The sieved sediment was returned to NIST, radiation sterilized, and bottled into 50-g units.

Analysis: The homogeneity of the bottled units was assessed using x-ray fluorescence spectrometry. Duplicate 50-gram samples from 8 randomly selected bottles were analyzed for the following elements: Al, Si, K, Ca, Ti, Zn, Sr, P, Mn, Rb, and Zr. No statistically significant differences in the composition of samples within a set of three bottles were observed relative to the uncertainty of the XRF measurements, which is less than 0.4%. Sample inhomogeneity of about 4% for lead was observed in measurements on 250 mg samples by thermal-ionization mass spectrometry. Sample inhomogeneity for lead is reflected in the uncertainty limits placed on the certified value for lead.

Table 1. Certified Values

Element	Wt. %	Element	Wt. %
Aluminum	6.11 \pm 0.16	Phosphorus	0.0778 \pm 0.0025
Calcium	2.60 \pm 0.03	Potassium	2.01 \pm 0.04
Carbon	33.48 \pm 0.016	Silicon	29.08 \pm 0.13
Iron	4.11 \pm 0.10	Sodium	0.547 \pm 0.014
Magnesium	1.20 \pm 0.02	Sulfur	0.251 \pm 0.008
		Titanium	0.451 \pm 0.018

Element	$\mu\text{g/g}$	Element	$\mu\text{g/g}$
Antimony	3.79 \pm 0.15	Manganese	555 \pm 19
Arsenic	23.4 \pm 0.8	Mercury	1.47 \pm 0.07
Barium	414 \pm 12	Nickel	44.1 \pm 3.0
Cadmium	3.45 \pm 0.22	Selenium	1.12 \pm 0.05
Chromium	135 \pm 5	Thallium	1.06 \pm 0.07
Cobalt	14.0 \pm 0.6	Uranium	3.13 \pm 0.13
Copper	98.6 \pm 5.0	Vanadium	95 \pm 4
Lead	161 \pm 17	Zinc	438 \pm 12
Lithium	47.5 \pm 4.1		

Certified Values and Uncertainty: The certified values are weighted means of results from two or more analytical methods. The weights for the weighted means were computed according to the iterative procedure of Paule and Meeker (NBS Journal of Research 87, 1982, pp. 377-385). Each uncertainty is obtained from a 95% prediction interval plus an allowance for systematic error among the methods used. The allowance for systematic error is equal to the greatest difference between the weighted mean (certified value) and the component means for the analytical methods used. In the absence of systematic error, the resulting uncertainty limits will cover the composition of approximately 95% of all samples of this SRM having a minimum size of 250 mg.