

DIREKTORAT PERPUSTAKAAN UII INVENTARIS SUMBANGAN
TANGGAL:     /     /
NO. INV. :

**EVALUASI KADAR CEMARAN Pb, Cu, DAN Cd PADA  
IKAN AIR TAWAR DI KABUPATEN SLEMAN,  
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA  
DENGAN METODE SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM**

**SKRIPSI**



Diajukan oleh :

**DEVI NOVIANTI**

No. Mhs. : 99613013

NIRM : 990051012807120013

**JURUSAN FARMASI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA**

**2003**

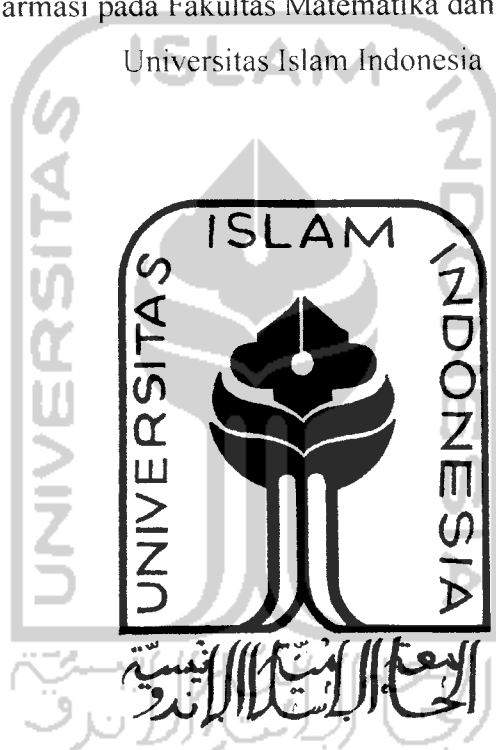


**EVALUASI KADAR CEMARAN Pb, Cu, DAN Cd PADA  
IKAN AIR TAWAR DI KABUPATEN SLEMAN,  
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA  
DENGAN METODE SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai gelar Sarjana Sains (S.Si)  
Program Studi Farmasi pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Islam Indonesia



Oleh :

**DEVI NOVIANTI**

No. Mhs. : 99613013

NIRM : 990051012807120013

**JURUSAN FARMASI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA**

**2003**

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**

**Berjudul**

**EVALUASI KADAR CEMARAN Pb, Cu, DAN Cd PADA  
IKAN AIR TAWAR DI KABUPATEN SLEMAN,  
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA  
DENGAN METODE SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM**

Oleh :

**DEVI NOVIANTI**  
No. Mhs. : 99613013  
NIRM : 990051012807120013

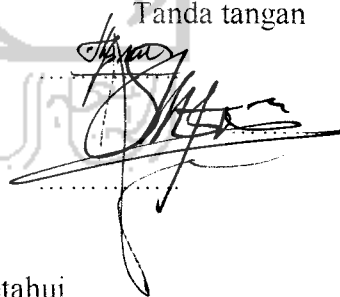
Telah dipertahankan dihadapan Panitia Penguji Skripsi  
Jurusan Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Islam Indonesia

Tanggal : 1 Oktober 2003

Penguji

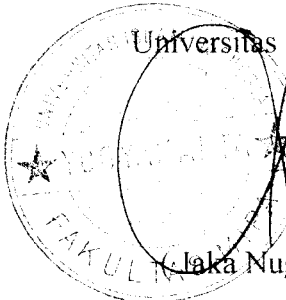
1. Dra. Suparmi, M.Si., Apt.
2. Drs. Sumantri, MSc., Apt
3. Drs. Zainul Kamal, Apt.

Tanda tangan



Mengetahui

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Islam Indonesia  
  
(Jaka Nugraha, M.Si.)

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan diterbitkan dalam Daftar Pustaka.



Yogyakarta, September 2003

Penulis

Devi Novianti

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "*Evaluasi Kadar Cemaran Pb, Cu, dan Cd pada Ikan Air Tawar dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom Di Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.*"

Skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana Sains Program Studi Ilmu Farmasi pada Fakultas MIPA Universitas Islam Indonesia.

Dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dorongan dan bantuan berbagai pihak, oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Drs. Sumantri, M.Sc., Apt., selaku Dosen Pembimbing I, yang telah memberi bimbingan dan arahan selama penelitian sampai penyusunan skripsi ini.
2. Drs. Zainul Kamal, Apt., selaku Dosen Pembimbing II, yang telah memberi bimbingan dan arahan selama penelitian sampai penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Jaka Nugraha, M.Si., selaku Dekan Fakultas MIPA Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Dr. Ir. H. Lutfi Hasan, MS, selaku Rektor Universitas Islam Indonesia.



5. Bapak dan Ibu atas pengertian, kesabaran dan dengan limpahan kasih sayangnya telah membekaliku dengan do`a dan semangat.
6. Adek-adekku, Anggra dan Nanda, aku sayang kalian.
7. Haryanti serta Tri, makasih banyak atas pinjaman komputernya.
8. Teman-teman angkatan '99 yang telah membantu tersusunnya skripsi ini.
9. Semua pihak yang telah membantu tersusunnya laporan ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran sangat diharapkan. Akhir kata penulis mohon maaf dengan segala ketulusan hati seandainya dalam penulisan ini terdapat kekhilafan. Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua. Dan segala sesuatu yang telah kita laksanakan akan menjadi bekal yang berguna dan bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan kefarmasian. Amin.

Yogyakarta , September 2003

Penulis

## PERSEMBAHAN

*Dengan segala kerendahan dan ketulusan hati,*

*Skripsi ini kupersembahkan kepada*

*Allah SWT, atas izin dan kuasa-Nya skripsi ini tercipta*

*Ayah dan Ibuku tercinta, atas doa-doanya yang selalu menyertaiiku, limpahan kasih sayang, pengertian, perhatian serta pengorbanan yang tak terhingga hingga aku menjadi seperti sekarang*

*Adik-adikku tercinta, Anggra dan Nanda, atas doa, pengertian dan dorongan semangatnya*

*Nenek serta Seluruh Keluarga Besar Rasyid, atas dorongan semangat dan kasih sayang yang telah diberikan kepadaku*

*Yang tersayang, Mas Ebo, atas dorongan semangat, pengertian dan rasa sayangmu yang besar kepadaku*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI.....</b>	<b>iv</b>
<b>PERNYATAAN.....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>PERSEMBAHAN.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>xv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xvi</b>
<b>JUDUL.....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Perumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
A. Tinjauan Pustaka.....	5
A.1. Ikan.....	5
A.2. Pencemaran Lingkungan.....	8



A.2.1.	Pengertian Pencemaran dan Lingkungan .....	8
A.2.2.	Hal-hal Yang Mencemari Lingkungan.....	10
A.2.3.	Pencemaran Air dan Udara.....	12
A.3.	Pencemaran Logam Berat.....	14
A.3.1.	Pengertian Logam Berat.....	15
A.3.2.	Logam-logam Dalam Perairan .....	17
A.3.3.	Logam-logam Dalam Atmosfir.....	17
A.4.	Logam Berat .....	18
A.4.1.	Tembaga .....	18
A.4.2.	Timbal .....	20
A.4.3.	Kadmium.....	21
A.5.	<i>Atomic Absorption Spectrophotometry</i> .....	23
A.5.1	Prinsip Analisis Serapan Atom .....	24
A.5.2.	Atomisasi .....	27
A.5.3.	Instrumentasi.....	29
A.5.4.	Optimasi Parameter Pengukuran SSA .....	32
A.5.5.	Interferensi Dalam SSA .....	34
A.5.6.	Keunggulan dan Kelemahan SSA .....	35
B.	Landasan Teori .....	35
C.	Hasil Penelitian yang Sudah Ada .....	38
D.	Hipotesis .....	38
<b>BAB III</b>	<b>CARA PENELITIAN.....</b>	<b>39</b>
A.	Alat dan Bahan .....	39

A.1. Alat Penelitian .....	39
A.2. Bahan Penelitian .....	39
B. Jalannya Penelitian .....	40
B.1. Tempat Penelitian .....	40
B.2. Obyek Penelitian .....	40
B.3. Metode Penelitian .....	40
B.4. Variabel Penelitian .....	40
B.4.1. Variabel Bebas .....	40
B.4.2. Variabel Terikat .....	40
B.5. Lokasi Pengambilan Sampel .....	40
B.6. Preparasi Cuplikan .....	41
B.7. Prosedur Penyiapan Ikan .....	41
B.8. Analisis Larutan Standar .....	42
B.9. Optimasi Peralatan SSA .....	42
B.10. Penentuan Pb, Cu, dan Cd dengan Kurva Kalibrasi .....	43
B.11. Analisis Kualitatif dan Kuantitatif Secara SSA .....	43
B.12. Analisis Data .....	43
B.12.1. Perhitungan C Regresi dengan Kurva Kalibrasi ...	44
B.12.2. Perhitungan Kadar Pb,Cu, Cd .....	44
B.12.3. Uji Anava .....	45
B.12.4. Uji t .....	45
C. Uji Hipotesis .....	45
D. Skema Penelitian .....	46

<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>47</b>
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>59</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>61</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Hasil Perikanan Laut, Tambak, dan Air Tawar.....	7
Tabel 2. Batas Maksimum Logam Berat dalam Makanan Menurut Dirjen POM .....	8
Tabel 3. Baku Mutu Air Golongan C .....	13
Tabel 4. Kandungan Logam Di Udara Di Daerah Urban Di Amerika Serikat Tahun 1955 .....	14
Tabel 5. Hasil Pengukuran Absorbansi Larutan Standar Pb .....	49
Tabel 6. Hasil Pengukuran Absorbansi Larutan Standar Cu.....	49
Tabel 7. Hasil Pengukuran Absorbansi Larutan Standar Cd.....	50
Tabel 8. Kadar Rata – rata Logam Pb, Cu dan Cd Berdasar Jenis Ikan dan Lokasi .....	51
Tabel 9. Hasil Uji t Antar Sampel Pada Ikan Nila untuk Logam Pb.....	52
Tabel 10. Hasil Uji t Antar Sampel Pada Logam Cu di Sungai Cebongan.....	54
Tabel 11. Hasil Uji t Antar Sampel Pada Ikan Mas untuk Logam Cu .....	55
Tabel 12. Hasil Uji t Antar Sampel Pada Ikan Lele untuk Logam Cu.....	55
Tabel 13. Hasil Uji t Antar Sampel Pada Logam Cd di Selokan Mataram.....	56
Tabel 14. Hasil Uji t Antar Sampel Pada Ikan Mas untuk Logam Cd .....	57

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Skema Alat Spektrofotometri Serapan Atom .....	29
Gambar 2. Skema Lampu Katode Rongga.....	29
Gambar 3. Skema Penelitian .....	46



## ABSTRAK

Perairan sering tercemar oleh komponen-komponen anorganik diantaranya logam berat. Logam berat seperti Pb, Cu dan Cd dapat masuk dan terakumulasi di dalam tubuh biota air seperti ikan air tawar. Oleh karena itu perlu dilakukan evaluasi kadar cemaran Pb, Cu dan Cd pada ikan air tawar. Tujuan penelitian ini adalah melakukan identifikasi dan mendeteksi kadar cemaran Pb, Cu dan Cd yang terdapat dalam ikan air tawar di Kabupaten Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta serta membandingkan tingkat pencemaran logam Pb, Cu dan Cd pada ikan dengan batas maksimum cemaran logam dalam makanan yang ditetapkan Dirjen Pengawasan Obat Dan Makanan Departemen Kesehatan Republik Indonesia.

Metode penelitian yang digunakan adalah sampel ikan (mas, nila dan lele) diambil dagingnya kemudian dikeringkan. Selanjutnya dihaluskan dan diayak dengan ayakan 10 Mesh. Sampel diambil 0,5 gram kemudian didestruksi dengan 10 ml asam nitrat lalu dipanaskan hingga tersisa 2 ml. Setelah itu ditambahkan 25 ml aquabidest. Kemudian sampel disisakan 10 ml. Sampel dibaca serapannya dengan Spektrofotometri Serapan Atom. Hasil absorbansi kemudian di interpolasikan pada kurva kalibrasi sehingga konsentrasi unsur dalam cuplikan dapat ditentukan.

Dari hasil penelitian didapatkan disemua jenis ikan mengandung logam Pb, Cu dan Cd yang berbeda-beda kadarnya. Kadar Pb 0,0084 – 0,1239 ppm, kadar Cu 0,0054 – 0,3260 ppm dan kadar Cd 0,0001 – 0,0008 ppm. Perbedaan kadar disebabkan perbedaan kemampuan dalam menyerap logam ke dalam tubuh ikan dan perbedaan tingkat cemaran di masing-masing lokasi. Dari semua jenis ikan diketahui bahwa tidak ada kadar yang melebihi batas cemaran logam Pb, Cu dan Cd yang ditetapkan Dirjen POM.

## ABSTRACT

Water territorial often impure by anorganic component among others heavy metal. Heavy metal like Pb, Cu and Cd accessible and accumulate in biota water body like bream. Therefore require to be conducted evaluation of soiled rate of Pb, Cu and Cd at bream. Target of this research is identify and detect the soiled rate of Pb, Cu and Cd which is there are in bream in Sub-Province Sleman, Special Region of Yogyakarta and also compare the level of contamination of metal Pb, Cu and Cd at fish with the maximum boundary of metal soiled in food specified by Director General of Observation Medicine and Food, Department of Health, Republic of Indonesia.

Research method used sample fish (goldfish, nila and lele) taken its flesh then dried. Hereinafter attenuated and sieved with the 10 mesh sieve. Sample taken 0.5 gram then destruction by 10 ml of nitrate acid then heated till remained 2 ml, afterwards added 25 ml aquabidest. Then sample leaved over 10 ml. An absorption sample read by spektrofotometri atom absorption. Result of absorbance then interpolated at calibrate curve, so that element concentration in small portion determinable.

From research result got in all fish type contain of metal Pb, Cu and Cd which different each other its rate. Rate of Pb 0,0084 – 0,1239 ppm, Rate of Cu 0,0054 – 0,3260 ppm, and rate of Cd 0,0001 – 0,0008 ppm. Rate difference caused by an ability difference in permeating metal into body of fish and difference mount soiled in each location. From all fish type known that there no rate exceeding boundary of soiled of metal Pb, Cu and Cd specified by Director General of Observation Medicine and Food.

**EVALUASI KADAR CEMARAN Pb, Cu, DAN Cd PADA  
IKAN AIR TAWAR DI KABUPATEN SLEMAN,  
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA  
DENGAN METODE SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM**





**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**Berjudul**

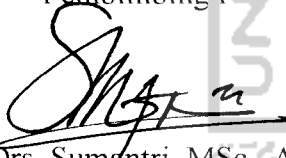
**EVALUASI KADAR CEMARAN Pb, Cu, DAN Cd PADA  
IKAN AIR TAWAR DI KABUPATEN SLEMAN,  
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA  
DENGAN METODE SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM**

Oleh :

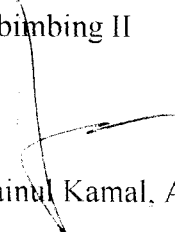
**DEVI NOVIANTI**  
No. Mhs. : 99613013  
NIRM : 990051012807120013

Telah Disetujui Oleh :

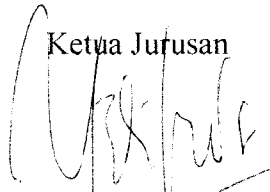
Pembimbing I

  
( Drs. Sumantri, MSc., Apt )

Pembimbing II

  
( Drs. Zainul Kamal, Apt. )

Ketua Jurusan

  
( Farida Hayati MSi., Apt. )

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang Masalah

Dalam dua dekade terakhir ini, kita begitu sering mendengar, membaca dan bahkan membicarakan masalah pencemaran lingkungan. Media-media massa memaparkan tentang bermacam-macam perusakan lingkungan. Pencemaran sebagai akibat dari tumpahan minyak di lautan, perusakan lahan-lahan produktif karena sistem pertanian yang berpindah-pindah, dan bahkan penghancuran plasma nutfah sebagai akibat dari penebangan liar dan pembakaran hutan, serta berbagai macam bentuk perusakan lainnya. Selain itu, diskusi-diskusi ilmiah dan seminar-seminar tentang lingkungan pun merajah kita. Semua itu tentu dengan satu alasan yang sama : “*Selamatkan lingkungan hidup kita, selamatkan bumi*” (Palar, 1994).

Pencemaran lingkungan secara garis besar diklasifikasikan menjadi pencemaran udara, pencemaran air, pencemaran tanah dan pencemaran kebudayaan. Sedangkan bahan pencemarnya meliputi pencemar fisik, pencemar biologis, dan pencemar kimiawi (Fuad A., 1977).

Logam dan mineral lainnya hampir selalu ditemukan dalam air tawar dan air laut, walaupun jumlahnya sangat terbatas. Dalam kondisi normal, beberapa macam logam baik logam ringan maupun logam berat jumlahnya sangat sedikit dalam air. Beberapa logam itu bersifat esensial dan sangat dibutuhkan dalam proses kehidupan, misalnya kalsium (Ca), fosfor (P),

perairan. Jika di dalam tubuh ikan telah terkandung kadar logam berat yang tinggi dan melebihi batas normal yang telah ditentukan dapat dicurigai terjadinya suatu pencemaran dalam lingkungan tersebut.

Berdasar uraian di atas maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian yang bersifat memantau dan mengevaluasi kadar cemaran logam berat Pb, Cu dan Cd pada beberapa jenis ikan air tawar dengan menggunakan metoda Spektrofotometri Serapan Atom.

## **B. Perumusan Masalah**

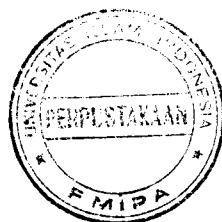
Berdasarkan latar belakang permasalahan yang ada, maka dalam penelitian ini dapat diambil perumusan masalah sebagai berikut :

1. Apakah ikan air tawar di Kabupaten Sleman sudah mengalami pencemaran logam berat ?
2. Apakah kandungan logam berat Pb, Cu dan Cd dalam ikan air tawar di Kabupaten Sleman sudah melebihi dari ambang batas yang diijinkan ?

## **C. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Melakukan identifikasi dan mendeteksi kadar cemaran kandungan Pb, Cu dan Cd yang terdapat dalam ikan air tawar di Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.



2. Membandingkan tingkat pencemaran logam berat (Pb, Cu dan Cd) pada ikan air tawar di Kabupaten Sleman dengan batas maksimal cemaran logam dalam makanan yang ditetapkan oleh Dirjen POM.

#### **D. Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai :

1. Memperoleh data evaluasi cemaran logam berat Pb, Cu dan Cd dalam ikan air tawar.
2. Memperoleh pengetahuan cara menentukan logam berat pada ikan dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Tinjauan Pustaka

##### A.1. Ikan

Sejak beberapa abad yang lalu manusia telah memanfaatkan ikan sebagai salah satu bahan pangan yang banyak mengandung protein. Protein ikan sangat diperlukan oleh manusia karena selain lebih mudah dicerna juga mengandung asam amino dengan pola yang hampir sama dengan pola asam amino yang terdapat di dalam tubuh manusia (Eddy A. dan Evi L, 1989).

Ikan mewakili kelompok tertua dari hewan-hewan bertulang belakang, sisa fosil yang berasal dari *Ordovicium* (kira-kira 500 juta tahun yang lalu). Ikan mempunyai jenis beraneka ragam antara lain :

1. *Agnatha* (belut)
2. *Elasmobranchidae* (ikan pari, hiu)
3. *Crossopterygiidae* (latemaria, seekor binatang purbakala yang masih hidup).

Berdasarkan hasil penelitian, ternyata daging ikan mempunyai komposisi kimia sebagai berikut :

Air	: 60,0 – 84,0 %
Protein	: 18,0 – 30,0 %
Lemak	: 0,1 – 2,2 %

Karbohidrat : 0,0 – 1,0 %

Vitamin dan mineral : sisanya

Bagi tubuh manusia, daging ikan mempunyai beberapa fungsi, yaitu diantaranya :

1. Menjadi sumber energi yang sangat dibutuhkan dalam menunjang aktivitas kehidupan sehari-hari.
2. Membantu pertumbuhan dan pemeliharaan tubuh.
3. Mempertinggi daya tahan tubuh terhadap serangan penyakit dan juga memperlancar proses-proses fisiologis di dalam tubuh.

Kekurangan daging ikan dapat berakibat timbulnya penyakit kuasiorkor, busung lapar, terhambatnya pertumbuhan mata, kulit dan tulang, serta menurunnya tingkat kecerdasan (terutama pada anak-anak), bahkan dapat menimbulkan kematian.

Ikan yang paling digemari adalah ikan segar. Adapun yang dimaksud dengan ikan segar adalah ikan yang masih mempunyai sifat sama seperti ikan hidup, baik rupa, bau, rasa maupun teksturnya. Dengan kata lain, ikan segar adalah :

1. Ikan yang baru saja ditangkap dan belum mengalami proses pengawetan maupun pengolahan lebih lanjut.
2. Ikan yang belum mengalami perubahan fisik maupun kimiawi atau yang masih mempunyai sifat sama seperti ketika ditangkap (Eddy A. dan Evi L., 1989).

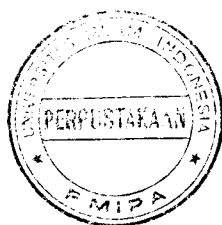
Hasil perikanan dibedakan menjadi perikanan laut, tambak dan perikanan air tawar. Hasil perikanan tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Hasil Perikanan Laut, Tambak dan Air Tawar**

Laut	Tambak	Air Tawar
Kerapu	Bandung	Lele
Kakap	Belanak	Belut
Tenggiri	Udang galah	Gurami
Tuna	Udang windu	Ikan mas
Tongkol	Kepiting	Nila
Kembung	Mujair	Tawes
Sarden		Mujair
Makarel		Ikan gabus
Kod		Karper
Belut laut		Nilem
Bawal		Betok
Rajungan		Tomam
Kepiting		
Kerang		
Cumi-cumi		
Teripang		

Sumber : Agus Irawan HSR, 1995

Ikan yang termasuk kelas *teleostae* adalah hewan air yang selalu bergerak. Kemampuan gerak yang cepat inilah yang menyebabkan ikan tidak banyak berpengaruh pada kondisi pencemaran logam seperti makhluk lainnya (kepiting, udang dan kerang). Ikan-ikan yang hidup di laut lepas jarang dipakai sebagai indikator pencemaran logam berat, tetapi pada lokasi tertentu yang daerah hidupnya terbatas seperti di sungai, danau (ikan air tawar), dan di teluk (air laut), ikan-ikan itu akan menderita pada kondisi tercemar. Ikan yang hidup di laut lepas mempunyai kebiasaan bermigrasi dari satu tempat ke tempat lain untuk menghindari diri dari pengaruh pencemaran ini (Darmono, 1995).



**Tabel 2. Batas Maksimal Logam Berat dalam Makanan Menurut Dirjen POM**

Logam	Simbol	Kadar Maksimum (ppm)
Merkuri	Hg	0,5
Kadmium	Cd	0,2
Timbal	Pb	2
Tembaga	Cu	20
Arsen	As	1

Sumber : Dirjen POM No. 03725 / B / SK / 1989

- Menurut Bryan (1984), beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan racun logam berat terhadap ikan dan organisme air lainnya, yaitu :

1. Bentuk ikatan kimia dari logam yang terlarut dalam air.
2. Pengaruh interaksi antara logam dan jenis racun lainnya.
3. Pengaruh lingkungan seperti temperatur, kadar garam, pengaruh pH atau kadar oksigen dalam air.
4. Kondisi hewan, fase siklus hidup (telur, larva, dewasa), besarnya organisme, jenis kelamin dan kecukupan kebutuhan nutrisi.
5. Kemampuan hewan untuk menghindari dari kondisi buruk (polusi), misalnya lari untuk pindah tempat.
6. Kemampuan hewan untuk beradaptasi terhadap racun, misalnya detoksikasi (Darmono, 1995).

## **A.2. Pencemaran Lingkungan**

### **A.2.1. Pengertian Pencemaran dan 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 umumnya mempunyai sifat racun (toksik) yang berbahaya bagi organisme hidup yang kemudian menjadi pemicu terjadinya pencemaran (Palar, 1994).

Pencemaran adalah perubahan yang tidak dikehendaki dari lingkungan hidup yang sebagian besar akibat dari kegiatan manusia. Perubahan ekosistem atau habitat dapat berupa perubahan sifat fisik, kimia, atau perilaku biologis yang akan mengganggu kehidupan manusia, spesies biota bermanfaat, proses-proses industri, kondisi kehidupan, dan aset kultural. Selain itu dapat pula merusak atau menghancurkan secara sia-sia sumber daya bahan mentah yang ada di alam (Thayib, 1994).

Lingkungan dapat diartikan sebagai media atau suatu areal, tempat atau wilayah yang di dalamnya terdapat bermacam-macam bentuk aktivitas yang berasal dari ornamen-ornamen penyusunnya. Ornamen-ornamen yang ada dalam dan membentuk lingkungan merupakan suatu bentuk sistem yang saling mengikat, saling menyokong kehidupan mereka. Karena itu suatu tatanan lingkungan yang mencakup segala bentuk aktivitas dan interaksi di dalamnya disebut juga dengan *ekosistem* (Palar, 1994).

Menurut Undang-undang RI Nomor 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup, pencemaran lingkungan adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lain ke dalam lingkungan oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam sehingga kualitasnya turun sampai tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Pencemaran lingkungan dapat melalui udara, air maupun daratan dan akhirnya sampai ke manusia dan makhluk hidup lainnya.

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).

#### **A.2.2. Hal-hal Yang Mencemari Lingkungan**

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.

Limbah dalam konotasi sederhana dapat diartikan sebagai sampah. Limbah atau dalam bahasa ilmiahnya disebut juga

dengan *polutan*, dapat digolongkan atas beberapa kelompok berdasarkan pada jenis, sifat, dan sumbernya. Berdasarkan pada *jenis*, limbah dikelompokkan atas golongan 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).

Pencemaran yang dapat ditimbulkan oleh limbah ada bermacam-macam bentuk. Ada pencemaran berupa bau, warna, suara, dan bahkan pemutusan mata rantai dari suatu tatanan lingkungan hidup, penghancuran suatu jenis organisme yang pada tingkat akhirnya akan menghancurkan tatanan ekosistemnya (Palar, 1994).

Pencemaran yang dapat menghancurkan tatanan lingkungan hidup, biasanya berasal dari limbah-limbah yang sangat berbahaya dalam arti memiliki daya racun (toksisitas) yang tinggi. Limbah-limbah yang sangat beracun pada umumnya merupakan limbah kimia, apakah itu berupa persenyawaan kimia atau hanya dalam bentuk unsur atau ionisasi. Biasanya senyawa kimia yang sangat beracun bagi organisme hidup dan manusia adalah senyawa kimia yang mempunyai 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 menjadi terputus. Di samping itu, bahan beracun dari senyawa kimia yang dapat terakumulasi atau menumpuk dalam tubuh akibatnya timbul problema keracunan kronis (Palar, 1994).

### **A.2.3. Pencemaran Air dan Udara**

Air merupakan zat yang terpenting dalam kehidupan makhluk hidup di dunia ini, dari hewan yang berspesies terendah sampai yang tertinggi, juga manusia dan tanaman. Apabila air sudah tercemar logam-logam yang berbahaya akan mengakibatkan hal-hal yang buruk bagi kehidupan.

Adanya sumber pencemar 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 menggambarkan tingkat pencemaran air di perairan tersebut (Moore dan Ramamorthy, 1984). Secara umum masuknya logam berat ke suatu perairan berasal dari beberapa sumber

antara lain pengikisan batuan, kegiatan industri, kegiatan pertambangan, dan limbah domestik yang mengandung logam.

Pada air tawar yang biasanya mengalir di sungai, logam yang terkandung di dalamnya biasanya berasal dari buangan air limbah, erosi, dan dari udara secara langsung. Pada danau yang besar biasanya logam diperoleh dari polusi udara. Air tawar biasanya mengandung material anorganik dan organik yang mengambang lebih banyak daripada air laut. Material tersebut mempunyai kemampuan untuk mengabsorpsi logam, sehingga pencemaran logam pada air tawar lebih mudah terjadi. Hal ini bukan hanya karena terdapat di daratan, tetapi karena pengaruhnya terhadap manusia yang mempergunakannya setiap hari (Darmono, 1995).

Konsentrasi maksimal beberapa logam berat menurut SK. Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup No. Kep.02 / Men.KLH / I / 1988 tanggal 19 Januari 1988 tentang Penetapan Baku Mutu Lingkungan, terutama baku mutu air golongan C (perikanan dan peternakan).

**Tabel 3. Baku Mutu Air Golongan C**

No.	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
1.	Krom ( $\text{Cr}^{6+}$ )	mg/l	0,05
2.	Kadmium (Cd)	mg/l	0,01
3.	Raksa (Hg)	mg/l	0,002
4.	Timbal (Pb)	mg/l	0,03
5.	Arsen (As)	mg/l	1
6.	Selenium (Se)	mg/l	0,05

Sumber : Hadi Soegondo SW., 1999

Udara yang bersih adalah udara yang tidak mengandung uap atau gas dari bahan-bahan kimia yang beracun. Di samping itu, udara yang bersih adalah udara yang terhisap segar dan nyaman bagi makhluk hidup, cukup kandungan oksigennya, tidak berwarna dan berbau. Sebaliknya, jika terjadi perubahan warna dan berbau aneh, dapat dipastikan bahwa telah terjadi suatu pencemaran. Derajat pencemaran udara ini tentu saja bermacam-macam dari yang ringan sampai yang berat. Kandungan logam di udara dan yang terbawa oleh air hujan sangat tergantung pada asalnya. Sumber pencemaran udara terbesar di daerah urban disebabkan oleh asap kendaraan dan paling kecil oleh sisa pembakaran sampah kota dan asap penghangat ruangan (batu bara atau kayu bakar) (Darmono, 1995).

**Tabel 4. Kandungan Logam di Udara di Daerah Urban di Amerika Serikat Tahun 1965**

Logam	Kandungan ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	
	Rata-rata	Maksimum
Arsen (As)	0,02	-
Kadmium (Cd)	0,002	0,420
Krom (Cr)	0,015	0,33
Tembaga (Cu)	0,09	10,0
Besi (Fe)	1,58	22,0
Timbal (Pb)	0,79	8,60
Mangan (Mn)	0,10	9,98
Seng (Zn)	0,67	58,0

Sumber : Darmono, 1995

### A.3. Pencemaran Logam Berat

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 aktivitas berbagai industri di darat (Hutagalung dan Sutomo, 1996).

Pencemaran logam berat terhadap lingkungan merupakan suatu proses yang erat hubungannya dengan penggunaan logam oleh manusia. Pencemaran yang dihasilkan dari logam berat sampai tingkat tertentu dapat mengganggu kesehatan manusia. Masalah yang dihasilkan logam berat ini cukup rumit, karena logam berat mempunyai sifat-sifat sebagai:

- 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

#### **A.3.1. Pengertian Logam Berat**

Logam berat didefinisikan sebagai satu-kesatuan jenis logam yang mempunyai bobot molekul lebih besar dari kalsium dan densitas lebih dari  $59/\text{cm}^3$  (Anonim, 1977). Logam berat terdiri dari 70 unsur dan beberapa logam mendapat perhatian khusus di lingkungan seperti Cu, Cd, Hg, Sn, Pb, Sb, V, Cr, Mo, Mn, dan Co (Piobrowski, 1980).

magnesium (Mg) yang merupakan logam ringan berguna untuk pembentukan kutikula atau sisik pada ikan dan udang. Sedangkan tembaga (Cu), seng (Zn), mangan (Mn), merupakan logam berat yang sangat bermanfaat dalam pembentukan haemosianin dalam sistem darah dan enzimatik pada hewan air tersebut (Darmono, 1995).

Air sering tercemar oleh komponen-komponen anorganik diantaranya berbagai logam berat yang berbahaya. Beberapa logam berat tersebut banyak digunakan dalam berbagai keperluan sehari-hari, ini berarti telah secara langsung maupun tidak langsung, atau sengaja maupun tidak sengaja, telah mencemari lingkungan. Beberapa logam berat tersebut ternyata telah mencemari lingkungan melebihi batas yang berbahaya bagi kehidupan lingkungan. Logam-logam berat yang berbahaya yang sering mencemari lingkungan terutama adalah merkuri (Hg), timbal (Pb), arsenik (As), kadmium (Cd), khromium (Cr) dan nikel (Ni).

Logam-logam tersebut diketahui dapat mengumpul di dalam tubuh suatu mikroorganisme, dan tetap tinggal dalam tubuh dalam jangka waktu lama sebagai racun yang terakumulasi. Peristiwa yang menonjol dan dipublikasikan secara meluas akibat pencemaran logam berat adalah pencemaran merkuri (Hg) yang menyebabkan *Minamata disease* di Teluk Minamata, Jepang dan pencemaran kadmium (Cd) yang menyebabkan *Itai-itai disease* di sepanjang Sungai Jinzo di Pulau Honsyu, Jepang (Darmono, 1995).

Ikan sebagai salah satu biota air dapat dijadikan sebagai salah satu indikator untuk mengetahui tingkat pencemaran yang terjadi di dalam badan



Berbeda dengan logam biasa, logam berat biasanya menimbulkan efek-efek khusus pada makhluk hidup. Dapat dikatakan bahwa semua logam berat dapat menjadi bahan racun yang akan meracuni tubuh makhluk hidup. Sebagai contoh adalah logam air raksa (Hg), kadmium (Cd), timah hitam (Pb), dan khrom (Cr). Namun demikian, meski semua logam berat dapat mengakibatkan keracunan atas makhluk hidup, sebagian dari logam-logam berat tersebut tetap dibutuhkan oleh makhluk hidup. Kebutuhan tersebut berada dalam jumlah yang sangat sedikit.

Tetapi bila kebutuhan dalam jumlah yang sangat kecil itu tidak terpenuhi, maka dapat berakibat fatal terhadap kelangsungan hidup dari setiap makhluk hidup. Karena tingkat kebutuhan sangat dipentingkan, maka logam-logam tersebut juga dinamakan sebagai logam-logam atau mineral-mineral esensial tubuh. Ternyata kemudian, bila jumlah dari logam-logam esensial ini masuk ke dalam tubuh dalam jumlah berlebihan, maka akan berubah fungsi menjadi zat racun bagi tubuh. Contoh dari logam-logam berat esensial ini adalah tembaga (Cu), Seng (Zn) dan nikel (Ni) (Palar, 1994).

### A.3.2. Logam-logam dalam Perairan

Logam lingkungan perairan (*hydrosphere*) umumnya berada dalam bentuk ion-ion. Ion-ion itu ada yang merupakan ion-ion bebas, pasangan ion organik, ion-ion kompleks dan bentuk-bentuk ion lainnya.

Menurut Leckie dan James (1974), kelarutan dari unsur-unsur logam dan logam berat dalam badan perairan dikontrol oleh:

1. pH badan air,
2. Jenis dan konsentrasi logam dan khelat,
3. Keadaan komponen mineral teroksidasi dan sistem yang berlingkungan redoks (Palar, 1994).

### A.3.3. Logam-logam dalam Atmosfir

Pada tatanan atmosfer yang melingkupi bumi yang ditemukan bermacam-macam jenis logam biasa seperti besi (Fe), magnesium (Mg) dan lainnya sampai pada logam-logam berat seperti tembaga (Cu). Logam-logam yang banyak ditemukan dalam lapisan atmosfer (di udara) adalah merkuri (Hg), timah hitam (Pb) dan berium (Be).

Unsur-unsur atau kandungan logam yang terdapat dalam tatanan atmosfer ditemukan dalam bentuk partikulat atau



merupakan suatu senyawa sangat jarang ditemukan bahan logam sebagai elemen bebas dalam tatanan atmosfer (udara).

Keberadaan dari logam-logam di udara, terutama sekali logam-logam berat, dapat mencemari udara sebagai contoh adalah keracunan melalui udara yang ditimbulkan oleh kandungan logam merkuri atau air raksa yang ada di udara (Palar, 1994).

#### **A.4. Logam Berat**

##### **A.4.1. Tembaga (*Copper-Cu*)**

Tembaga dengan nama kimia *cupprum* dilambangkan dengan Cu, unsur logam ini berbentuk kristal dengan warna kemerahan. Dalam tabel periodik unsur-unsur kimia, tembaga menempati posisi dengan nomor atom (NA) 29 dan mempunyai bobot atau berat atom (BA) 63,546 (Keenan, 1999).

Unsur tembaga di alam dapat ditemukan dalam bentuk logam bebas, akan tetapi lebih banyak ditemukan dalam bentuk persenyawaan atau sebagai senyawa padat dalam bentuk mineral. Dalam badan perairan laut, tembaga dapat ditemukan dalam bentuk persenyawaan ion seperti  $\text{CuCO}_3$ ,  $\text{CuOH}^+$  dan lain sebagainya.

Sebagai logam berat, Cu berbeda dengan logam-logam berat lainnya seperti Hg, Cd, dan Cr. Logam berat Cu

digolongkan dalam logam berat dipentingkan atau logam berat esensial, artinya meskipun tubuh sangat membutuhkan meski dalam jumlah sedikit. Karena itu, Cu juga termasuk ke dalam logam esensial bagi manusia, seperti besi (Fe) dan lain-lain. Toksisitas yang dimiliki oleh Cu telah masuk ke dalam tubuh organisme dalam jumlah besar atau melebihi nilai toleransi organisme terkait (Palar, 1994).

Konsumsi tembaga yang baik bagi manusia adalah 2,5 mg/kg berat tubuh/hari bagi orang dewasa dan 0,05 mg/kg berat tubuh/hari untuk anak-anak dan bayi.

Tembaga masuk ke dalam tatanan lingkungan perairan berasal dari peristiwa-peristiwa alamiah, misalnya peristiwa erosi atau pengikisan batuan mineral dan melalui persenyawaan Cu di atmosfer yang dibawa turun oleh air hujan, dan sebagai efek samping dari aktivitas yang dilakukan oleh manusia seperti buangan industri, pertambangan Cu, industri galangan kapal dan lain sebagainya.

Bila dalam badan perairan laut terjadi peningkatan kelarutan Cu, sehingga melebihi nilai ambang yang seharusnya, maka akan terjadi peristiwa-peristiwa "biomagnifikasi" terhadap biota-biota perairan yang dapat ditunjukkan melalui akumulasi Cu dalam tubuh biota perairan tersebut (Palar, 1994).

Batas maksimum Cu dalam makanan yang ditetapkan oleh Dirjen POM melalui SK Dirjen POM No. 03725 / B / SK / VII / 1989 tentang Batas Maksimum Cemar Logam dalam Makanan adalah 20 ppm.

#### A.4.2. Timbal (*Plumbum-Pb*)

Timbal (timah hitam) termasuk ke dalam kelompok logam-logam golongan IV-A pada tabel periodik unsur kimia, mempunyai nomor atom (NA) 82 dengan bobot atau berat atom (BA) 207,2 (Keenan, 1999).

Sifat-sifat dan kegunaan logam ini adalah :

- 1) Mempunyai titik lebur yang rendah sehingga mudah digunakan dan murah biaya operasinya.
- 2) Mudah dibentuk karena logam ini lunak.
- 3) Mempunyai sifat kimia yang aktif sehingga dapat digunakan untuk melapisi logam untuk mencegah perkaratan.
- 4) Bila dicampur dengan logam lain membentuk logam campuran yang lebih bagus daripada logam murninya.
- 5) Kepadatannya melebihi logam lain (Darmono, 1995).

Pb dan persenyawaannya dapat berada di dalam badan perairan secara alamiah sebagai dampak dari aktivitas manusia. Secara alamiah, Pb dapat masuk ke badan perairan melalui pengkristalan Pb di udara dengan bantuan air hujan. Di samping

itu, proses korosifikasi dari batuan mineral akibat hempasan gelombang dan angin, juga merupakan salah satu jalur sumber Pb yang akan masuk ke dalam badan perairan. Sehingga dampak dari kreaktivitas kehidupan manusia diantaranya adalah air buangan (limbah) dari industri yang berkaitan dengan Pb, air buangan dari pertambangan biji timah hitam dan buangan sisa industri baterai.

Badan perairan yang telah kemasukan senyawa atau ion-ion Pb sehingga jumlah Pb yang ada dalam badan perairan melebihi konsentrasi yang semestinya, dapat mengakibatkan kematian bagi biota perairan tersebut. Konsentrasi Pb yang mencapai 1,88 mg/l dapat membunuh ikan-ikan (Palar, 1994).

Batas maksimum Pb dalam makanan yang ditetapkan oleh Dirjen POM melalui SK Dirjen POM No. 03725 / B / SK / VII / 1989 tentang Batas Maksimum Cemaran Logam dalam Makanan adalah 2 ppm.

#### **A.4.3. Kadmium (Cd)**

Logam ini biasanya selalu ada bercampur dengan logam lain, terutama dalam pertambangan seng (Zn) dan timah hitam selalu ditentukan kadmium dengan kadar 0,2-0,4 %.

Sifat dan kegunaan logam ini adalah :

- 1). Mempunyai sifat tahan panas sehingga sangat bagus untuk campuran pembuatan bahan-bahan keramik, enamel dan plastik.
- 2). Sangat tahan terhadap korosi sehingga bagus untuk melapisi peralatan besi dan baja.

Kadmium berwarna putih keperakan menyerupai aluminium. Logam ini digunakan untuk melapisi logam seperti halnya seng, tetapi kualitasnya menjadi lebih baik walaupun harganya lebih mahal. Logam ini juga biasa digunakan sebagai elektrolisis dimana logam direndam atau disemprot. Cd banyak digunakan sebagai bahan pigmen untuk industri cat, etanol dan plastik, biasanya dalam bentuk sulfida yang dapat memberi warna kuning sampai coklat sawo matang. Bentuk garam Cd dari asam lemah sangat bagus untuk stabilisator pada pembuatan PVC ataupun plastik untuk mencegah radiasi dan oksidasi. Kadmium dan nikel (Ni) juga dapat digunakan untuk pembuatan aki (baterai) Cd-Ni baterai (Darmono, 1995).

Kandungan logam Cd dapat dijumpai di daerah-daerah pembuangan sampah dan aliran air hujan, selain dalam air buangan. Logam Cd membawa sifat racun yang sangat merugikan bagi semua organisme hidup, bahkan juga sangat berbahaya bagi manusia. Dalam badan perairan, kelarutan Cd

dalam konsentrasi tertentu dapat membunuh biota perairan. Untuk biota perairan tawar yang lebih besar, sebagai contoh ikan mas akan mengalami kematian dalam waktu 96 jam, bila dalam media hidupnya terkontaminasi oleh logam Cd dengan rentang konsentrasi sebesar 1,092-1,104 ppm.

Batas maksimum Cd dalam makanan yang ditetapkan oleh Dirjen POM melalui SK Dirjen POM No. 03725 / B / SK / VII / 1989 tentang Batas Maksimum Cemar Logam dalam Makanan adalah 0,2 ppm.

#### **A.5. Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS)**

Spektrofotometri Serapan Atom (AAS = *Atomic Absorption Spectrophotometry*) adalah salah satu metode analisis yang dapat digunakan untuk menentukan unsur-unsur di dalam suatu bahan dengan kepekaan, ketelitian serta selektivitas yang tinggi, sehingga dapat digunakan untuk menganalisis sampel dalam jumlah kelumit. Perkembangan terakhir cara analisis Spektrofotometri Serapan Atom selain atomisasi dengan nyala (AAFS = *Atomic Absorption Flame Spectrophotometry*) dapat juga dilakukan atomisasi tanpa nyala (*Flameless Atomisation*), yaitu ada yang menggunakan energi listrik pada batang karbon CRA (*Carbon Rod Atomizer*) atau bahkan hanya dengan penguapan, misal pada analisis Hg. Proses atomisasi dengan energi listrik pada batang karbon dapat mengurangi gangguan spektrum nyala



dan juga besarnya suhu dapat diatur dengan mudah dengan mengatur arus listrik yang digunakan (Gunandjar, 1985).

Cara analisis AAS, baik atomisasi dengan nyala (AAFS = *Atomic Absorption Flame Spectrophotometry*) yang menggunakan berbagai bahan bakar, maupun dengan tanpa nyala (*Flameless Atomisation*) mampu menentukan secara kualitatif dan kuantitatif hampir semua unsur logam, dengan kepekaan mulai ppm sampai ppb, kecuali beberapa unsur berat seperti U dan Zr yang baru dapat ditentukan pada konsentrasi yang relatif tinggi diatas 100 ppm (Gunandjar, 1985).

Alat Spektrofotometer Serapan Atom, disamping dapat digunakan untuk analisis unsur-unsur dengan metode emisi (Spektrofotometri Emisi Atom) (Gunandjar, 1985).

#### **A.5.1. Prinsip Analisis Serapan Atom**

Spektrofotometri Serapan Atom merupakan suatu metode pengukuran yang didasarkan pada jumlah radiasi yang diserap oleh atom-atom bebas bila sejumlah radiasi dilewatkan melalui sistem yang mengandung atom-atom itu. Jumlah radiasi yang terserap sangat tergantung pada jumlah atom itu untuk menyerap radiasi. Dengan mengukur intensitas radiasi yang diserap (absorbansi) maka konsentrasi unsur dalam cuplikan dapat diketahui (Narsito, 1996).

Prinsip analisis serapan atom adalah proses penyerapan energi radiasi oleh atom-atom yang berada pada tingkat tenaga dasar (*ground state*). Penyerapan tersebut menyebabkan tereksitasinya elektron dalam kulit atom ke tingkat tenaga yang lebih tinggi (*excited state*).

Metode analisis ini sangat selektif karena frekuensi radiasi yang diserap adalah karakteristik untuk setiap unsur. Radiasi yang diserap ini adalah "Radiasi Resonansi" yaitu radiasi yang berasal dari de-eksitasi atom dari tingkat tenaga eksitasi (*excited state*) ke tingkat tenaga dasar (*ground state*). Dalam AAS, lampu katode rongga (*Hollow Cathode Lamp*) digunakan sebagai sumber radiasi resonansi yang diberikan. Radiasi resonansi ini mempunyai panjang gelombang atau frekuensi yang karakteristik untuk setiap atom.

Hukum *Lambert-Beer* digunakan sebagai dasar analisis kuantitatif dalam AAS yaitu bila berkas radiasi resonansi dengan intensitas  $I_0$ , dilewatkan melalui medium yang panjangnya  $b$ , yang menjadi atom-atom pada tingkat tenaga dasar dengan konsentrasi  $c$ , maka radiasi akan diserap sebagian dan intensitas radiasi akan berkurang menjadi  $I$ , sehingga berlaku persamaan :

$$I = I_0 \cdot e^{-k \cdot b \cdot c}$$

$$\log I_0/I = k \cdot B \cdot C$$

$$A = K \cdot b \cdot c$$



$$c = \varnothing C$$

Keterangan :

$k$  = koefisien serapan pada frekuensi

$K$  =  $k/2,303$

$\log I_0/I = A$  (absorbansi)

$I/I_0$  = transmitansi

$c$  = konsentrasi atom pada tingkat tenaga dasar yang menyerap radiasi

$C$  = konsentrasi unsur dalam larutan cuplikan

$\varnothing$  = koefisien perbandingan

Maka persamaan menjadi :

$$A = K \cdot b \cdot \varnothing C \text{ atau}$$

$$A = a \cdot b \cdot c$$

Persamaan di atas disebut Hukum Lambert – Beer dan a disebut koefisien serapan. Persamaan tersebut menunjukkan bahwa absorbansi berbanding lurus dengan konsentrasi atom sebanding dengan konsentrasi di dalam larutan cuplikan. Sehingga secara umum pada Spektrofotometri Serapan Atom kurva absorbansi terhadap konsentrasi unsur di dalam larutan kurva kalibrasi, berdasarkan kurva ini konsentrasi unsur dalam larutan cuplikan dapat ditentukan (Gunandjar, 1985; Hendayana, 1994; Willard, 1981).

### A.5.2. Atomisasi

Atomisasi dengan tanur (*Furnace Atomization*) dilakukan dengan menggunakan tenaga listrik pada batang karbon (CRA = *Carbon Rod Atomizer*) yang biasanya berbentuk tabung grafit. Cuplikan diletakkan pada tabung grafit dan arus listrik dialirkan melalui tabung tersebut, kemudian tabung dipanaskan sampai suhu yang tinggi sehingga cuplikan akan teratomisasi. Suhu tabung grafit dapat dinaikkan dengan cara menaikkan arus listrik, sehingga kondisi suhu optimum untuk setiap unsur yang ditentukan dapat dicapai dengan mudah.

Langkah – langkah atomisasi adalah sebagai berikut :

a. Pengeringan (*drying*).

Pada langkah ini arus kira-kira 5 – 20 mA, sampai diperoleh suhu cuplikan kira-kira 100°C, sehingga terjadi penguapan air yang terkandung di dalam cuplikan.

b. Pengabuan (*ashing*).

Pada langkah ini suhu tabung dinaikkan sampai terjadi dekomposisi dan penguapan senyawa-senyawa organik yang terkandung di dalam cuplikan, dan akhirnya tinggal garam-garam anorganik.

c. Atomisasi (*Atomizing*).

Pada langkah ini suhu dinaikkan sampai dicapai suhu optimum untuk atomisasi.

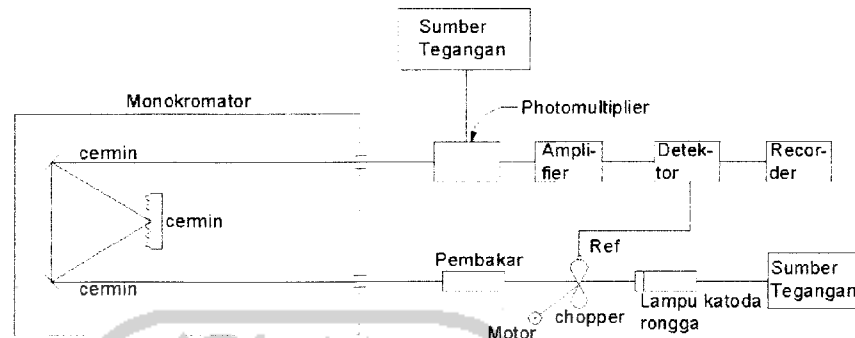
Pada umumnya sebelum langkah-langkah atomisasi dilakukan, tabung grafit dialiri gas inert (Ar, He dan Ne) untuk menghilangkan udara segar agar oksidasi cuplikan dapat dicegah. Dengan menggunakan tabung grafit efisiensi atomisasi dapat mencapai lebih besar dari 90%, tetapi gangguan matriks pada metode atomisasi dengan batang karbon ini lebih besar dibanding dengan metode nyala.

Prinsip dasar analisis logam dengan Spektrofotometri Serapan Atom yaitu cuplikan dalam bentuk larutan dan atomisasi dilakukan dengan memasukkan cuplikan ke dalam batang karbon. Transisi terjadi pada pemasukan larutan yang mengandung logam ke dalam batang karbon.

Dengan adanya radiasi resonansi dari lampu katoda rongga dilewatkan, terjadi penyerapan, dan atom-atom akan tereksitasi ke tingkat tenaga yang lebih tinggi kemudian akan kembali ke keadaan dasar melepaskan tenaga yang besarnya sama dengan tenaga radiasi resonansi yang diserap dan karakteristik untuk setiap unsur (Gunandjar, 1985).



### A.5.3. Instrumentasi



**Gambar 1**  
 . Skema Alat SSA

Terdapat lima bagian utama dalam peralatan SSA, yaitu (Rubinson, 1998) :

1. Sumber sinar atau sistem emisi.

Berfungsi untuk menghasilkan sinar dengan energi tertentu.

Sumber sinar yang digunakan dalam SSA adalah lampu katoda rongga.



**Gambar 2.** Skema Lampu Katoda Rongga

Dalam Gambar 2, lampu katoda rongga dengan anoda terbuat dari kawat wolfram dan katoda terbuat dari elemen yang spektrumnya terbentuk dari inert elemen. Lampu katoda rongga biasanya diisi dengan gas pada tekanan rendah. Tutup lampu terbuat dari kaca atau kwarsa.

Ketika suatu tegangan dialirkan ke anoda dan katoda, atom-atom gas terionisasi di anoda dan dengan cepat tertarik ke katoda. Kemudian ion yang bergerak cepat menumpuk permukaan katoda dan memindahkan permukaan atom logam di katoda ke dalam gas (argon). Tumbukan akan menghasilkan atom logam yang tereksitasi yang memancarkan spektrum karakteristik dari logam yang digunakan. Setiap lampu katoda memancarkan spektrum logam yang digunakan dalam katoda.

## 2. Monokromator

Berfungsi untuk mengisolasi salah satu garis resonansi dari spektrum yang dihasilkan oleh lampu katoda. Monokromator terdiri dari bagian utama berupa lensa atau kaca untuk memfokuskan radiasi, celah masukan dan keluaran untuk membatasi radiasi yang tidak diinginkan dan medium dispersi untuk memisahkan panjang gelombang dari sumber.

## 3. Sistem Pengatoman

Berfungsi untuk menghasilkan atom-atom bebas sebagai media absorpsi. Sistem pengatoman dalam SSA merupakan salah satu

bagian yang penting, karena bagian inilah sampel yang akan dianalisis ditempatkan.

#### 4. Tabung Pelipat Ganda Elektron (*photomultiplier tube*)

Berfungsi untuk mengukur intensitas sinar setelah melalui medium serapan. Dalam tabung pelipat ganda elektron terdapat sebuah kotak yang berisi fotokatoda. Antar fotokatoda dan anoda terdapat dinoda-dinoda. Elektron yang dilepaskan oleh fotokatoda akan dipercepat oleh medan listrik dalam tabung pelipat ganda foton menuju dinoda pertama. Dalam proses tumbukan akan dilepaskan elektron-elektron lain yang kemudian dipercepat menuju dinoda kedua dan demikian seterusnya. Anoda adalah dinoda terakhir (Susetyo, 1988).

Sebuah tabung pelipat ganda elektron biasanya mempunyai sepuluh tingkat dinoda atau lebih, namun pada alat SSA ini hanya terdapat sembilan dinoda. Keluaran akhir dari tabung pelipat ganda elektron ini selanjutnya akan diperkuat oleh penguat awal dan peralatan elektronik lainnya.

#### 5. Sistem Pembacaan

Merupakan bagian yang menampilkan satu angka atau gambar yang dapat dibaca.



#### A.5.4. Optimasi Parameter Pengukuran dengan SSA

Suatu spektrofotometer serapan atom memiliki beberapa parameter yang harus dioptimasi untuk memperoleh hasil pengukuran yang baik. Dalam SSA nyala parameter-parameter itu antara lain sebagai berikut :

##### 1. Pemilihan panjang gelombang

Panjang gelombang menunjukkan bilangan tertentu yang spesifik untuk suatu unsur. Beberapa unsur mempunyai berbagai panjang gelombang resonansi yang dapat digunakan untuk pengukuran pada kisaran kerja tertentu. Pemilihan panjang gelombang yang dapat memberikan kisaran konsentrasi dengan kepekaan yang tinggi. Perlu diperhatikan bahwa analisis dengan SSA pada panjang gelombang yang paling peka tidak selalu memberikan hasil pengukuran yang baik. Panjang gelombang yang kurang peka sering digunakan untuk menaikkan *dynamic range* analisis. Dengan demikian, pemilihan panjang gelombang untuk analisis SSA adalah penting dan tergantung pada tingkat kandungan unsur yang akan dianalisis.

##### 2. Tinggi Pembakar

Pembakar harus diatur sedemikian rupa, karena cuplikan akan dibakar pada tempat ini dan sekaligus pemberian radiasinya. Pengaturan ini adalah arah horizontal yang terdiri

dari kiri kanan dan muka belakang dari pembakar sehingga radiasi lampu katoda cekung tepat lurus dengan pembakar.

Pengaturan arah vertikal dimaksudkan untuk mencari tinggi efektif suatu pembakar. Apabila posisi pembakar terlalu rendah, maka radiasi lampu katoda cekung akan mengenai bagian atas nyala. Bagian ini merupakan daerah reaksi sehingga bila atom-atom masuk daerah reaksi maka dapat terjadi oksidasi yang menyebabkan proses pengatoman menjadi berkurang, karena atom-atom bebas akan bereaksi dengan oksigen membentuk suatu senyawa oksida. Sedangkan bila posisi pembakar terlalu ke atas maka radiasi lampu katoda cekung akan tepat mengenai kepala pembakar sehingga radiasi lampu katoda cekung akan tertutup (Willard, 1981).

### 3. Perbandingan oksidan dengan pembakar

Besarnya efek oksidasi dapat dipengaruhi oleh pemilihan bahan bakar dan oksidan serta perbandingannya. Daya pengoksid nyala dapat diperkecil dengan mengubah perbandingan oksidan dan bahan bakar. Hal ini tidak dapat dilakukan sekehendak hati, karena bila salah satu komponen ada dalam keadaan berlebih, maka suhu nyala akan turun. Hal ini akan mengakibatkan berkurangnya proses pengatoman dan oksida-oksida akan lebih stabil (Robinson, 1990).

### A.5.5. Interferensi dalam Spektrofometri Serapan Atom

Ada hal-hal khusus yang dapat mengakibatkan gangguan-gangguan atau interferensi. Interferensi dalam SSA dibagi menjadi tiga:

#### 1. Interferensi Kimia

Disebabkan oleh proses kimia yang terjadi di dalam cuplikan, yaitu pembentukan senyawa yang sukar menguap.

#### 2. Interferensi Ionisasi

Terjadi jika suhu atomisasi terlalu tinggi, sehingga atom-atom yang dianalisa tidak hanya teratomisasi pada tingkat tenaga dasar, tetapi akan terionisasi. Gangguan ini dapat diatasi dengan menambah unsur (logam) yang mudah terionisasi secara berlebihan.

#### 3. Interferensi Spektra

Terjadi akibat adanya garis emisi spektrum yang tumpang tindih (*overlap*). Interferensi spektra akan terjadi jika pemisahan antara dua garis spektrum kurang dari 0,001 nm (Chatwal dan Anand, 1985).

### A.5.6. Keunggulan dan Kelemahan Alat Spektrofotometer Serapan

#### Atom

Keunggulan SSA :

1. Mampu menganalisis suatu unsur dengan sangat cepat (hanya beberapa detik).
2. Sampel yang digunakan berbentuk larutan.
3. Analisis unsur yang sangat akurat karena menggunakan sumber sinar lampu katoda rongga yang sesuai dengan unsur yang akan dianalisis.
4. Batas deteksi alat yang berkisar antara ppb sampai dengan ppm.

Namun demikian alat SSA juga mempunyai beberapa kelemahan, antara lain :

1. Diperlukan sampel standar sebagai standar pembanding.
2. Diperlukan sampel dengan kehomogenan yang baik.
3. Tidak dapat digunakan untuk mendeteksi unsur-unsur yang ada pada suatu sampel secara bersamaan.

## B. Landasan Teori

Pencemaran lingkungan adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam lingkungan oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam sehingga kualitasnya turun sampai tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan tidak dapat berfungsi sesuai

dengan peruntukannya. Pencemaran lingkungan dapat melalui udara, air maupun daratan dan akhirnya sampai ke manusia dan makhluk hidup lainnya. Dengan semakin berkembangnya teknologi, kebudayaan dan kehidupan manusia yang semakin maju, maka bertambah pula kemungkinan pencemaran lingkungan.

Penyebab terjadinya pencemaran lingkungan salah satunya adalah masuknya unsur-unsur logam berat. Secara umum masuknya logam berat ke suatu perairan berasal dari beberapa sumber, antara lain pencucian bijih logam, pengikisan batuan, limbah industri, limbah domestik dan kegiatan pertambangan. Dari sumber –sumber tersebut sebagian limbah akan tersebar bersama udara dan selanjutnya pada musim penghujan akan jatuh ke tanah bersama air hujan. Limbah yang berada di tanah selanjutnya bersama air tanah akan mengalir ke daerah perairan. Sedangkan sumber pencemaran udara terbesar disebabkan oleh asap kendaraan dan sisa pembakaran sampah. Kandungan logam di udara dan yang terbawa oleh air hujan sangat tergantung pada asalnya.

Unsur logam berat yang termasuk logam-logam esensial umumnya tetap dibutuhkan oleh makhluk hidup untuk pertumbuhan dan perkembangan hidupnya, walaupun dalam jumlah yang sangat sedikit. Logam-logam esensial tersebut misalnya Cu, Zn dan Ni. Namun bila jumlah dari logam-logam esensial ini masuk ke dalam tubuh dengan jumlah berlebihan maka akan berubah fungsi menjadi zat racun bagi tubuh. Berbeda dengan logam yang bersifat toksik seperti Cd, Pb, Hg dan Cr. Logam toksik tersebut walaupun

melalui saluran pencernaan. Kemudian logam tersebut diangkut oleh darah dan selanjutnya didistribusikan ke seluruh tubuh. Di dalam tubuh ikan, logam-logam tersebut terikat oleh protein yang menyusun sebagian besar daging ikan melalui ikatan kovalen koordinasi membentuk senyawa-senyawa kompleks.

### C. Hasil Penelitian Yang Sudah Ada

Dalam penetapan kadar Pb, Cu dan Cd dalam ikan air tawar pada penelitian ini didasarkan pada persamaan metode analisis logam berat lain yang pernah dilakukan oleh beberapa peneliti, diantaranya adalah : " Penentuan Kandungan Logam Fe, Cu, dan Zn dalam Coklat, Kopi, dan Teh dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom "(Citra Wahyu Puspitasari, 2002). "Pengaruh Jenis Kelamin dan Masa Kerja terhadap Kadar Cu, Fe, dan Mn dalam Urine"(Sasmita Nurdin, 2003). "Kajian terhadap Pencemaran Zn, Fe, Cr dan Se dalam Ikan, Udang dan Kerang Melalui Analisis Rambut dengan Teknik Analisis Pengaktifan Neutron" (Kholifah, 2001).

### D. Hipotesis

Berdasarkan dari perumusan masalah dan tujuan penelitian, maka dapat diajukan hipotesis sebagai berikut :

1. Diduga terdapat pencemaran logam berat (Pb, Cu dan Cd) pada ikan air tawar.
2. Diduga terdapat perbedaan kadar Pb, Cu, dan Cd dalam tiap jenis ikan di masing-masing lokasi.

## BAB III

### CARA PENELITIAN

#### A. Alat dan Bahan

##### A.1. Alat Penelitian

1. Seperangkat *Atomic Absorption Spektrophotometry* (AAS) model Hitachi Polarized Zeeman.
2. Gelas ukur
3. Neraca analitik digital
4. Alat saring 10 Mesh
5. Mixer
6. Seperangkat alat gelas

##### A.1. Bahan Penelitian

1. Sampel  
Sampel yang digunakan adalah ikan yang diambil dari kolam air tawar di Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
2. Aquadest
3. HNO<sub>3</sub> pekat (E. Merck)
4. Larutan standar Pb, Cu dan Cd dengan konsentrasi 1000 ppm buatan BDH.

## **B. Jalannya Penelitian**

### **B.1. Tempat Penelitian**

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia Farmasi Fakultas MIPA Universitas Islam Indonesia dan Laboratorium Analisis Kimia dan Fisika Pusat Universitas Gajah Mada.

### **B.2. Obyek Penelitian**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tiga jenis ikan air tawar yaitu ikan mas, ikan nila, dan ikan lele, yang diambil dari kolam-kolam perikanan air tawar di Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.

### **B.3. Metoda Penelitian**

Penelitian ini menggunakan metode studi pustaka dan eksperimen laboratorium.

### **B.4. Variabel Penelitian**

#### **B.4.1. Variabel Bebas**

Tempat pengambilan sampel di kolam-kolam perairan air tawar di Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.

#### **B.4.2. Variabel Terikat**

Konsentrasi kandungan Pb, Cu dan Cd dalam ppm pada ikan air tawar.

### **B.5. Lokasi Pengambilan Sampel**

Lokasi pengambilan sampel dilakukan pada kolam air tawar yang airnya bersumber dari Sungai Winongo, Sungai Cebongan, Sungai Bedog, dan



Selokan Mataram yang semuanya berada dalam wilayah Kabupaten Sleman.

#### **B.6. Preparasi Cuplikan**

Preparasi cuplikan dilakukan untuk mencegah agar cuplikan tidak terkontaminasi dengan bahan atau peralatan selama proses preparasi serta menyiapkan sampel agar siap untuk dianalisa atau dipakai.

#### **B.7. Prosedur Penyiapan Ikan**

1. Ikan dicuci, diambil dagingnya, dikeringkan dan ditumbuk dengan menggunakan lumpang dan alu, kemudian dihaluskan lagi dengan mixer sampai halus
2. Kemudian sampel diayak sampai lolos 10 Mesh dan dibuat homogen.
3. Ikan kemudian ditimbang sebanyak 0,5 gram.
4. Sampel dimasukkan ke dalam gelas ukur 50 ml.
5. Kemudian ditambahkan 10 ml  $\text{HNO}_3$  10 N, lalu dipanaskan di atas hot plate hingga ikan larut sampai tersisa 2 ml.
6. Ditambahkan aquabidest berulang-ulang (3 kali) sampai asam berkurang.
7. Sisakan sampel 2 ml.
8. Sampel kemudian diencerkan sampai genap 25 ml dengan aquabidest.
9. Diambil sebanyak 10 ml.
10. Sampel cuplikan siap dilakukan dengan pencacahan dengan alat AAS.

11. Dibaca dan dicatat serapannya

### **B.8. Analisis Larutan Standart**

1. Membuat larutan standar Pb, Cu, dan Cd dengan cara pengenceran larutan standar Pb, Cu, dan Cd 1000 ppm dari *Fisher* dengan larutan 5%  $\text{HNO}_3$ .
2. Diukur serapan masing-masing larutan standar.
3. Diukur serapan sampel.

### **B.9. Optimasi Peralatan Spektrofotometri Serapan Atom**

1. Hidupkan peralatan AAS.
2. Pilihlah lampu Pb, Cu, dan Cd dan letakkan pada AAS tergantung unsur yang akan dianalisis.
3. Optimasi arus lampu hollow catode.
4. Optimasi lebar celah slit width.
5. Periksa kedudukan lampu terhadap fokus slit.
6. Optimasi kecepatan asetilen.
7. Optimasi burner agar memberikan absorbansi maksimum.

### **B.10. Penentuan Pb, Cu, dan Cd dengan Kurva Baku**

1. Siapkan larutan standar Pb, Cu, dan Cd dengan variasi konsentrasi.
2. Untuk Pb konsentrasi 0,2; 0,4; 0,8; 3,2 ppm.
3. Untuk Cu konsentrasi 0,1; 0,2; 0,4; 0,8; 1,6; 3,2 ppm.

4. Untuk Cd konsentrasi 0,1; 0,2; 0,4; 0,8; 1,6; 3,2 ppm.
5. Ukur absorbansi dari masing-masing larutan standar dan larutan sampel.
6. Buatlah kurva absorbansi versus konsentrasi dan tentukan konsentrasi Pb, Cu, dan Cd dalam sampel dengan regresi linier.

### **B.11. Analisa Kualitatif dan Kuantitatif Secara Spektrofotometri Serapan**

#### **Atom**

Data yang sudah diperoleh dalam analisis laboratorium akan dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus dan dibuat tabel dan grafik.

#### **a. Analisis Kualitatif**

Analisa ini dapat dilakukan satu persatu dengan menggunakan lampu katoda rongga sesuai dengan unsur yang diduga. Jika pada panjang gelombang tertentu dan lampu katoda tertentu memberikan absorbansi, berarti cuplikan mengandung unsur sesuai dengan lampu yang digunakan (Gunandjar, 1985).

#### **b. Analisis Kuantitatif**

Setelah diketahui beberapa jenis unsur logam secara kualitatif, maka selanjutnya dilakukan penentuan secara kuantitatif. Analisis kuantitatif ini akan menjawab pertanyaan berapa kadar zat tertentu yang ada dalam cuplikan. Pada metode Spektrofotometri Serapan Atom cuplikan dibuat dalam bentuk larutan di dalam pelarut air atau

pelarut yang sesuai. Pelarut untuk cuplikan dan standart harus sama dan dibuat se segar mungkin untuk menghindari "strotageeffect". Salah satu metode yang umum dilakukan yaitu dengan membuat kalibrasi absorbansi terhadap konsentrasi larutan standart. Absorbansi yang dihasilkan dari larutan cuplikan diinterpolasikan pada kurva kalibrasi, maka konsentrasi unsur dalam cuplikan dapat ditentukan (Gunandjar, 1985).

## B.12. Analisa Data

### B.12.1. Perhitungan konsentrasi hasil pengukuran ( C regresi )

dengan standar kalibrasi dengan cara :

$$X = \frac{Y - a}{b} \Rightarrow Y = a + bX$$

Dimana :

X : Kadar yang dicari (sebagai C reg )

Y : Harga serapan cuplikan

### B.12.1. Perhitungan kadar Pb, Cu, dan Cd dalam ikan air tawar

Perhitungan dilakukan dengan rumus :

$$X = \frac{C \text{ reg} \times P \times V}{g}$$

Dimana :

X : Kadar unsur (ppm)

C regresi: Konsentrasi unsur yang diperoleh dari kurva kalibrasi standar

P : Faktor pengenceran

V : Volume larutan sampel

g : Berat sampel

**B.12.3. Uji Anava****B.12.4. Uji t****C. Uji Hipotesis**

Data yang sudah diperoleh dalam analisis laboratorium akan dianalisis dengan pengujian hipotesis menggunakan pengujian dua sampel (uji t) dengan tingkat signifikansi = 0,05. Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}{\sqrt{(S_1^2 / n_1 + S_2^2 / n_2)}}$$

Dimana :

S = standar deviasi

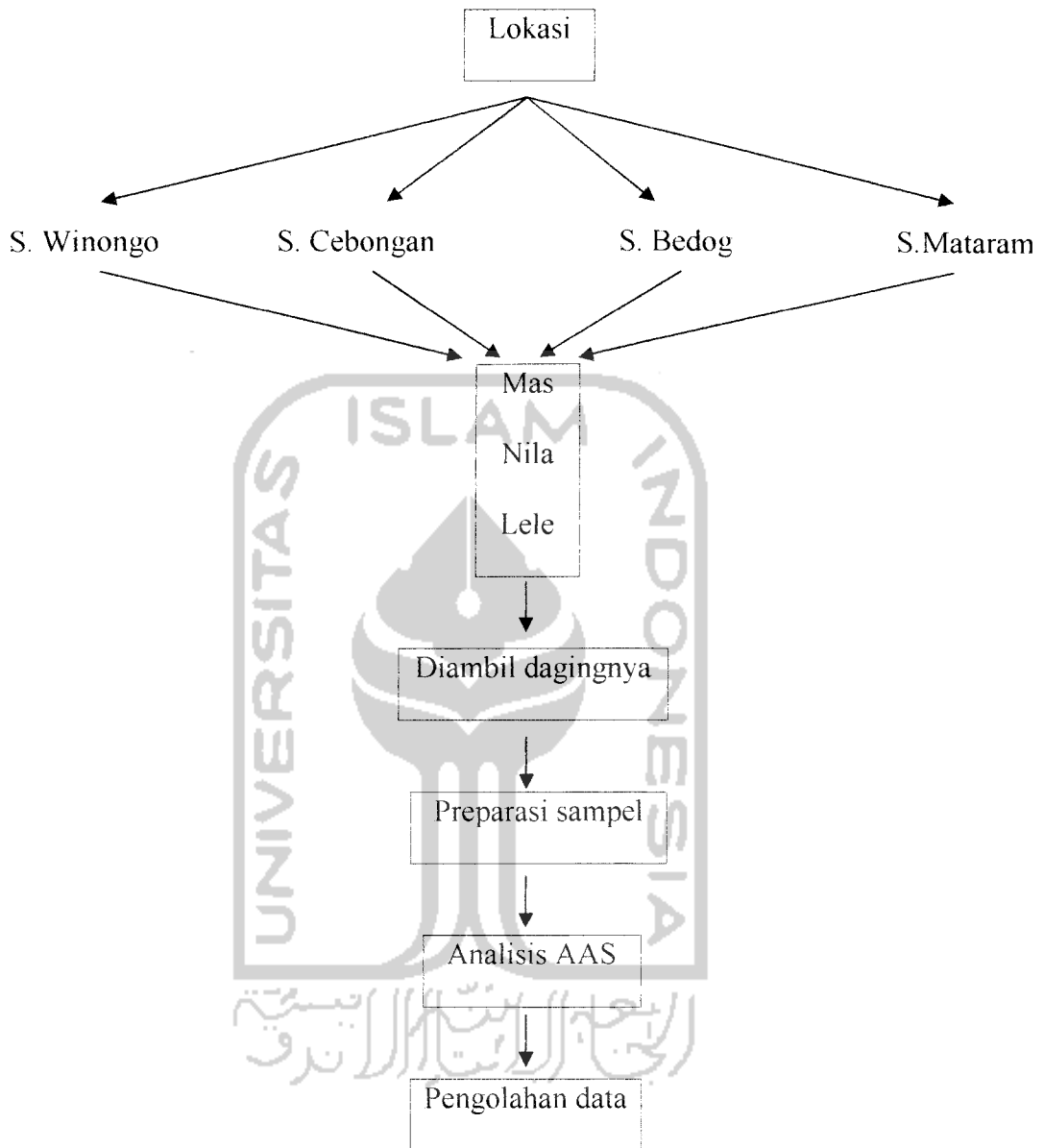
$\bar{x}_1$  = kadar rata-rata pada kasus

$\bar{x}_2$  = kadar rata-rata pada kontrol

N = jumlah sampel / jumlah pengulangan

Ketentuan :

- Jika t hitung < t tabel, maka dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara sampel tersebut.
- Jika t hitung > t tabel, maka dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan yang signifikan antara sampel tersebut.

**D. Skema Penelitian****Gambar 3.** Skema Penelitian

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada penelitian ini sampel yang dianalisis adalah ikan air tawar. Bagian yang diambil sebagai sampel adalah daging ikan yang berkaitan dengan fungsinya sebagai salah satu bahan makanan yang sering dikonsumsi oleh manusia. Sampel diambil di empat lokasi kolam air tawar di Kabupaten Sleman, Yogyakarta berdasarkan tingkat pencemarannya. Kolam air tawar tersebut sumber airnya berasal dari aliran Sungai Winongo, Sungai Cebongan, Sungai Bedog, dan Selokan Mataram. Ikan yang diambil terdiri dari tiga jenis, yaitu ikan mas, ikan nila, dan ikan lele. Masing-masing jenis ikan diambil tiga ekor yang beratnya kurang lebih 0,7 – 1 kg.

Semua sampel diuji dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom. Hasil yang didapat yaitu analisis kualitatif dan analisis kuantitatif. Kadar unsur yang terdapat dalam ikan kita bandingkan dengan batas maksimum logam dalam makanan yang ditetapkan Balai Pengawasan Obat dan Makanan Depkes RI.

Sampel yang digunakan adalah ikan air tawar dengan pertimbangan bahwa daging ikan sebagai salah satu sumber bahan makanan yang sering dikonsumsi oleh sebagian besar masyarakat. Ikan, hidupnya tidak terlepas dari keberadaan lingkungan hidupnya, yaitu air. Air yang digunakan sebagai tempat hidup ikan tidak terlepas dari terjadinya pencemaran air. Air tersebut dapat tercemar oleh berbagai macam sebab, misalnya pembuangan limbah industri ke sungai-sungai serta limbah-limbah rumah tangga yang secara langsung dapat meningkatkan

terjadinya pencemaran air sebagai tempat hidup ikan. Limbah-limbah tersebut sebagian besar mengandung logam-logam berat yang sangat berbahaya, baik bagi ikan maupun bagi manusia yang mengkonsumsinya. Salah satu bagian ikan yang dapat dijadikan sebagai parameter untuk mengetahui tingkat pencemaran yang terjadi adalah daging ikan.

Sebelum dilakukan analisis kadar logam Pb, Cu, dan Cd, perlu dilakukan pengujian mengenai kondisi optimum dari instrumen. Optimasi perlu dilakukan supaya diperoleh hasil pengukuran yang baik yang meliputi reproducibility, kuat arus lampu katoda, panjang gelombang radiasi, lebar celah (slit width), dan tinggi validitas spektrofotometri serapan atom yang akan digunakan (Narsito, 1992).

Reproducibility alat ditentukan untuk mengetahui kesamaan spektrogram pada pengukuran yang berulang-ulang. Dari hasil pengukuran diperoleh spektrogram yang relatif sama, sehingga diperoleh alat instrumen yang digunakan tersebut "reproducibility"-nya cukup baik. Validitas alat ditentukan untuk mengetahui sejauh mana alat yang digunakan dapat mengukur kembali kadar dari standart referensi (Rusmawati, 1988). Data dari hasil pengukuran kondisi optimum dapat dilihat pada Lampiran 1.

Berdasarkan analisis secara kualitatif untuk mengetahui ada atau tidaknya kandungan Pb, Cu, dan Cd, ternyata hasil menunjukkan bahwa dari sampel daging ikan air tawar positif mengandung Pb, Cu, dan Cd. Dari perhitungan kadar diperoleh bahwa ada beda jumlah kadar Pb, Cu, dan Cd dalam daging ikan air tawar yang berbeda jenis.



Secara kuantitatif unsur Pb, Cu, dan Cd dalam larutan cuplikan diperoleh dari hasil interpolasi absorbansi larutan cuplikan ke dalam kurva standar, atau dengan jalan memasukkan absorbansi ke dalam persamaan yang didapat. Hasil pengukuran absorbansi larutan standar dapat dilihat pada tabel 5, 6, dan 7 sebagai berikut :

**Tabel 5. Hasil Pengukuran Absorbansi Larutan Standar Pb**

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi	Persamaan Garis	r
0,20	0,0007	$Y = -5,0718 \cdot 10^{-4} + 5,979 \cdot 10^{-5} X$	0,9999
0,40	0,0017		
0,80	0,0044		
3,20	0,0186		

**Tabel 6. Hasil Pengukuran Absorbansi Larutan Standar Cu**

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi	Persamaan Garis	r
0,10	0,0018	$Y = 4,595 \cdot 10^{-5} + 0,01357 X$	0,9998
0,20	0,0023		
0,40	0,0052		
0,80	0,0109		
1,60	0,0220		
3,20	0,0434		

**Tabel 7. Hasil Pengukuran Absorbansi Larutan Standar Cd**

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi	Persamaan Garis	r
0,10	0,0042	$Y = 1,7293 \cdot 10^{-4} + 0,04783 X$	0,9999
0,20	0,0097		
0,40	0,0198		
0,80	0,0392		
1,60	0,0761		
3,20	0,1533		

Hasil perhitungan persamaan garis regresi masing-masing larutan standart ditunjukkan pada lampiran 2, sedangkan untuk gambar kurva kalibrasi masing-masing larutan standart ditunjukkan pada lampiran 3.

Berdasarkan harga r untuk Pb, Cu dan Cd yang disajikan pada tabel 5, 6, 7 maka selanjutnya dapat digunakan sebagai perhitungan secara kuantitatif dan hasil yang diperoleh setelah memasukkan harga serapan Pb, Cu dan Cd dalam masing-masing sample ke dalam persamaan regresi yang sesuai sebagai harga C reg. C reg selanjutnya diubah menjadi kadar sebenarnya dengan menggunakan rumus :

$$\frac{C \text{ reg} \times P \times V}{g}$$

g



**Tabel 8. Kadar Rata – rata Logam Pb, Cu dan Cd Berdasar Jenis Ikan dan Lokasi**

Lokasi	Kadar Logam (ppm)											
	Pb				Cu				Cd			
	Ikan Mas	Ikan Nila	Ikan Lele	Ikan Mas	Ikan Nila	Ikan Lele	Ikan Mas	Ikan Nila	Ikan Lele	Ikan Mas	Ikan Nila	Ikan Lele
Sungai Winongo	0,0132	0,0112	0,0101	0,0103	0,0102	0,0094	0,0005	0,0003	0,0002	0,0003	0,0003	0,0002
Sungai Cebongan	0,0120	0,0110	0,0522	0,0059	0,0081	0,0100	0,0002	0,0003	0,0003	0,0002	0,0003	0,0003
Sungai Bedog	0,0145	0,0179	0,0201	0,0085	0,0165	0,0106	0,0004	0,0002	0,0006	0,0004	0,0002	0,0006
Selokan Mataram	0,0145	0,0115	0,0165	0,0152	0,0093	0,0279	0,0008	0,0006	0,0002	0,0008	0,0006	0,0002

Dari Tabel 8., dapat diketahui kadar rata-rata dari masing-masing jenis ikan dan perbedaan lokasi. Untuk logam Pb, dari setiap lokasi di uji anava terhadap berbagai jenis ikan yang meliputi ikan mas, ikan nila, dan ikan lele. Hasil uji anava untuk Sungai Winongo adalah 0,236, untuk Sungai Cebongan adalah 0,343, untuk Sungai Bedog adalah 0,776 dan untuk Selokan Mataram adalah 0,062. Lihat Lampiran 4, 5, 6, dan 7. Dari uji anava tersebut diketahui bahwa di semua lokasi tidak menunjukkan hasil yang signifikan dikarenakan harga signifikansinya lebih dari 0,05, sehingga tidak dapat dilanjutkan ke uji t.

Jika dilihat dari perbedaan jenis ikan (antar sampel) dibandingkan dengan masing-masing lokasi, uji anavanya adalah untuk ikan mas adalah 0,699, untuk ikan nila adalah 0,028, dan untuk ikan lele adalah 0,426. Dari ketiga hasil uji anava tersebut yang dapat dilanjutkan ke uji t hanya pada ikan nila saja dikarenakan harga signifikansinya 0,028 yang berarti kurang dari 0,05. Dari data ikan nila tersebut untuk tiap lokasi kemudian di uji t, dan ditunjukkan pada Tabel 9.

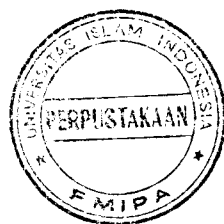
**Tabel 9. Hasil Uji t Antar Sampel Pada Ikan Nila untuk Logam Pb**

No.	Antar Sampel	Signifikansi	Keterangan
1.	S. Winongo dengan S. Cebongan	0,939	Tidak signifikan
2.	S. Winongo dengan S. Bedog	0,053	Tidak signifikan
3.	S. Winongo dengan S. Mataram	0,922	Tidak signifikan
4.	S. Cebongan dengan S. Winongo	0,939	Tidak signifikan
5.	S. Cebongan dengan S. Bedog	0,047	Signifikan
6.	S. Cebongan dengan S. Mataram	0,861	Tidak signifikan
7.	S. Bedog dengan S. Winongo	0,053	Tidak signifikan
8.	S. Bedog dengan S. Cebongan	0,047	Signifikan
9.	S. Bedog dengan S. Mataram	0,062	Tidak signifikan
10.	S. Mataram dengan S. Winongo	0,922	Tidak signifikan
11.	S. Mataram dengan S. Cebongan	0,861	Tidak signifikan
12.	S. Mataram dengan S. Bedog	0,062	Tidak signifikan

Berdasar tabel di atas, perbedaan kadar Pb yang signifikan terdapat pada ikan nila, yaitu antara Sungai Cebongan (0,0110 ppm) dengan Sungai Bedog (0,0179 ppm) dengan signifikansi 0,047. Perbedaan tersebut disebabkan karena di Sungai Bedog tersebut terdapat Pabrik Baja Sakti, yang memproduksi baja yang limbahnya sebagian besar mengandung logam Pb dan Cd.

Dari tabel tersebut didapatkan bahwa dikeempat lokasi yaitu Sungai Winongo, Sungai Cebongan, Sungai Bedog dan Selokan Mataram, dengan jenis ikan yang berbeda yaitu ikan mas, ikan nila, dan ikan lele terhadap batas maksimum cemaran logam Pb dalam ikan berdasarkan keputusan Dirjen POM No. 03725 / B / SK / VII / 89 yaitu 2 ppm, menunjukkan bahwa kadar Pb dalam tiga jenis ikan tersebut disemua lokasi belum melebihi batas yang ditetapkan dan aman untuk dikonsumsi.

Untuk logam Cu, dari setiap lokasi di uji anava terhadap berbagai jenis ikan yang meliputi ikan mas, ikan nila, dan ikan lele. Hasil uji anava untuk Sungai Winongo adalah 0,884, untuk Sungai Cebongan adalah 0,015, untuk Sungai Bedog adalah 0,112 dan untuk Selokan Mataram adalah 0,342. Lihat Lampiran 4, 5, 6, dan 7. Dari uji anava tersebut diketahui bahwa yang menunjukkan hasil yang signifikan adalah di Sungai Cebongan karena mempunyai harga signifikansi 0,015 atau lebih kecil dari 0,05 sehingga dapat dilanjutkan ke uji t. Hasil uji t tersebut disajikan pada Tabel 10.



dalam jumlah yang sangat sedikit akan bersifat toksik bagi tubuh. Batas maksimal logam berat tersebut dalam makanan menurut Dirjen POM untuk Hg, Cd, Pb, Cu dan As berturut-turut adalah 0,5 ppm; 0,2 ppm; 2 ppm; 20 ppm dan 1 ppm.

Masalah yang dihadapi dalam pencemaran lingkungan oleh logam-logam berat ini cukup pelik karena logam berat mempunyai sifat racun yang tidak dapat dirombak atau dihancurkan oleh organisme hidup dan secara langsung atau tidak langsung berakumulasi dalam tubuh organisme termasuk manusia.

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 diakumulasi oleh tumbuhan dan hewan air. Tingkat kadar residu logam yang diakumulasi oleh organisme tersebut dapat untuk menggambarkan tingkat pencemaran air di perairan tersebut, misalnya ikan, kerang, udang dan sebagainya.

Logam berat masuk ke dalam jaringan tubuh ikan melalui beberapa jalan, yaitu saluran pernapasan (insang), pencernaan dan penetrasi melalui kulit. Kadar logam berat yang tinggi dapat merusak jaringan ikan sehingga menyebabkan kematian dan dapat mempengaruhi perilaku ikan, seperti perilaku berenang, makan dan kawin.

Proses masuknya logam ke dalam tubuh ikan secara umum adalah logam-logam tersebut diserap oleh tubuh ikan melalui insang, kulit maupun

**Tabel 10. Hasil Uji t Antar Sampel Pada Logam Cu di Sungai Cebongan**

No.	Antar Sampel	Signifikasi	Keterangan
1.	Ikan mas dengan ikan nila	0,064	Tidak signifikan
2.	Ikan mas dengan ikan lele	0,005	Signifikan
3.	Ikan nila dengan ikan mas	0,064	Tidak signifikan
4.	Ikan nila dengan ikan lele	0,089	Tidak signifikan
5.	Ikan lele dengan ikan mas	0,005	Signifikan
6.	Ikan lele dengan ikan nila	0,089	Tidak signifikan

Berdasar tabel diatas, perbedaan kadar Cu yang signifikan terdapat antara ikan mas (0,0059 ppm) dengan ikan lele (0,0100 ppm) di Sungai Cebongan dengan signifikansi 0,005. Perbedaan tersebut disebabkan karena ikan lele hidupnya di dasar kolam dimana lebih banyak logam yang mengendap dibandingkan dengan ikan mas yang hidupnya di permukaan.

Jika dilihat dari perbedaan jenis ikan (antar sampel) dibandingkan dengan masing – masing lokasi, uji anavanya adalah untuk ikan mas adalah 0,001, untuk ikan nila adalah 0,189, dan untuk ikan lele adalah 0,000. Dari ketiga hasil uji anava tersebut yang dapat dilanjutkan ke uji t pada ikan mas dan ikan lele dikarenakan harga signifikansinya keduanya kurang dari 0,05. Dari data ikan mas dan ikan lele tersebut untuk tiap lokasi kemudian di uji t, dan ditunjukkan pada Tabel 11 dan 12.

**Tabel 11. Hasil Uji t Antar Sampel Pada Ikan Mas untuk Logam Cu**

No.	Antar Sampel	Signifikansi	Keterangan
1.	S. Winongo dengan S. Cebongan	0,018	Signifikan
2.	S. Winongo dengan S. Bedog	0,276	Tidak signifikan
3.	S. Winongo dengan S. Mataram	0,010	Signifikan
4.	S. Cebongan dengan S. Winongo	0,018	Signifikan
5.	S. Cebongan dengan S. Bedog	0,110	Tidak signifikan
6.	S. Cebongan dengan S. Mataram	0,000	Signifikan
7.	S. Bedog dengan S. Winongo	0,276	Tidak signifikan
8.	S. Bedog dengan S. Cebongan	0,110	Tidak signifikan
9.	S. Bedog dengan S. Mataram	0,002	Signifikan
10.	S. Mataram dengan S. Winongo	0,010	Signifikan
11.	S. Mataram dengan S. Cebongan	0,000	Signifikan
12.	S. Mataram dengan S. Bedog	0,002	Signifikan

Dari tabel tersebut didapatkan hasil yang signifikan yaitu antara Sungai Winongo (0,0103 ppm) dengan Sungai Cebongan (0,0059 ppm) dengan signifikansi 0,0018. Kemudian antara Sungai Winongo (0,0103 ppm) dengan Selokan Mataram (0,0152 ppm) dengan signifikansi 0,010. Selanjutnya antara Sungai Cebongan (0,0059 ppm) dengan Selokan Mataram (0,0152 ppm) dengan signifikansi 0,000. Dan yang terakhir antara Sungai Bedog (0,0085 ppm) dengan Selokan Mataram (0,0152 ppm) dengan signifikansi 0,002.

**Tabel 12. Hasil Uji t Antar Sampel Pada Ikan Lele untuk Logam Cu**

No.	Antar Sampel	Signifikansi	Keterangan
1.	S. Winongo dengan S. Cebongan	0,760	Tidak signifikan
2.	S. Winongo dengan S. Bedog	0,556	Tidak signifikan
3.	S. Winongo dengan S. Mataram	0,000	Signifikan
4.	S. Cebongan dengan S. Winongo	0,760	Tidak signifikan
5.	S. Cebongan dengan S. Bedog	0,772	Tidak signifikan
6.	S. Cebongan dengan S. Mataram	0,000	Signifikan
7.	S. Bedog dengan S. Winongo	0,556	Tidak signifikan
8.	S. Bedog dengan S. Cebongan	0,772	Tidak signifikan
9.	S. Bedog dengan S. Mataram	0,000	Signifikan
10.	S. Mataram dengan S. Winongo	0,000	Signifikan
11.	S. Mataram dengan S. Cebongan	0,000	Signifikan
12.	S. Mataram dengan S. Bedog	0,000	Signifikan



Perbedaan yang signifikan kadar logam Cu juga ditunjukkan pada ikan lele, yaitu antara Sungai Winongo (0,0094 ppm) dengan Selokan Mataram (0,0279 ppm) dengan signifikansi 0,000. Kemudian antara Sungai Cebongan (0,0100 ppm) dengan Selokan Mataram (0,0279 ppm) dengan nilai signifikansi 0,000. Dan yang terakhir antara Sungai Bedog (0,0106 ppm) dengan Selokan Mataram (0,0279 ppm) dengan nilai signifikansi 0,000.

Dari data – data di atas didapatkan bahwa di empat lokasi tersebut dengan tiga jenis ikan yang berbeda yaitu ikan mas, ikan nila dan ikan lele tidak menunjukkan kadar yang melebihi batas cemaran logam Cu yang telah ditetapkan oleh Dirjen POM No. 03725 / B / SK / VII/ 89 untuk logam Cu yaitu 20 ppm sehingga ikan-ikan tersebut aman untuk dikonsumsi.

Dari Tabel 8 diketahui untuk logam Cd, dari setiap lokasi di uji anava terhadap berbagai jenis ikan yang meliputi ikan mas, ikan nila, dan ikan lele. Hasil uji anava untuk Sungai Winongo adalah 0,390, untuk Sungai Cebongan adalah 0,980, untuk Sungai Bedog adalah 0,580 dan untuk Selokan Mataram adalah 0,031. Lihat Lampiran 4, 5, 6, dan 7. Dari uji anava tersebut diketahui yang menunjukkan hasil yang signifikan hanya di Selokan Mataram saja dikarenakan mempunyai harga signifikansi 0,031 atau lebih kecil dari 0,05 sehingga dapat dilanjutkan ke uji t. Hasil uji t tersebut ditunjukkan pada Tabel 13.

**Tabel 13. Hasil Uji t Antar Sampel Pada Logam Cd di Selokan Mataram**

No.	Antar Sampel	Signifikasi	Keterangan
1.	Ikan mas dengan ikan nila	0,097	Tidak signifikan
2.	Ikan mas dengan ikan lele	0,011	Signifikan
3.	Ikan nila dengan ikan mas	0,097	Tidak signifikan
4.	Ikan nila dengan ikan lele	0,153	Tidak signifikan
5.	Ikan lele dengan ikan mas	0,011	Signifikan
6.	Ikan lele dengan ikan nila	0,153	Tidak signifikan

Dari tabel di atas, perbedaan kadar Cd yang signifikan terdapat di Selokan Mataram, yaitu antara ikan mas (0,0008 ppm) dengan ikan lele (0,0002) dengan nilai signifikansi 0,011.

Jika dilihat dari perbedaan jenis ikan (antar sampel) dibandingkan dengan masing – masing lokasi, uji anavanya adalah untuk ikan mas adalah 0,001, untuk ikan nila adalah 0,591, dan untuk ikan lele adalah 0,352. Dari ketiga hasil uji anava tersebut yang dapat dilanjutkan ke uji t hanya pada ikan mas saja dikarenakan harga signifikansinya kurang dari 0,05. Dari data ikan mas tersebut kemudian di uji t, dan ditunjukkan pada Tabel 14.

**Tabel 14. Hasil Uji t Antar Sampel Pada Ikan Mas untuk Logam Cd**

No.	Antar Sampel	Signifikansi	Keterangan
1.	S. Winongo dengan S. Cebongan	0,337	Tidak signifikan
2.	S. Winongo dengan S. Bedog	0,694	Tidak signifikan
3.	S. Winongo dengan S. Mataram	0,141	Tidak signifikan
4.	S. Cebongan dengan S. Winongo	0,337	Tidak signifikan
5.	S. Cebongan dengan S. Bedog	0,557	Tidak signifikan
6.	S. Cebongan dengan S. Mataram	0,029	Signifikan
7.	S. Bedog dengan S. Winongo	0,694	Tidak signifikan
8.	S. Bedog dengan S. Cebongan	0,557	Tidak signifikan
9.	S. Bedog dengan S. Mataram	0,076	Tidak signifikan
10.	S. Mataram dengan S. Winongo	0,141	Tidak signifikan
11.	S. Mataram dengan S. Cebongan	0,029	Signifikan
12.	S. Mataram dengan S. Bedog	0,076	Tidak signifikan

Dari tabel di atas diketahui perbedaan yang signifikan terdapat antara Sungai Cebongan (0,0002 ppm) dengan Selokan Mataram (0,0008 ppm) dengan nilai signifikansi 0,029. Perbedaan tersebut disebabkan karena di Selokan Mataram terdapat pabrik plastik bernama Pelangi, yang limbah pabriknya dibuang ke Selokan Mataram. Limbah buangan dari pabrik plastik tersebut banyak mengandung logam Cd.

Dari tabel 8., didapatkan bahwa diempat lokasi tersebut dengan tiga jenis ikan yang berbeda yaitu ikan mas, ikan nila, dan ikan lele tidak menunjukkan kadar yang melebihi batas cemaran logam Cd yang telah ditetapkan oleh Dirjen POM No. 03725 / B/ SK / VII / 89 untuk logam Cd yaitu 0,2 ppm sehingga ikan-ikan tersebut aman untuk dikonsumsi.



## BAB. V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

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

1. Secara perhitungan kuantitatif didapatkan hasil bahwa ketiga jenis ikan tersebut, yaitu ikan mas, ikan nila, dan ikan lele mengandung logam Pb, Cu, dan Cd.
2. Kadar logam Pb dalam ikan mas, ikan nila dan ikan lele di Sungai Winongo, Sungai Cebongan, Sungai Bedog dan Selokan Mataram belum melebihi batas cemaran logam yang ditetapkan oleh Dirjen POM yaitu Pb (2 ppm), Cu (20 ppm), dan Cd (0,2 ppm).
3. Untuk logam Pb, kadar rata – rata terendah di Sungai Winongo (0,0101 ppm), kadar tertinggi di Sungai Cebongan (0,0522 ppm).
4. Untuk logam Cu, kadar rata – rata terendah di Sungai Cebongan (0,0059 ppm), kadar tertinggi di Selokan Mataram (0,0279 ppm).
5. Untuk logam Cd, kadar rata –rata terendah di Sungai Cebongan (0,0002 ppm), kadar tertinggi di Selokan Mataram (0,008 ppm).
6. Tiap ikan menunjukkan kadar yang berbeda-beda untuk setiap logam dikarenakan perbedaan kemampuan dalam menyerap logam tersebut ke dalam tubuhnya.

## DAFTAR PUSTAKA

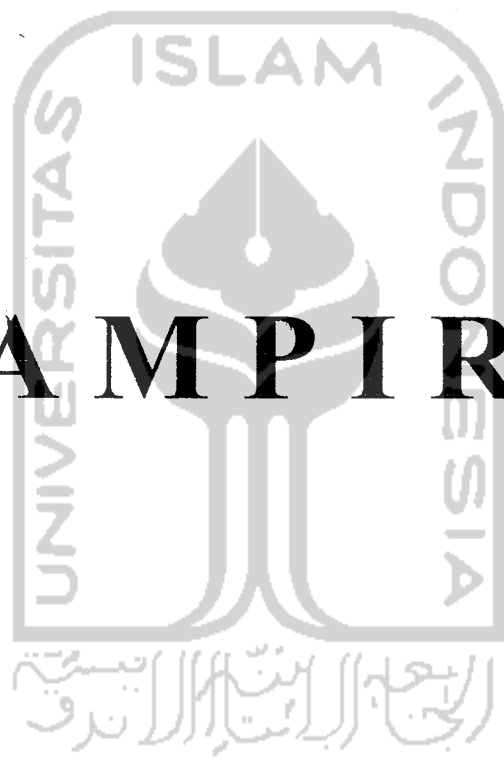
- Achmad, M., 1984, *Statistika Farmasil dan Biologi*, Ghalia, Jakarta
- Darmono, 1995, *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*, Cetakan I, UI-Press, Jakarta
- Darmono, 2001, *Lingkungan Hidup dan Pencemaran*, Cetakan I, UI-Press, Jakarta
- Eddy, A., dan Evi, L., 1989, *Pengawetan dan Pengolahan Ikan*, Cetakan 14, Kanisius, Yogyakarta
- Fuad, A., 1977, *Prinsip-prinsip Masalah Pencemaran Lingkungan*, Cetakan I, Ghalia Indonesia, Jakarta
- Gunandjar, 1985, *Diktat Kuliah Spektrofotometri Serapan Atom*, BATAN, Yogyakarta
- Hendayana, S., 1994, *Kimia Analitik Instrumen*, Edisi I, IKIP Semarang Press, Semarang
- Irawan, A., Hsr, 1995, *Usaha Perikanan Dan Mengomersilkan Hasil Sampingannya*, Aneka, Solo
- Keenan, 1999, *Kimia untuk Universitas*, Cetakan IX, Erlangga, Jakarta
- Narsito, 1992, *Dasar-dasar Spektrometri Serapan Atom*, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta
- Palar, H., 1994, *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*, Cetakan I, PT. Rineka Cipta, Jakarta
- Rusmawati, E., 1988, *Deteksi dan Penetapan Kadar Logam-logam Toksik Pada Buah Leci Dalam Kaleng*, Farmasi UGM, Yogyakarta
- Sastrawijaya, A.T.1991, *Pencemaran Lingkungan*, PT. Rhineka Cipta, Jakarta
- Satmoko, W., 1999, *Pencemaran Air oleh Bahan Kimia dan Hubungannya dengan Kesehatan Masyarakat*, ISSN, **21, 3, 24-30**

Satmoko, W., 2000, *Ancaman di Balik Hasil Laut di Perairan Teluk Jakarta Terhadap Kesehatan Masyarakat*, Media Litbang Kesehatan, **IX, 4**, 16-21

Zonneveld, N., Huisman, E.A.; Boon, J.H., 1991, *Prinsip-prinsip Budidaya Ikan*, Cetakan I, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta



# LAMPIRAN

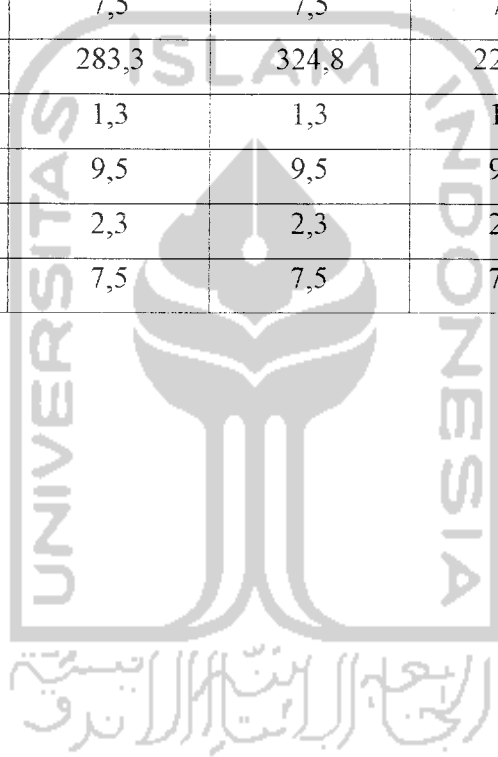


## LAMPIRAN 1

### Hasil Optimasi Spektrofotometri Serapan Atom

#### Hitachi Polarized Zeeman Untuk Analisis Unsur Pb, Cu, dan Cd

Parameter	Pb	Cu	Cd	Satuan
Arus lampu	7,5	7,5	7,5	mA
Panjang gelombang	283,3	324,8	228,8	nm
Lebar celah	1,3	1,3	1,3	nm
Laju udara	9,5	9,5	9,5	l/min
Laju asetilen	2,3	2,3	2,2	l/min
Tinggi pembakar	7,5	7,5	7,5	mm





## LAMPIRAN 2

### Perhitungan Persamaan Regresi Linier

Rumus-rumus yang digunakan :

$$Y = a + bX \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$\Sigma y - na - b\Sigma x = 0 \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$\Sigma xy - a\Sigma x - b\Sigma x^2 = 0 \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$r = \frac{n\Sigma xy - (\Sigma x)(\Sigma y)}{\sqrt{n\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2} \sqrt{n\Sigma y^2 - (\Sigma y)^2}} \quad \dots\dots\dots(4)$$

Perhitungan Persamaan Garis Linier Untuk Analisis Pb

x	y	x <sup>2</sup>	y <sup>2</sup>	xy
0,20	0,0007333	0,04	0,0000005377	0,0001466
0,40	0,0017	0,16	0,00000289	0,00068
0,80	0,0044	0,64	0,00001936	0,00352
3,20	0,0186	10,24	0,00034596	0,05952
$\Sigma x = 4,60$	$\Sigma y = 0,0254333$	$\Sigma x^2 = 11,08$	$\Sigma y^2 = 0,0003687477$	$\Sigma xy = 0,06386666$

n = 4

Keterangan : X : Konsentrasi larutan standart (ppm)

$$b = 0,005979$$

Mencari harga a dengan menggunakan persamaan (1) atau (2), setelah harga b diketahui .

Persamaan (1) :

$$0,0254333 - 4 a - 4,6 b = 0$$

$$0,0254333 - 4 a - 4,6 (0,00597) = 0$$

$$0,0254333 - 4 a - 0,027462 = 0$$

$$4 a = - 0,0020287$$

$$a = - 0,00057175$$

Dari perhitungan diperoleh :

$$a = - 0,000507175 = - 0,00050718$$

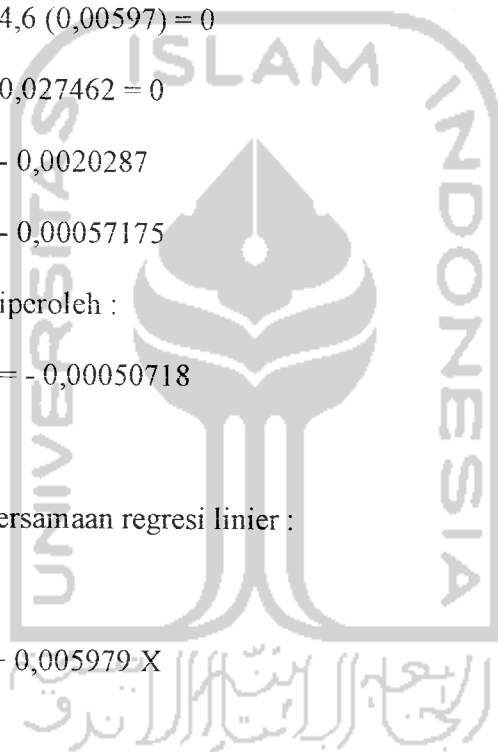
$$b = 0,005979$$

Maka ditemukan persamaan regresi linier :

$$Y = a + b X$$

$$Y = - 0,00050718 + 0,005979 X$$

Mencari harga r :



$$= \frac{4(0,06386666) - 4,6(0,0254333)}{\sqrt{4(11,08) - (4,6)^2} \sqrt{4(0,0003687477 - (0,0254333)^2)}}$$

$$= \frac{0,25546664 - 0,11699318}{\sqrt{44,32 - 21,16} \sqrt{0,004749908 - 0,000646852789}}$$

$$= \frac{0,13847346}{0,138490707}$$

$$= 0,999875464$$

Perhitungan Persamaan Garis Linier Untuk Analisis Cu

x	y	x <sup>2</sup>	y <sup>2</sup>	xy
0,10	0,0018667	0,01	0,0000034846	0,00018667
0,20	0,0023667	0,04	0,0000056013	0,00047334
0,40	0,0052333	0,16	0,000027387	0,00209332
0,80	0,0109	0,64	0,0001881	0,00872
1,60	0,022	2,56	0,000484	0,0352
3,20	0,0434	10,24	0,0018836	0,13888
Σx = 6,30	Σy = 0,0857667	Σx <sup>2</sup> = 13,65	Σy <sup>2</sup> = 0,0025228829	Σxy = 0,18555333

n = 6

Keterangan: X = Kadar Tembaga (ppm) dan Y = Kadar Tembaga (ppm)

$$= \frac{1,1331998 - 0,54033021}{\sqrt{81,9 - 39,69} \sqrt{0,015137297 - 0,007355926829}}$$

$$= \frac{0,57298977}{0,573107001}$$

$$= 0,999795446$$

Perhitungan Persamaan Garis Linier Untuk Analisis Cd

x	y	x <sup>2</sup>	y <sup>2</sup>	xy
0,10	0,0042333	0,01	0,000017921	0,00042333
0,20	0,0097333	0,04	0,000094737	0,00194666
0,40	0,0198	0,16	0,000329204	0,00792
0,80	0,0392	0,64	0,0015366	0,03136
1,60	0,0761	2,56	0,0057912	0,12176
3,20	0,1533	10,24	0,0235	0,49056
$\Sigma x = 6,30$	$\Sigma y = 0,3023666$	$\Sigma x^2 = 13,65$	$\Sigma y^2 = 0,031332498$	$\Sigma xy = 0,65396999$

n = 6

Keterangan : X : Konsentrasi larutan standart (ppm)

Y : Absoransi larutan standart

$$b = 0,01357$$

Mencari harga a dengan menggunakan persamaa (1) atau (2), setelah harga b diketahui .

Persamaan (1) :

$$0,0857667 - 6 a - 6,3 b = 0$$

$$0,0857667 - 6 a - 6,3 (0,01357) = 0$$

$$0,0857667 - 6 a - 0,085491 = 0$$

$$6 a = 0,0002757$$

$$a = 0,00004595$$

Dari perhitungan diperoleh :

$$a = 0,00004595$$

$$b = 0,01357$$

Maka ditemukan persamaan regresi linier :

$$Y = a + b X$$

$$Y = 0,00004595 + 0,01357 X$$

Mencari harga r :

$$r = \frac{n\sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{n\sum x^2 - (\sum x)^2} \sqrt{n\sum y^2 - (\sum y)^2}}$$
$$= \frac{6 (0,18555333) - 6,3 (0,0857667)}{\sqrt{6 (13,65) - (6,3)^2} \sqrt{6 (0,0025228829) - (0,0857667)^2}}$$

Mencari harga a dengan menggunakan persamaa (1) atau (2), setelah harga b diketahui .

Persamaan (1) :

$$0,3023666 - 6 a - 6,3 b = 0$$

$$0,3023666 - 6 a - 6,3 (0,04783) = 0$$

$$0,3023666 - 6 a - 0,301329 = 0$$

$$6 a = 0,0010376$$

$$a = 0,00017293$$

Dari perhitungan diperoleh :

$$a = 0,00017293$$

$$b = 0,04783$$

Maka ditemukan persamaan regresi linier :

$$Y = a + b X$$

$$Y = 0,00017293 + 0,04783 X$$

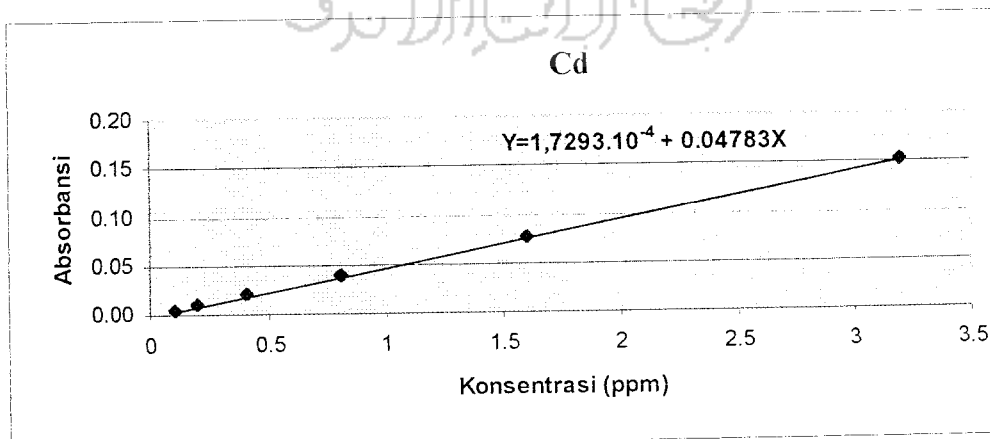
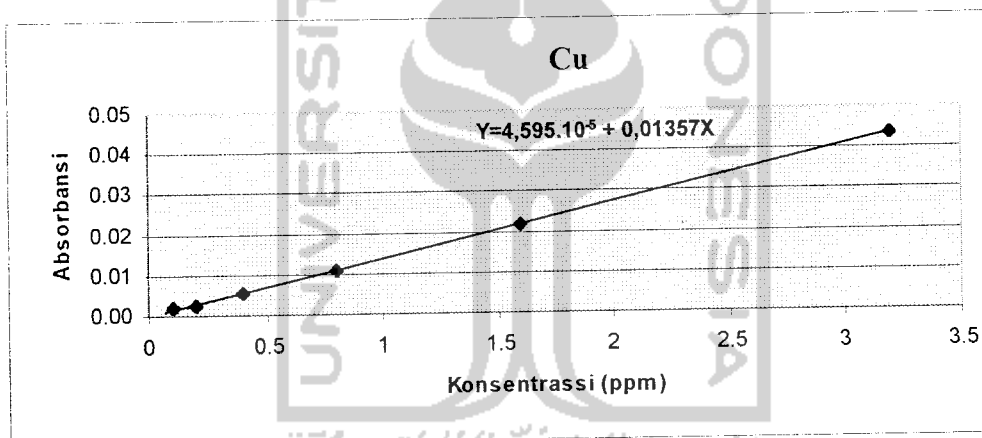
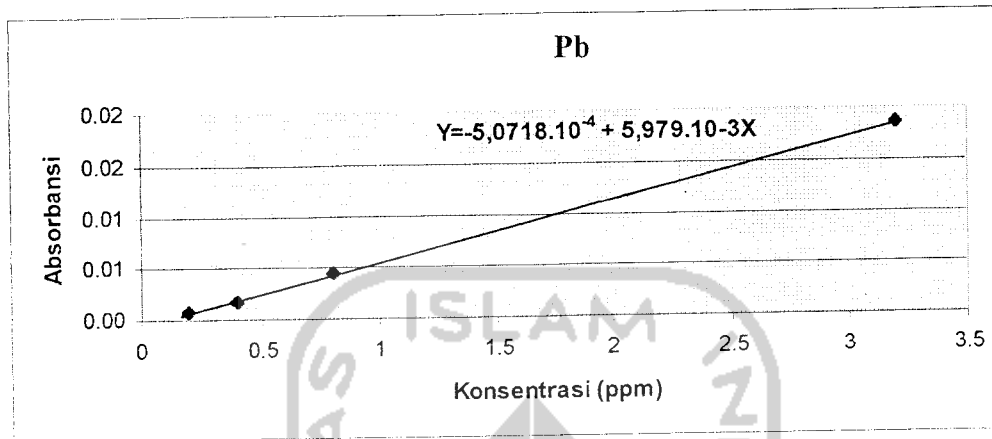
Mencari harga r :

$$r = \frac{n \sum xy - (\sum x) (\sum y)}{\sqrt{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \sqrt{n \sum y^2 - (\sum y)^2}}$$
$$= \frac{6 (0,65396999) - 6,3 (0,3023666)}{\sqrt{6 (13,65) - (6,3)^2} \sqrt{6 (0,031332498) - (0,3023666)^2}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{03,92381994 - 1,90490958}{\sqrt{81,9 - 39,69} \sqrt{0,187994988 - 0,09142556}} \\
 &= \frac{2,01891036}{2,018959028} \\
 &= 0,999075894
 \end{aligned}$$



**LAMPIRAN 3**  
**Gambar Kurva Kalibrasi Larutan Standar Konsentrasi (C)**  
**Terhadap Absorbansi (A) untuk Pb, Cu, dan Cd**





## Lampiran 4

### LOKASI SAMA JENIS IKAN BEDA (SUNGAI WINONGO)

#### Oneway

#### Descriptives

KADAR\_PB

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
mas	3	1,32E-02	1,72143E-03	9,94E-04	8,89039E-03	1,74429E-02	,0118	,0151
nila	3	1,12E-02	2,96142E-03	1,71E-03	3,84343E-03	1,85566E-02	,0084	,0143
lele	3	1,01E-02	,000000	,000000	1,01000E-02	1,01000E-02	,0101	,0101
Total	9	1,15E-02	2,17798E-03	7,26E-04	9,81474E-03	1,31630E-02	,0084	,0151

#### Test of Homogeneity of Variances

KADAR\_PB

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3,459	2	6	,100

#### ANOVA

KADAR\_PB

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1,448E-05	2	7,241E-06	1,851	,236
Within Groups	2,347E-05	6	3,911E-06		
Total	3,795E-05	8			

#### Post Hoc Tests

#### Multiple Comparisons

Dependent Variable: KADAR\_PB

	(I) JENIS	(J) JENIS	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	mas	nila	1,967E-03	1,61E-03	,269	-1,9845E-03	5,91781E-03
		lele	3,067E-03	1,61E-03	,106	-8,8448E-04	7,01781E-03
	nila	mas	-1,967E-03	1,61E-03	,269	-5,9178E-03	1,98448E-03
		lele	1,100E-03	1,61E-03	,521	-2,8511E-03	5,05114E-03
	lele	mas	-3,067E-03	1,61E-03	,106	-7,0178E-03	8,84477E-04
		nila	-1,100E-03	1,61E-03	,521	-5,0511E-03	2,85114E-03

## Homogeneous Subsets

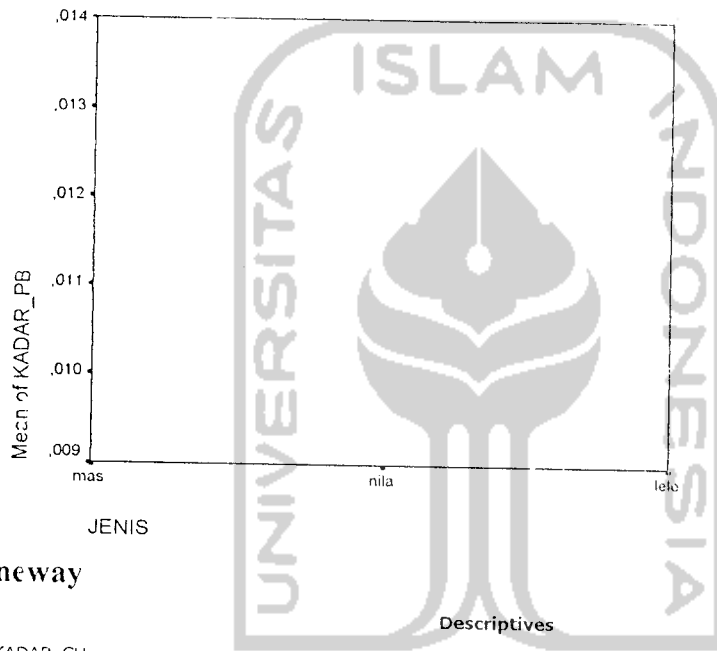
KADAR\_PB

	JENIS	N	Subset for alpha = .05
			1
Duncan <sup>a</sup>	lele	3	1,01E-02
	nila	3	1,12E-02
	mas	3	1,32E-02
	Sig.		,116

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

## Means Plots



## Oneway

KADAR\_CU

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
MAS	3	1,03E-02	3,47755E-03	2,01E-03	1,62796E-03	1,89054E-02	,0076	,0142
NILA	3	1,02E-02	1,00167E-03	5,78E-04	7,67839E-03	1,26549E-02	,0094	,0113
LELE	3	9,40E-03	1,73494E-03	1,00E-03	5,09018E-03	1,37098E-02	,0079	,0113
Total	9	9,94E-03	2,04824E-03	6,83E-04	8,37003E-03	1,15189E-02	,0076	,0142

## Test of Homogeneity of Variances

KADAR\_CU

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3,311	2	6	,107

ANOVA

KADAR\_CU

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1,349E-06	2	6,744E-07	,126	,884
Within Groups	3,221E-05	6	5,369E-06		
Total	3,356E-05	8			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: KADAR\_CU

(I) JENIS	(J) JENIS	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval		
					Lower Bound	Upper Bound	
LSD	MAS	NILA	1,000E-04	1,89E-03	,960	-4,5293E-03	4,72930E-03
		LELE	8,667E-04	1,89E-03	,663	-3,7626E-03	5,49596E-03
	NILA	MAS	-1,000E-04	1,89E-03	,960	-4,7293E-03	4,52930E-03
		LELE	7,667E-04	1,89E-03	,699	-3,8626E-03	5,39596E-03
	LELE	MAS	-8,667E-04	1,89E-03	,663	-5,4960E-03	3,76263E-03
		NILA	-7,667E-04	1,89E-03	,699	-5,3960E-03	3,86263E-03

Homogeneous Subsets

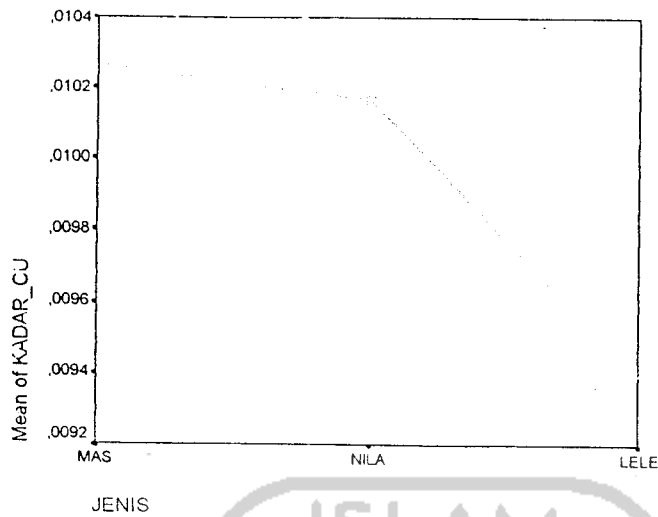
KADAR\_CU

JENIS	N	Subset for alpha = .05
		1
Duncan <sup>a</sup>		
LELE	3	9,40E-03
NILA	3	1,02E-02
MAS	3	1,03E-02
Sig.		,672

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

## Means Plots



## Oneway

### Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
mas	3	5,00E-04	2,00000E-04	1,15E-04	3,17246E-06	9,96828E-04	,0003	,0007
nila	3	3,00E-04	3,46410E-04	2,00E-04	-5,6053E-04	1,16053E-03	,0001	,0007
lele	3	2,00E-04	1,73205E-04	1,00E-04	-2,3027E-04	6,30265E-04	,0000	,0003
Total	9	3,33E-04	2,54951E-04	8,50E-05	1,37361E-04	5,29306E-04	,0000	,0007

### Test of Homogeneity of Variances

KADAR_CD				
Levene Statistic	df1	df2	Sig.	
1,778	2	6	,248	

### ANOVA

KADAR_CD					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1,400E-07	2	7,000E-08	1,105	,390
Within Groups	3,800E-07	6	6,333E-08		
Total	5,200E-07	8			

## Post Hoc Tests

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: KADAR\_CD

	(I) JENIS	(J) JENIS	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	mas	nila	2,000E-04	2,05E-04	,368	-3,0279E-04	7,02793E-04
		lele	3,000E-04	2,05E-04	,195	-2,0279E-04	8,02793E-04
	nila	mas	-2,000E-04	2,05E-04	,368	-7,0279E-04	3,02793E-04
		lele	1,000E-04	2,05E-04	,644	-4,0279E-04	6,02793E-04
	lele	mas	-3,000E-04	2,05E-04	,195	-8,0279E-04	2,02793E-04
		nila	-1,000E-04	2,05E-04	,644	-6,0279E-04	4,02793E-04

## Homogeneous Subsets

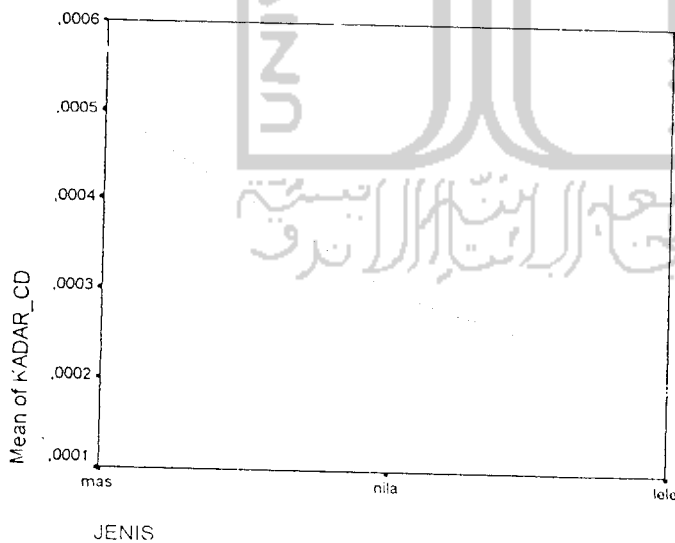
KADAR\_CD

JENIS	N	Subset for alpha = .05	
		1	
Duncan <sup>a</sup>			
lele	3	2,00E-04	
nila	3	3,00E-04	
mas	3	5,00E-04	
Sig.			,208

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

## Means Plots



## Lampiran 5

### LOKASI SAMA JENIS IKAN BEDA (SUNGAI CEBONGAN)

#### Oneway

##### Descriptives

		KADAR_PB							
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	
					Lower Bound	Upper Bound			
mas	3	1,20E-02	1,26623E-03	7,31E-04	8,88785E-03	1,51788E-02	,0109	,0134	
nila	3	1,10E-02	2,23010E-03	1,29E-03	5,42580E-03	1,65065E-02	,0093	,0135	
lele	3	5,22E-02	6,20379E-02	3,58E-02	-,101944	,206277	,0159	,1238	
Total	9	2,51E-02	3,71144E-02	1,24E-02	-3,4731E-03	5,35842E-02	,0093	,1238	

##### Test of Homogeneity of Variances

KADAR_PB				
Levene Statistic	df1	df2	Sig.	
15,100	2	6	,005	

##### ANOVA

KADAR_PB					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3,309E-03	2	1,655E-03	1,288	,343
Within Groups	7,711E-03	6	1,285E-03		
Total	1,102E-02	8			

#### Post Hoc Tests

##### Multiple Comparisons

Dependent Variable: KADAR\_PB

	(I) JENIS	(J) JENIS	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	mas	nila	1,067E-03	2,93E-02	,972	-7,0554E-02	7,26876E-02
		lele	-4,013E-02	2,93E-02	,219	-,111754	3,14876E-02
	nila	mas	-1,067E-03	2,93E-02	,972	-7,2688E-02	7,05543E-02
		lele	-4,120E-02	2,93E-02	,209	-,112821	3,04209E-02
	lele	mas	4,013E-02	2,93E-02	,219	-3,1488E-02	,111754
		nila	4,120E-02	2,93E-02	,209	-3,0421E-02	,112821

## Homogeneous Subsets

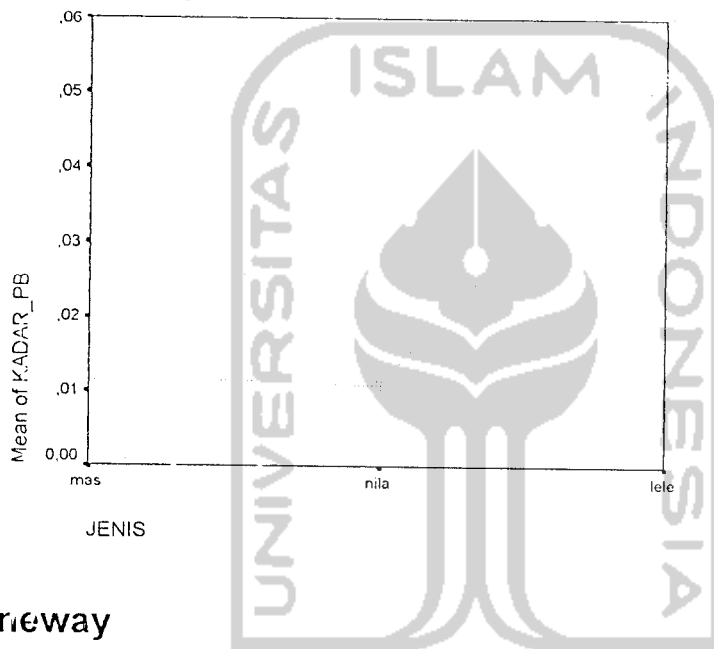
KADAR\_PB

JENIS		N	Subset for alpha = .05
			1
Duncan <sup>a</sup>	nila	3	1,10E-02
	mas	3	1,20E-02
	lele	3	5,22E-02
	Sig.		,222

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

## Means Plots



## Overview

Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
mas	3	3,87E-03	4,04145E-04	2,33E-04	4,86271E-03	6,87062E-03	,0054	,0061
nila	3	8,67E-03	1,85831E-03	1,07E-03	3,45036E-03	1,26830E-02	,0068	,0102
lele	3	1,00E-02	7,76745E-04	4,48E-04	8,10379E-03	1,19629E-02	,0094	,0109
Total	9	7,99E-03	2,07632E-03	6,92E-04	6,39242E-03	9,58535E-03	,0054	,0109

## Test of Homogeneity of Variances

KADAR\_CU

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
5,608	2	6	,042

### ANOVA

KADAR\_CU

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2,607E-05	2	1,303E-05	9,266	,015
Within Groups	8,440E-06	6	1,407E-06		
Total	3,451E-05	8			

### Post Hoc Tests

#### Multiple Comparisons

Dependent Variable: KADAR\_CU

	(I) JENIS	- (J) JENIS	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	mas	nila	-2,200E-03	9,68E-04	,064	-4,5696E-03	1,69563E-04
		lele	-4,167E-03*	9,68E-04	,005	-6,5362E-03	-1,7971E-03
	nila	mas	2,200E-03	9,68E-04	,064	-1,6956E-04	4,56956E-03
		lele	-1,967E-03	9,68E-04	,089	-4,3362E-03	4,02897E-04
	lele	mas	4,167E-03*	9,68E-04	,005	1,79710E-03	6,53623E-03
		nila	1,967E-03	9,68E-04	,089	-4,0290E-04	4,33623E-03

\*. The mean difference is significant at the .05 level.

### Homogeneous Subsets

KADAR\_CU

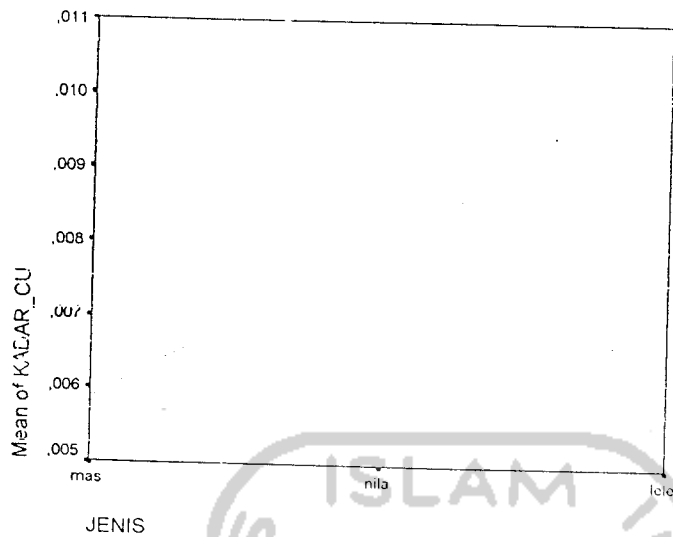
	JENIS	N	Subset for alpha = .05	
			1	2
Duncan <sup>a</sup>	mas	3	5,87E-03	
	nila	3	8,07E-03	8,07E-03
	lele	3		1,00E-02
	Sig.		,064	,039

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.



## Means Plots



## Oneway

### Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
mas	3	3,33E-04	1,52753E-04	8,82E-05	-4,6125E-05	7,12792E-04	,0002	,0005
nila	3	3,00E-04	2,64575E-04	1,53E-04	-3,5724E-04	9,57241E-04	,0001	,0006
lele	3	3,00E-04	2,64575E-04	1,53E-04	-3,5724E-04	9,57241E-04	,0001	,0006
Total	9	3,11E-04	2,02759E-04	6,76E-05	1,55257E-04	4,66965E-04	,0001	,0006

### Test of Homogeneity of Variances

KADAR_CD			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
,955	2	6	,436

### ANOVA

KADAR_CD					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2,222E-09	2	1,111E-09	,020	,980
With in Groups	3,267E-07	6	5,444E-08		
Total	3,289E-07	8			

## Post Hoc Tests

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: KADAR\_CD

	(I) JENIS	(J) JENIS	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	mas	nila	3,333E-05	1,91E-04	,867	-4,3284E-04	4,99509E-04
		lele	3,333E-05	1,91E-04	,867	-4,3284E-04	4,99509E-04
	nila	mas	-3,333E-05	1,91E-04	,867	-4,9951E-04	4,32842E-04
		lelc	,000000	1,91E-04	1,000	-4,6618E-04	4,66176E-04
	lele	mas	-3,333E-05	1,91E-04	,867	-4,9951E-04	4,32842E-04
		nila	,000000	1,91E-04	1,000	-4,6618E-04	4,66176E-04

## Homogeneous Subsets

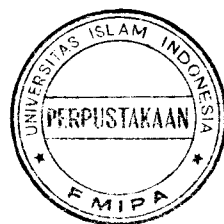
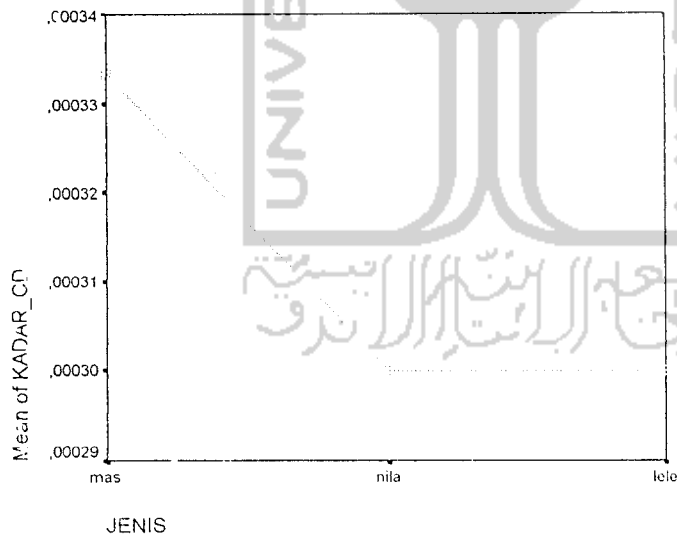
KADAR\_CD

JENIS	N	Subset for alpha = .05
		1
Duncan <sup>a</sup>		
nila	3	3,00E-04
lele	3	3,00E-04
mas	3	3,33E-04
Sig.		,871

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

## Means Plots



## Lampiran 6

### LOKASI SAMA JENIS IKAN BEDA (SUNGAI BEDOG)

#### Oneway

##### Descriptives

KADAR\_PB

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
mas	3	1,45E-02	4,89524E-03	2,83E-03	2,37289E-03	2,66938E-02	,0109	,0201
nila	3	1,79E-02	5,92706E-03	3,42E-03	3,17638E-03	3,26236E-02	,0126	,0243
lele	3	2,01E-02	1,45452E-02	8,40E-03	-1,5999E-02	5,62657E-02	,0109	,0369
Total	9	1,75E-02	8,58047E-03	2,86E-03	1,09267E-02	2,41178E-02	,0109	,0369

##### Test of Homogeneity of Variances

KADAR\_PB

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
4,415	2	6	,066

##### ANOVA

KADAR\_PB

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4,768E-05	2	2,384E-05	,264	,776
Within Groups	5,413E-04	6	9,022E-05		
Total	5,890E-04	8			

#### Post Hoc Tests

##### Multiple Comparisons

Dependent Variable: KADAR\_PB

	(I) JENIS	(J) JENIS	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	mas	nila	-3,367E-03	7,76E-03	,679	-2,2343E-02	1,56101E-02
		lele	-5,600E-03	7,76E-03	,497	-2,4577E-02	1,33767E-02
	nila	mas	3,367E-03	7,76E-03	,679	-1,5610E-02	2,23434E-02
		lele	-2,233E-03	7,76E-03	,783	-2,1210E-02	1,67434E-02
	lele	mas	5,600E-03	7,76E-03	,497	-1,3377E-02	2,45767E-02
		nila	2,233E-03	7,76E-03	,783	-1,6743E-02	2,12101E-02

## Homogeneous Subsets

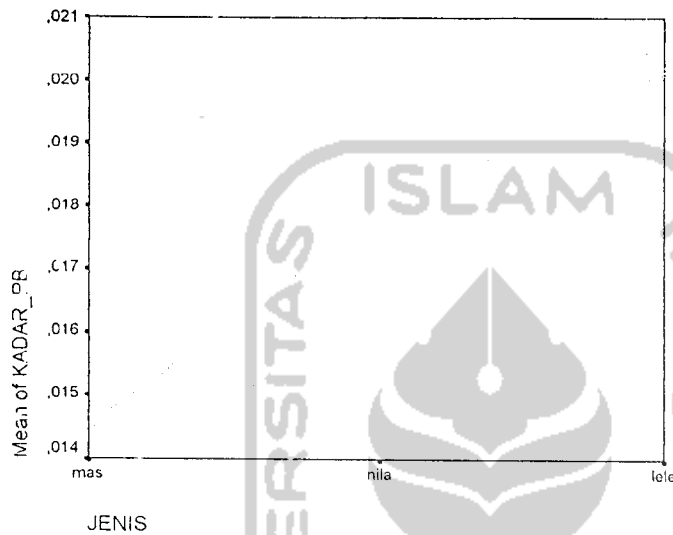
KADAR\_PB

		N	Subset for alpha = .05
JENIS			1
Duncan <sup>a</sup>	mas	3	1,45E-02
	nila	3	1,79E-02
	lele	3	2,01E-02
	Sig.		,510

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

## Means Plots



## Oneway

Descriptives

KADAR\_CU

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
mas	3	8,53E-03	7,76745E-04	4,48E-04	6,60379E-03	1,04629E-02	,0079	,0094
nila	3	1,05E-02	1,00167E-03	5,78E-04	8,04506E-03	1,30216E-02	,0094	,0113
lele	3	1,06E-02	1,51767E-03	8,76E-04	6,86322E-03	1,44034E-02	,0090	,0120
Total	9	9,90E-03	1,42478E-03	4,75E-04	8,80482E-03	1,09952E-02	,0079	,0120

## Test of Homogeneity of Variances

KADAR\_CU

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
,782	2	6	,499

### ANOVA

KADAR\_CU

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	8,420E-06	2	4,210E-06	3,230	,112
Within Groups	7,820E-06	6	1,303E-06		
Total	1,624E-05	8			

### Post Hoc Tests

#### Multiple Comparisons

Dependent Variable: KADAR\_CU

	(I) JENIS	(J) JENIS	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	mas	nila	-2,000E-03	9,32E-04	,076	-4,2809E-03	2,80870E-04
		lele	-2,100E-03	9,32E-04	,065	-4,3809E-03	1,80870E-04
	nila	mas	2,000E-03	9,32E-04	,076	-2,8087E-04	4,28087E-03
		lele	-1,000E-04	9,32E-04	,918	-2,3809E-03	2,18087E-03
	lele	mas	2,100E-03	9,32E-04	,065	-1,8087E-04	4,38087E-03
		nila	1,000E-04	9,32E-04	,918	-2,1809E-03	2,38087E-03

### Homogeneous Subsets

KADAR\_CU

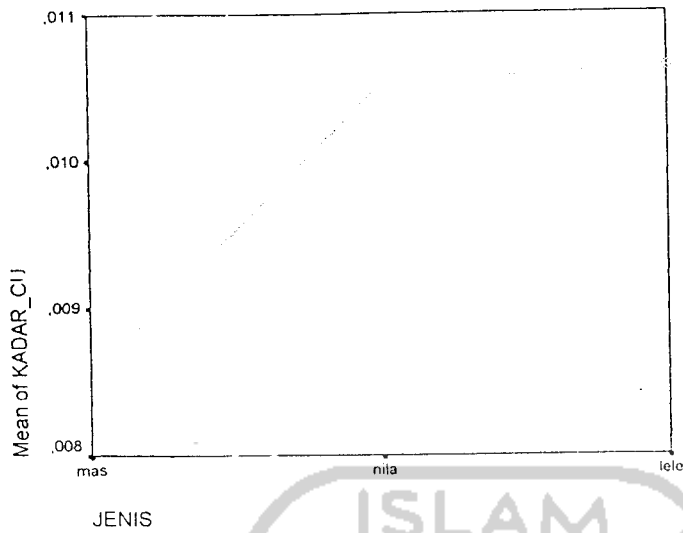
	JENIS	N	Subset for alpha = .05
			1
Duncan <sup>a</sup>	mas	3	8,53E-03
	nila	3	1,05E-02
	lele	3	1,06E-02
	Sig.		,073

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

UNIVERSITAS INDONESIA  
 رابحة الباتة اللاتفة

## Means Plots



## Oneway

### Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
mas	3	4,33E-04	3,05505E-04	1,76E-04	-3,2558E-04	1,19225E-03	,0001	,0007
nila	3	2,67E-04	3,78594E-04	2,19E-04	-6,7381E-04	1,20715E-03	,0000	,0007
lele	3	5,67E-04	3,21455E-04	1,86E-04	-2,3187E-04	1,36521E-03	,0002	,0008
Total	9	4,22E-04	3,19287E-04	1,06E-04	1,76796E-04	6,67648E-04	,0000	,0008

### Test of Homogeneity of Variances

KADAR_CD			
Lovene Statistic	df1	df2	Sig.
,203	2	6	,822

### ANOVA

KADAR_CD					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1,356E-07	2	6,778E-08	,598	,580
Within Groups	6,600E-07	6	1,133E-07		
Total	8,156E-07	8			

## Post Hoc Tests

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: KADAR\_CD

	(I) JENIS	(J) JENIS	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	mas	nila	1,667E-04	2,75E-04	,567	-5,0593E-04	8,39258E-04
		lele	-1,333E-04	2,75E-04	,645	-8,0593E-04	5,39258E-04
	nila	mas	-1,667E-04	2,75E-04	,567	-8,3926E-04	5,05925E-04
		lele	-3,000E-04	2,75E-04	,317	-9,7259E-04	3,72592E-04
	lele	mas	1,333E-04	2,75E-04	,645	-5,3926E-04	8,05925E-04
		nila	3,000E-04	2,75E-04	,317	-3,7259E-04	9,72592E-04

### Homogeneous Subsets

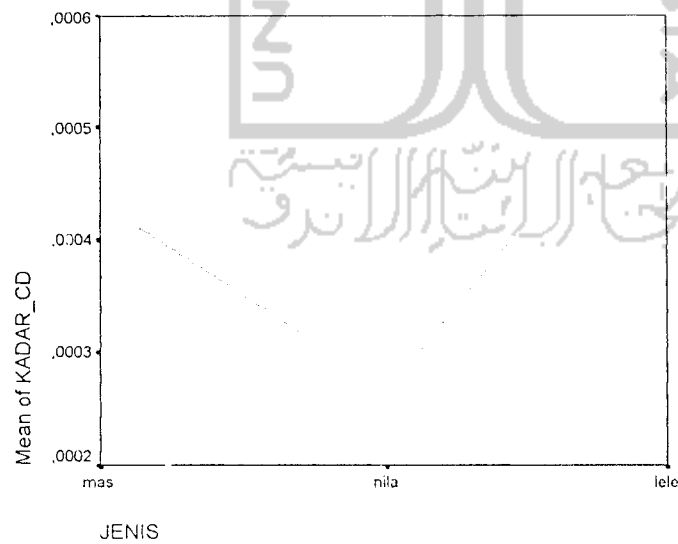
KADAR\_CD

	JENIS	N	Subset for alpha = .05
			1
Duncan <sup>a</sup>	nila	3	2,67E-04
	mas	3	4,33E-04
	lele	3	5,67E-04
	Sig.		,331

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

### Means Plots



## Lampiran 7

### LOKASI SAMA JENIS IKAN BEDA (SELOKAN MATARAM)

#### Oneway

##### Descriptives

KALAR\_PB

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
mas	3	1,45E-02	2,68576E-03	1,55E-03	7,86152E-03	2,12051E-02	,0126	,0176
nila	3	1,15E-02	1,90526E-03	1,10E-03	6,76708E-03	1,62329E-02	,0093	,0126
lele	3	1,65E-02	1,27671E-03	7,37E-04	1,33285E-02	1,96715E-02	,0151	,0176
Total	9	1,42E-02	2,80659E-03	9,36E-04	1,20204E-02	1,63351E-02	,0093	,0176

##### Test of Homogeneity of Variances

KADAR\_PB

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1,664	2	6	,266

##### ANOVA

KADAR\_PB

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3,807E-05	2	1,903E-05	4,578	,062
Within Groups	2,495E-05	6	4,158E-06		
Total	6,302E-05	8			

#### Post Hoc Tests

##### Multiple Comparisons

Dependent Variable: KADAR\_PB

	(I) JENIS	(J) JENIS	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	mas	nila	3,033E-03	1,66E-03	,118	-1,0405E-03	7,10717E-03
		lele	-1,967E-03	1,66E-03	,282	-6,0405E-03	2,10717E-03
	nila	mas	-3,033E-03	1,66E-03	,118	-7,1072E-03	1,04050E-03
		lele	-5,000E-03*	1,66E-03	,024	-9,0738E-03	-9,2617E-04
	lele	mas	1,967E-03	1,66E-03	,282	-2,1072E-03	6,04050E-03
		nila	5,000E-03*	1,66E-03	,024	9,26166E-04	9,07383E-03

\*. The mean difference is significant at the .05 level.



## Homogeneous Subsets

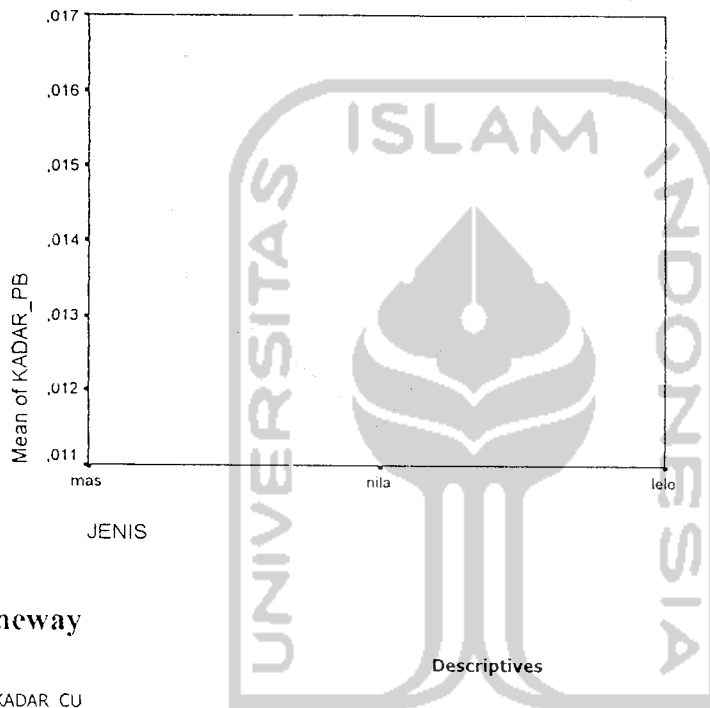
KADAR\_PB

	JENIS	N	Subset for alpha = .05	
			1	2
Duncan <sup>a</sup>	nila	3	1,15E-02	
	mas	3	1,45E-02	1,45E-02
	lele	3		1,65E-02
	Sig.		,118	,282

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

## Means Plots



## Oneway

KADAR\_CU

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
mas	3	1,52E-02	5,56776E-04	3,21E-04	1,38169E-02	1,65831E-02	,0146	,0157
nila	3	9,27E-03	1,30512E-03	7,54E-04	6,02457E-03	1,25088E-02	,0079	,0105
lele	3	,125767	,173413	,100120	-,305016	,556549	,0242	,3260
Total	9	5,01E-02	,103671	3,46E-02	-2,9611E-02	,129766	,0079	,3260

## Test of Homogeneity of Variances

KADAR\_CU

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
15,831	2	6	,004

### ANOVA

KADAR\_CU

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2,583E-02	2	1,292E-02	1,288	,342
Within Groups	6,015E-02	6	1,002E-02		
Total	8,598E-02	8			

### Post Hoc Tests

#### Multiple Comparisons

Dependent Variable: KADAR\_CU

	(I) JENIS	(J) JENIS	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	mas	nila	5,933E-03	8,18E-02	,945	-,194103	,205970
		lele	-,110567	8,18E-02	,225	-,310603	8,94696E-02
	nila	mas	-5,933E-03	8,18E-02	,945	-,205970	,194103
		lele	-,116500	8,18E-02	,204	-,316536	8,35363E-02
	lele	mas	,110567	8,18E-02	,225	-8,9470E-02	,310603
		nila	,116500	8,18E-02	,204	-8,3536E-02	,316536

### Homogeneous Subsets

KADAR\_CU

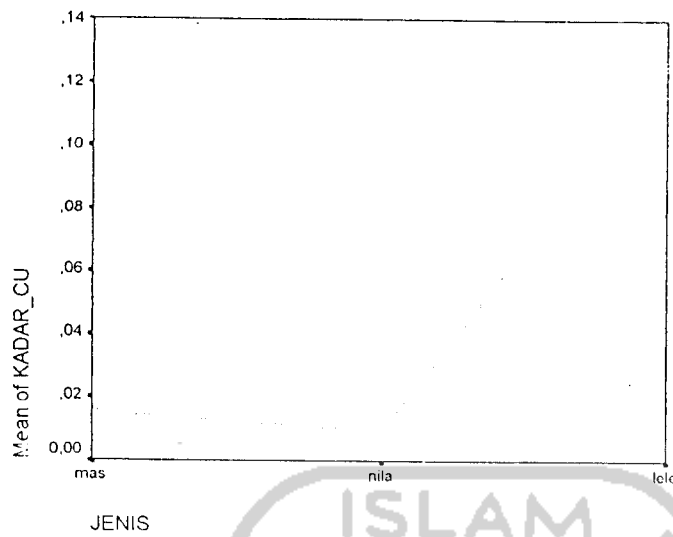
	JENIS	N	Subset for alpha = .05
			1
Duncan <sup>a</sup>	nila	3	9,27E-03
	mas	3	1,52E-02
	lele	3	,125767
	Sig.		,217

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.



## Means Plots



## Oneway

### Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
mas	3	7,67E-04	5,77350E-05	3,33E-05	6,23245E-04	9,10088E-04	,0007	,0008
nila	3	5,67E-04	1,15470E-04	6,67E-05	2,79823E-04	8,53510E-04	,0005	,0007
lele	3	4,00E-04	1,73205E-04	1,00E-04	-3,0265E-05	8,30265E-04	,0002	,0005
Total	9	5,78E-04	1,92209E-04	6,41E-05	4,30033E-04	7,25523E-04	,0002	,0008

### Test of Homogeneity of Variances

KADAR_CD				
Levene Statistic	df1	df2	Sig.	
3,429	2	6	,102	

### ANOVA

KADAR_CD					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2,022E-07	2	1,011E-07	6,500	,031
Within Groups	9,333E-08	6	1,556E-08		
Total	2,956E-07	8			

## Lampiran 8

### LOKASI BEDA JENIS IKAN SAMA (MAS)

#### Oneway

#### Descriptives

KADAR\_PB

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
SUNGAI WINONG	3	,32E-02	72143E-03	,94E-04	89039E-03	74429E-02	,0118	,0151
SUNGAI CEBONG	3	,20E-02	26623E-03	,31E-04	88785E-03	51788E-02	,0109	,0134
SUNGAI BEDOG	3	,45E-02	89524E-03	,83E-03	37289E-03	66938E-02	,0109	,0201
SELOKAN MATAR	3	,45E-02	68576E-03	,55E-03	86152E-03	12051E-02	,0126	,0176
Total	12	,36E-02	77369E-03	,01E-04	18044E-02	53290E-02	,0109	,0201

#### Test of Homogeneity of Variances

KADAR\_PB

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3,640	3	8	,064

#### ANOVA

KADAR\_PB

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1,314E-05	3	4,380E-06	,490	,699
Within Groups	7,149E-05	8	8,936E-06		
Total	8,463E-05	11			

#### Post Hoc Tests

#### Multiple Comparisons

Dependent Variable: KADAR\_PB

(I) TEMPAT	(J) TEMPAT	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
LSD SUNGAI WINONG	SUNGAI CEBONG	,133E-03	2,44E-03	,655	4,4950E-03	76169E-03
	SUNGAI BEDOG	,367E-03	2,44E-03	,591	5,9950E-03	26169E-03
	SELOKAN MATAR	,367E-03	2,44E-03	,591	5,9950E-03	26169E-03
SUNGAI CEBONG	SUNGAI WINONG	,133E-03	2,44E-03	,655	5,7617E-03	49503E-03
	SUNGAI BEDOG	,2500E-03	2,44E-03	,336	8,1284E-03	12836E-03
	SELOKAN MATAR	,2500E-03	2,44E-03	,336	8,1284E-03	12836E-03
SUNGAI BEDOG	SUNGAI WINONG	,367E-03	2,44E-03	,591	4,2617E-03	99503E-03
	SUNGAI CEBONG	,2500E-03	2,44E-03	,336	8,1284E-03	12836E-03
	SELOKAN MATAR	,000000	2,44E-03	1,000	5,6284E-03	62836E-03
SELOKAN MATAR	SUNGAI WINONG	,367E-03	2,44E-03	,591	4,2617E-03	99503E-03
	SUNGAI CEBONG	,2500E-03	2,44E-03	,336	8,1284E-03	12836E-03
	SUNGAI BEDOG	,000000	2,44E-03	1,000	5,6284E-03	62836E-03

## Homogeneous Subsets

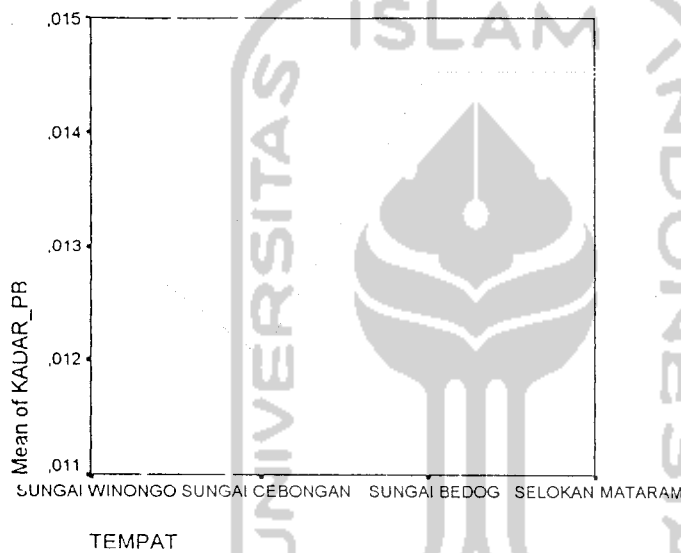
### KADAR\_PB

TEMPAT		N	Subset for alpha = .05
			1
Duncan <sup>a</sup>	SUNGAI CEBONGAN	3	1,20E-02
	SUNGAI WINONGO	3	1,32E-02
	SUNGAI BEDOG	3	1,45E-02
	SELOKAN MATARAM	3	1,45E-02
	Sig.		,362

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

## Means Plots



## Oneway

### Descriptives

#### KADAR\_CU

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
SUNGAI WINONGO	3	,03E-02	47755E-03	,01E-03	62796E-03	89054E-02	,0076	,0142
SUNGAI CEBONGAN	3	,87E-03	04145E-04	,33E-04	86271E-03	87062E-03	,0054	,0061
SUNGAI BEDOG	3	,53E-03	76745E-04	,48E-04	60379E-03	04629E-02	,0079	,0094
SELOKAN MATARAM	3	,52E-02	56776E-04	,21E-04	38169E-02	65831E-02	,0146	,0157
Total	12	,97E-03	87728E-03	,12E-03	50316E-03	24302E-02	,0054	,0157

**Test of Homogeneity of Variances**

KADAR\_CU

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
7,396	3	8	,011

**ANOVA**

KADAR\_CU

	Sun. of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1,390E-04	3	4,634E-05	14,075	,001
Within Groups	2,634E-05	8	3,293E-06		
Total	1,654E-04	11			

**Post Hoc Tests**

**Multiple Comparisons**

Dependent Variable: KADAR\_CU

(I) TEMPAT	(J) TEMPAT	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
LSD SUNGAI WINONG	SUNGAI CEBONG	,400E-03*	,148E-03	,018	83532E-04	81647E-03
	SUNGAI BEDOG	,733E-03	,148E-03	,276	1,6831E-03	14980E-03
	SELOKAN MATAR	,933E-03*	,148E-03	,010	3,3498E-03	1,5169E-03
SUNGAI CEBONG	SUNGAI WINONG	,400E-03*	,148E-03	,018	7,8165E-03	9,8353E-04
	SUNGAI BEDOG	,667E-03	,148E-03	,110	5,0831E-03	49801E-04
	SELOKAN MATAR	,333E-03*	,148E-03	,000	1,2750E-02	5,9169E-03
SUNGAI BEDOG	SUNGAI WINONG	,733E-03	,148E-03	,276	5,1498E-03	68313E-03
	SUNGAI CEBONG	,667E-03	,148E-03	,110	7,4980E-04	08313E-03
	SELOKAN MATAR	,667E-03*	,148E-03	,002	1,0083E-02	3,2502E-03
SELOKAN MATAR	SUNGAI WINONG	,933E-03*	,148E-03	,010	51687E-03	34980E-03
	SUNGAI CEBONG	,333E-03*	,148E-03	,000	91687E-03	27498E-02
	SUNGAI BEDOG	,667E-03*	,148E-03	,002	25020E-03	00831E-02

\*.The mean difference is significant at the .05 level.

**Homogeneous Subsets**

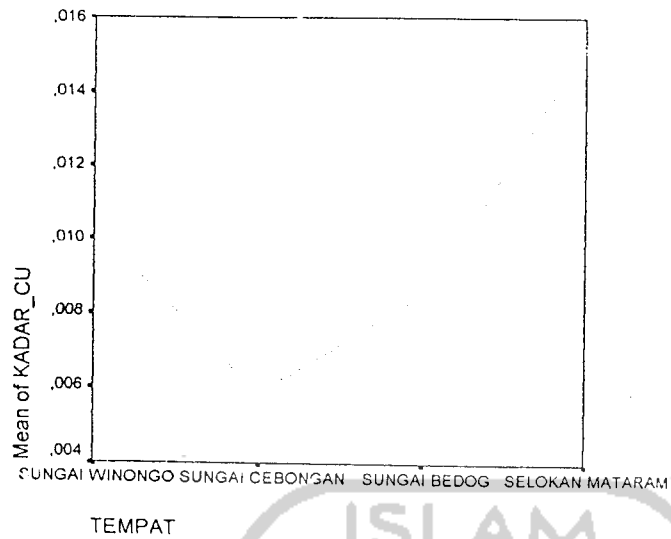
KADAR\_CU

TEMPAT	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
Duncan <sup>a</sup> SUNGAI CEBONG	3	5,87E-03		
SUNGAI BEDOG	3	8,53E-03	8,53E-03	
SUNGAI WINONG	3		1,03E-02	
SELOKAN MATARAM	3			1,52E-02
Sig.		,110	,276	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

## Means Plots



## Oneway

### Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	5% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
SUNGAI WINONG	3	,500E-04	,00000E-04	1,15E-04	,17246E-06	,96828E-04	,0003	,0007
SUNGAI CEBONGAN	3	,333E-04	,52753E-04	8,82E-05	4,6125E-05	,12792E-04	,0002	,0005
SUNGAI BEDOG	3	,433E-04	,05505E-04	1,76E-04	3,2558E-04	,19225E-03	,0001	,0007
SELOKAN MATARA	3	,767E-04	,77350E-05	3,33E-05	,23245E-04	,10088E-04	,0007	,0008
Total	12	,508E-04	,39159E-04	6,90E-05	,56379E-04	,60288E-04	,0001	,0008

### Test of Homogeneity of Variances

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1,712	3	8	,241

### ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3,092E-07	3	1,031E-07	2,576	,127
Within Groups	3,200E-07	8	4,000E-08		
Total	6,292E-07	11			

## Post Hoc Tests

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: KADAR\_CD

	(I) TEMPAT	(J) TEMPAT	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	SUNGAI WINONGO	SUNGAI CEBONGA	1,667E-04	1,63E-04	,337	2,0990E-04	,43236E-04
		SUNGAI BEDOG	6,667E-05	1,63E-04	,694	3,0990E-04	,43236E-04
		SELOKAN MATARA	2,667E-04	1,63E-04	,141	6,4324E-04	,09902E-04
	SUNGAI CEBONGA	SUNGAI WINONGO	1,667E-04	1,63E-04	,337	5,4324E-04	,09902E-04
		SUNGAI BEDOG	1,000E-04	1,63E-04	,557	4,7657E-04	,76569E-04
		SELOKAN MATARA	4,333E-04*	1,63E-04	,029	8,0990E-04	5,6764E-05
	SUNGAI BEDOG	SUNGAI WINONGO	6,667E-05	1,63E-04	,694	4,4324E-04	,09902E-04
		SUNGAI CEBONGA	1,000E-04	1,63E-04	,557	2,7657E-04	,76569E-04
		SELOKAN MATARA	3,333E-04	1,63E-04	,076	7,0990E-04	,32356E-05
	SELOKAN MATARA	SUNGAI WINONGO	2,667E-04	1,63E-04	,141	1,0990E-04	,43236E-04
		SUNGAI CEBONGA	4,333E-04*	1,63E-04	,029	,67644E-05	,09902E-04
		SUNGAI BEDOG	3,333E-04	1,63E-04	,076	4,3236E-05	,09902E-04

\*.The mean difference is significant at the .05 level.

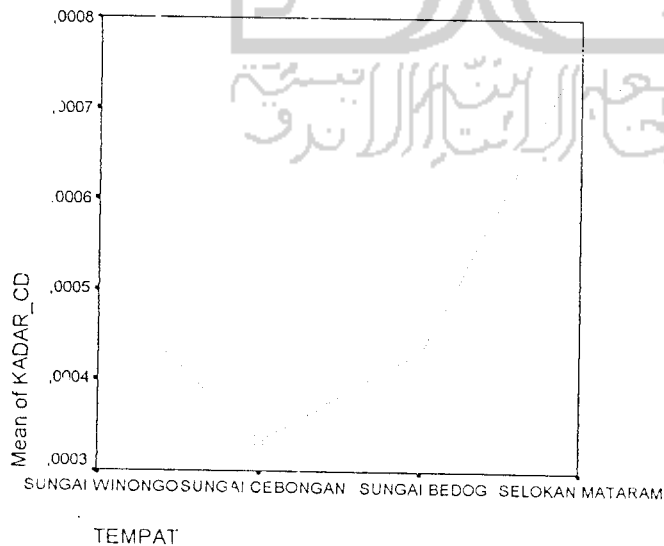
### Homogeneous Subsets

		KADAR_CD		
TEMPAT	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	
Duncan <sup>a</sup> SUNGAI CEBONGAN	3	3,33E-04		
SUNGAI BEDOG	3	4,33E-04	4,33E-04	
SUNGAI WINONGO	3	5,00E-04	5,00E-04	
SELOKAN MATARAM	3		7,67E-04	
Sig.		,356	,086	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

### Means Plots





Lampiran 9

LOKASI BEDA JENIS IKAN SAMA (NILA)

Oneway

Descriptives

KADAR\_PB

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	% Confidence Interval			
					Mean	Lower Bound	Upper Bound	Minimum
SUNGAI WINONG	3	12E-02	6142E-03	71E-03	4343E-03	5566E-02	,0084	,0143
SUNGAI CEBONGAN	3	10E-02	3010E-03	29E-03	2680E-03	5065E-02	,0093	,0135
SUNGAI BEDOG	3	79E-02	2706E-03	42E-03	7638E-03	6236E-02	,0126	,0243
SELOKAN MATARAM	3	15E-02	0526E-03	10E-03	6708E-03	2329E-02	,0093	,0126
Total	12	29E-02	2508E-03	25E-03	1436E-02	6397E-02	,0084	,0243

Test of Homogeneity of Variances

KADAR\_PB

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1,761	3	8	,232

ANOVA

KADAR\_PB

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1,008E-04	3	3,359E-05	2,559	,128
Within Groups	1,050E-04	8	1,313E-05		
Total	2,058E-04	11			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: KADAR\_PB

(I) TEMPAT	(J) TEMPAT	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
LSD SUNGAI WINONG	SUNGAI CEBONGAN	2,333E-04	2,96E-03	,939	-6,5881E-03	7,05480E-03
	SUNGAI BEDOG	-6,700E-03	2,96E-03	,053	-1,3521E-02	1,21469E-04
	SELOKAN MATARAM	3,000E-04	2,96E-03	,922	-7,1215E-03	5,52147E-03
SUNGAI CEBONGAN	SUNGAI WINONG	-2,333E-04	2,96E-03	,939	-7,0548E-03	5,58814E-03
	SUNGAI BEDOG	-6,933E-03*	2,96E-03	,047	-1,3755E-02	-1,1186E-04
	SELOKAN MATARAM	5,333E-04	2,96E-03	,861	-7,3548E-03	5,28814E-03
SUNGAI BEDOG	SUNGAI WINONG	6,700E-03	2,96E-03	,053	-1,2147E-04	1,35215E-02
	SUNGAI CEBONGAN	6,933E-03*	2,96E-03	,047	1,11865E-04	1,37548E-02
	SELOKAN MATARAM	6,400E-03	2,96E-03	,062	-4,2147E-04	1,32215E-02
SELOKAN MATARAM	SUNGAI WINONG	3,000E-04	2,96E-03	,922	-6,5215E-03	7,12147E-03
	SUNGAI CEBONGAN	5,333E-04	2,96E-03	,861	-6,2881E-03	7,35480E-03
	SUNGAI BEDOG	6,400E-03	2,96E-03	,062	-1,3221E-02	1,21469E-04

\*.The mean difference is significant at the .05 level.

## Homogeneous Subsets

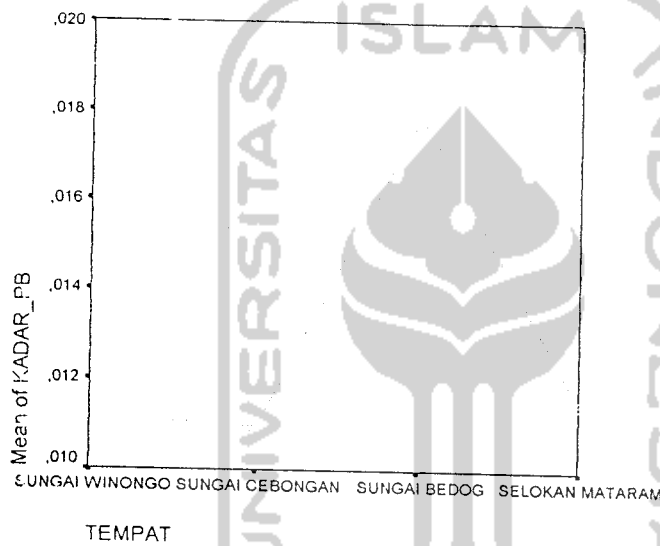
KADAR\_PB

TEMPAT	N	Subset for alpha = .05
		1
Cuncan <sup>a</sup> SUNGAI CEBONGAN	3	1,10E-02
SUNGAI WINONGO	3	1,12E-02
SELOKAN MATARAM	3	1,15E-02
SUNGAI BEDOG	3	1,79E-02
Sig.		,059

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

## Means Plots



## Oneway

KADAR\_CU

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	5% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
SUNGAI WINONG	3	1,02E-02	,00167E-03	5,78E-04	,67839E-03	,26549E-02	,0094	,0113
SUNGAI CEBONGA	3	8,07E-03	,85831E-03	1,07E-03	,45036E-03	,26830E-02	,0068	,0102
SUNGAI BEDOG	3	1,05E-02	,00167E-03	5,78E-04	,04506E-03	,30216E-02	,0094	,0113
SELOKAN MATARA	3	9,27E-03	,30512E-03	7,54E-04	,02457E-03	,25088E-02	,0079	,0105
Total	12	9,51E-03	,51325E-03	4,37E-04	,54686E-03	,04698E-02	,0068	,0113

### Test of Homogeneity of Variances

KADAR\_CU

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1,023	3	8	,432

### ANOVA

KADAR\_CU

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1,086E-05	3	3,621E-06	2,022	,189
Within Groups	1,433E-05	8	1,791E-06		
Total	2,519E-05	11			

### Post Hoc Tests

#### Multiple Comparisons

Dependent Variable: KADAR\_CU

(I) TEMPAT	(J) TEMPAT	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
LSD SUNGAI WINONGO	SUNGAI CEBONGAN	2,100E-03	1,09E-03	,091	-4,1966E-04	4,61966E-03
	SUNGAI BEDOG	-3,667E-04	1,09E-03	,746	-2,8863E-03	2,15299E-03
	SELOKAN MATARAM	9,000E-04	1,09E-03	,434	-1,6197E-03	3,41966E-03
SUNGAI CEBONGAN	SUNGAI WINONGO	-2,100E-03	1,09E-03	,091	-4,6197E-03	4,19661E-04
	SUNGAI BEDOG	-2,467E-03	1,09E-03	,054	-4,9863E-03	5,29939E-05
	SELOKAN MATARAM	-1,200E-03	1,09E-03	,304	-3,7197E-03	1,31966E-03
SUNGAI BEDOG	SUNGAI WINONGO	3,667E-04	1,09E-03	,746	-2,1530E-03	2,88633E-03
	SUNGAI CEBONGAN	2,467E-03	1,09E-03	,054	-5,2994E-05	4,98633E-03
	SELOKAN MATARAM	1,267E-03	1,09E-03	,280	-1,2530E-03	3,78633E-03
SELOKAN MATARAM	SUNGAI WINONGO	-9,000E-04	1,09E-03	,434	-3,4197E-03	1,61966E-03
	SUNGAI CEBONGAN	1,200E-03	1,09E-03	,304	-1,3197E-03	3,71966E-03
	SUNGAI BEDOG	-1,267E-03	1,09E-03	,280	-3,7863E-03	1,25299E-03

### Homogeneous Subsets

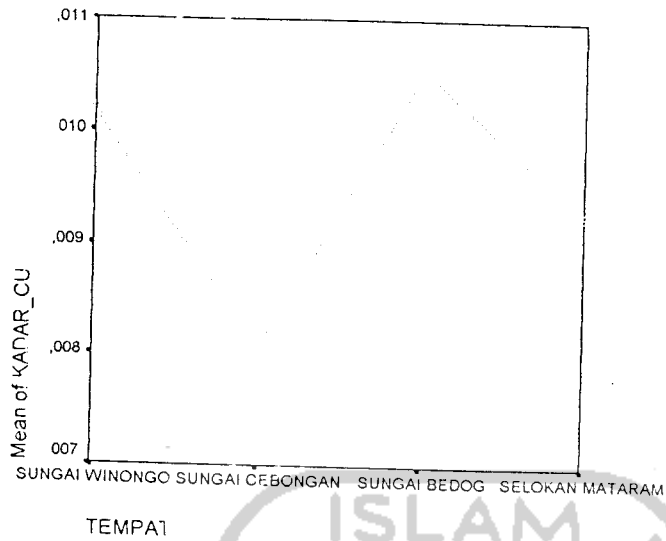
KADAR\_CU

TEMPAT	N	Subset for alpha = .05
Duncan <sup>a</sup> SUNGAI CEBONGAN	3	8,07E-03
SELOKAN MATARAM	3	9,27E-03
SUNGAI WINONGO	3	1,02E-02
SUNGAI BEDOG	3	1,05E-02
Sig.		,067

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

## Means Plots



## Oneway

### Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	5% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
SUNGAI WINONGO	3	8,00E-04	,46410E-04	2,00E-04	5,6053E-04	,16053E-03	,0001	,0007
SUNGAI CEBONGAN	3	8,00E-04	,64575E-04	1,53E-04	3,5724E-04	,57241E-04	,0001	,0006
SUNGAI BEDOG	3	2,67E-04	,78594E-04	2,19E-04	6,7381E-04	,20715E-03	,0000	,0007
SELOKAN MATARAM	3	5,67E-04	,15470E-04	6,67E-05	,79823E-04	,53510E-04	,0005	,0007
Total	12	8,58E-04	,81096E-04	8,11E-05	,79733E-04	,36933E-04	,0000	,0007

### Test of Homogeneity of Variances

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2,253	3	8	,159

### ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1,758E-07	3	5,861E-08	,676	,591
Within Groups	6,923E-07	8	8,667E-08		
Total	8,692E-07	11			

## Post Hoc Tests

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: KADAR\_CD

(I) TEMPAT	(J) TEMPAT	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
LSD SUNGAI WINONGO	SUNGAI CEBONGAN	5,421E-20	2,40E-04	1,000	-5,5429E-04	5,54294E-04
	SUNGAI BEDOG	3,333E-05	2,40E-04	,893	-5,2096E-04	5,87628E-04
	SELOKAN MATARAM	2,667E-04	2,40E-04	,299	-8,2096E-04	2,87628E-04
SUNGAI CEBONGAN	SUNGAI WINONGO	5,421E-20	2,40E-04	1,000	-5,5429E-04	5,54294E-04
	SUNGAI BEDOG	3,333E-05	2,40E-04	,893	-5,2096E-04	5,87628E-04
	SELOKAN MATARAM	2,667E-04	2,40E-04	,299	-8,2096E-04	2,87628E-04
SUNGAI BEDOG	SUNGAI WINONGO	3,333E-05	2,40E-04	,893	-5,8763E-04	5,20961E-04
	SUNGAI CEBONGAN	3,333E-05	2,40E-04	,893	-5,8763E-04	5,20961E-04
	SELOKAN MATARAM	3,000E-04	2,40E-04	,247	-8,5429E-04	2,54294E-04
SELOKAN MATARAM	SUNGAI WINONGO	2,667E-04	2,40E-04	,299	-2,8763E-04	3,20961E-04
	SUNGAI CEBONGAN	2,667E-04	2,40E-04	,299	-2,8763E-04	3,20961E-04
	SUNGAI BEDOG	3,000E-04	2,40E-04	,247	-2,5429E-04	3,54294E-04

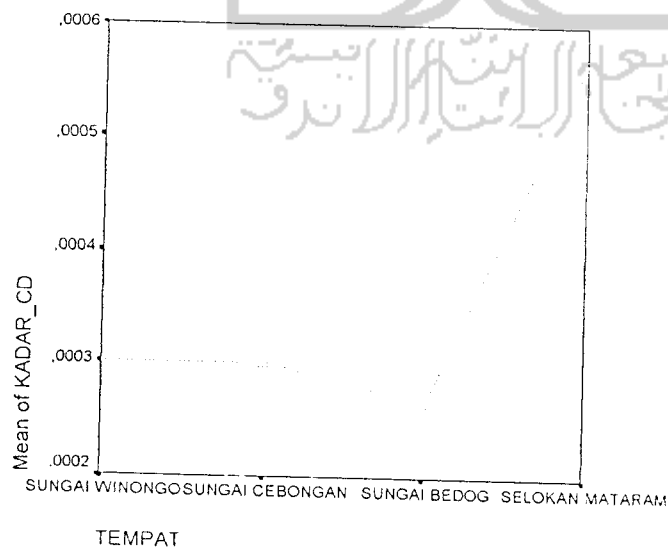
### Homogeneous Subsets

KADAR_CD		Subset for alpha = .05	
TEMPAT	N	1	
Duncan <sup>a</sup> SUNGAI BEDOG	3	2,67E-04	
SUNGAI CEBONGAN	3	3,00E-04	
SUNGAI WINONGO	3	3,00E-04	
SELOKAN MATARAM	3	5,67E-04	
Sig.		,274	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

### Means Plots



Lampiran 10

LOKASI BEDA JENIS IKAN SAMA (LELE)

Oneway

Descriptives

KADAR\_PB

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	5% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
SUNGAI WINONGG	3	1,01E-02	,000000	,000000	,01000E-02	,01000E-02	,0101	,0101
SUNGAI CEBONGA	3	5,22E-02	5,20379E-02	3,58E-02	-,101944	,206277	,0159	,1238
SUNGAI BEDOG	3	2,01E-02	1,45452E-02	8,40E-03	-1,5999E-02	5,62657E-02	,0109	,0369
SELOKAN MATARA	3	1,55E-02	1,27671E-03	7,37E-04	,33285E-02	,96715E-02	,0151	,0176
Total	12	2,47E-02	3,20380E-02	9,25E-03	,36899E-03	,50810E-02	,0101	,1238

Test of Homogeneity of Variances

KADAR\_PB

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
13,358	3	8	,002

ANOVA

KADAR\_PB

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3,167E-03	3	1,056E-03	1,040	,426
Within Groups	8,124E-03	8	1,015E-03		
Total	1,129E-02	11			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: KADAR\_PB

(I) TEMPAT	(J) TEMPAT	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
LSD SUNGAI WINONGG	SUNGAI CEBONGA	4,207E-02	2,60E-02	,145	-,102066	,79330E-02
	SUNGAI BEDOG	1,003E-02	2,60E-02	,710	7,0033E-02	,99663E-02
	SELOKAN MATARA	5,400E-03	2,60E-02	,812	6,6400E-02	,35997E-02
SUNGAI CEBONGA	SUNGAI WINONGG	4,207E-02	2,60E-02	,145	1,7933E-02	,102066
	SUNGAI BEDOG	3,203E-02	2,60E-02	,253	2,7966E-02	,20330E-02
	SELOKAN MATARA	3,567E-02	2,60E-02	,208	2,4333E-02	,56663E-02
SUNGAI BEDOG	SUNGAI WINONGG	1,003E-02	2,60E-02	,710	4,9966E-02	,00330E-02
	SUNGAI CEBONGA	3,203E-02	2,60E-02	,253	9,2033E-02	,79663E-02
	SELOKAN MATARA	3,633E-03	2,60E-02	,892	5,6366E-02	,36330E-02
SELOKAN MATARA	SUNGAI WINONGG	5,400E-03	2,60E-02	,812	5,3600E-02	,63997E-02
	SUNGAI CEBONGA	3,567E-02	2,60E-02	,208	9,5666E-02	,43330E-02
	SUNGAI BEDOG	3,633E-03	2,60E-02	,892	6,3633E-02	,63663E-02



## Homogeneous Subsets

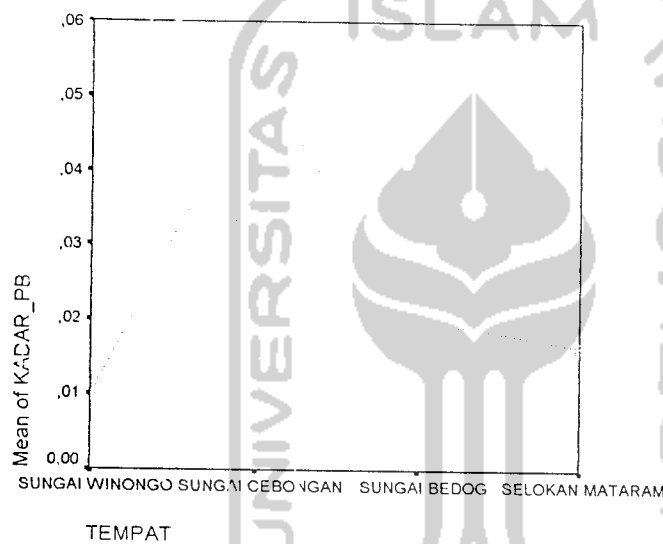
KADAR\_PB

TEMPAT	N	Subset for alpha = .05	
		1	
Duncan <sup>a</sup> SUNGAI WINONGO	3	1,01E-02	
SELOKAN MATARAM	3	1,65E-02	
SUNGAI BEDOG	3	2,01E-02	
SUNGAI CEBONGAN	3	5,22E-02	
Sig.		,167	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

## Means Plots



## Oneway

Descriptives

KADAR\_CU

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	5% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
SUNGAI WINONG	3	,940E-03	,73494E-03	1,00E-03	,09018E-03	,37098E-02	,0079	,0113
SUNGAI CEBONGAN	3	1,00E-02	,76745E-04	4,48E-04	1,0379E-03	,19629E-02	,0094	,0109
SUNGAI BEDOG	3	1,06E-02	,51767E-03	8,76E-04	,86322E-03	,44034E-02	,0090	,0120
SELOKAN MATAR	3	2,80E-02	,26654E-03	2,46E-03	,73680E-02	,85653E-02	,0242	,0326
Total	12	1,45E-02	,39388E-03	2,42E-03	1,7512E-03	,98415E-02	,0079	,0326

### Test of Homogeneity of Variances

KADAR\_CU

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2,810	3	8	,108

### ANOVA

KADAR\_CU

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	7,268E-04	3	2,423E-04	40,176	,000
Within Groups	4,824E-05	8	6,030E-06		
Total	7,750E-04	11			

### Post Hoc Tests

#### Multiple Comparisons

Dependent Variable: KADAR\_CU

(I) TEMPAT	(J) TEMPAT	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
LSD SUNGAI WINONGO	SUNGAI CEBONGAN	-6,333E-04	2,00E-03	,760	-5,2569E-03	3,99019E-03
	SUNGAI BEDOG	-1,233E-03	2,00E-03	,556	-5,8569E-03	3,39019E-03
	SELOKAN MATARAM	-1,857E-02*	2,00E-03	,000	-2,3190E-02	-1,3943E-02
SUNGAI CEBONGAN	SUNGAI WINONGO	6,333E-04	2,00E-03	,760	-3,9902E-03	5,25686E-03
	SUNGAI BEDOG	-6,000E-04	2,00E-03	,772	-5,2235E-03	4,02352E-03
	SELOKAN MATARAM	-1,793E-02*	2,00E-03	,000	-2,2557E-02	-1,3310E-02
SUNGAI BEDOG	SUNGAI WINONGO	1,233E-03	2,00E-03	,556	-3,3902E-03	5,85686E-03
	SUNGAI CEBONGAN	6,000E-04	2,00E-03	,772	-4,0235E-03	5,22352E-03
	SELOKAN MATARAM	-1,733E-02*	2,00E-03	,000	-2,1957E-02	-1,2710E-02
SELOKAN MATARAM	SUNGAI WINONGO	1,857E-02*	2,00E-03	,000	1,39431E-02	2,31902E-02
	SUNGAI CEBONGAN	1,793E-02*	2,00E-03	,000	1,33098E-02	2,25569E-02
	SUNGAI BEDOG	1,733E-02*	2,00E-03	,000	1,27098E-02	2,19569E-02

\*.The mean difference is significant at the .05 level.

### Homogeneous Subsets

KADAR\_CU

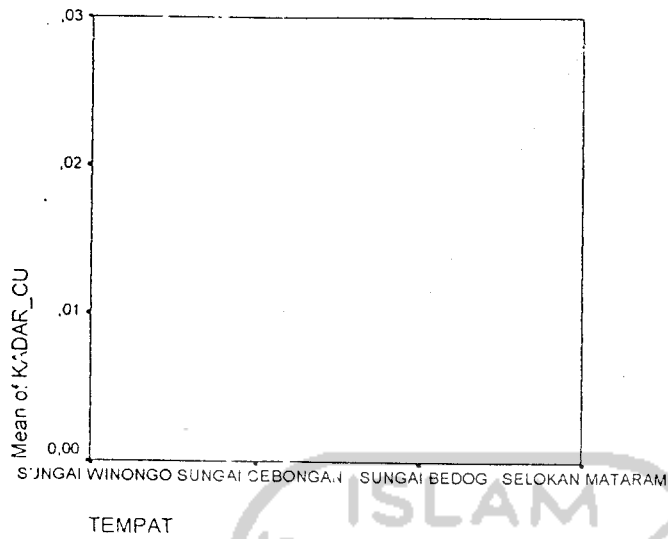
TEMPAT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
Duncan <sup>a</sup> SUNGAI WINONGO	3	9,40E-03	
SUNGAI CEBONGAN	3	1,00E-02	
SUNGAI BEDOG	3	1,06E-02	
SELOKAN MATARAM	3		2,80E-02
Sig.		,571	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.



## Means Plots



## Oneway

### Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	5% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
SUNGAI WINONGO	3	2,00E-04	73205E-04	1,00E-04	2,3027E-04	30265E-04	,0000	,0003
SUNGAI CEBONG	3	3,00E-04	64575E-04	1,53E-04	3,5724E-04	57241E-04	,0001	,0006
SUNGAI BEDOG	3	5,67E-04	21455E-04	1,86E-04	2,3187E-04	36521E-03	,0002	,0008
SELOKAN MATARAM	3	1,00E-04	73205E-04	1,00E-04	3,0265E-05	30265E-04	,0002	,0005
Total	12	3,67E-04	49848E-04	7,21E-05	07921E-04	25413E-04	,0000	,0008

### Test of Homogeneity of Variances

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1,171	3	8	,380

### ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2,200E-07	3	7,333E-08	1,257	,352
Within Groups	4,667E-07	8	5,833E-08		
Total	6,867E-07	11			

## Post Hoc Tests

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: KADAR\_CD

	(I) TEMPAT	(J) TEMPAT	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	SUNGAI WINONGO	SUNGAI CEBONGAN	-1,000E-04	1,97E-04	,626	-5,54750E-04	3,54750E-04
		SUNGAI BEDOG	-3,667E-04	1,97E-04	,100	-8,2142E-04	8,80835E-05
		SELOKAN MATARAM	-2,000E-04	1,97E-04	,340	-6,54750E-04	2,54750E-04
	SUNGAI CEBONGAN	SUNGAI WINONGO	1,000E-04	1,97E-04	,626	-3,54750E-04	5,54750E-04
		SUNGAI BEDOG	-2,667E-04	1,97E-04	,213	-7,2142E-04	1,88083E-04
		SELOKAN MATARAM	-1,000E-04	1,97E-04	,626	-5,54750E-04	3,54750E-04
	SUNGAI BEDOG	SUNGAI WINONGO	3,667E-04	1,97E-04	,100	-8,8083E-05	8,21417E-04
		SUNGAI CEBONGAN	2,667E-04	1,97E-04	,213	-1,8808E-04	7,21417E-04
		SELOKAN MATARAM	1,667E-04	1,97E-04	,423	-2,8808E-04	6,21417E-04
	SELOKAN MATARAM	SUNGAI WINONGO	2,000E-04	1,97E-04	,340	-2,54750E-04	6,54750E-04
		SUNGAI CEBONGAN	1,000E-04	1,97E-04	,626	-3,54750E-04	5,54750E-04
		SUNGAI BEDOG	-1,667E-04	1,97E-04	,423	-6,2142E-04	2,88083E-04

## Homogeneous Subsets

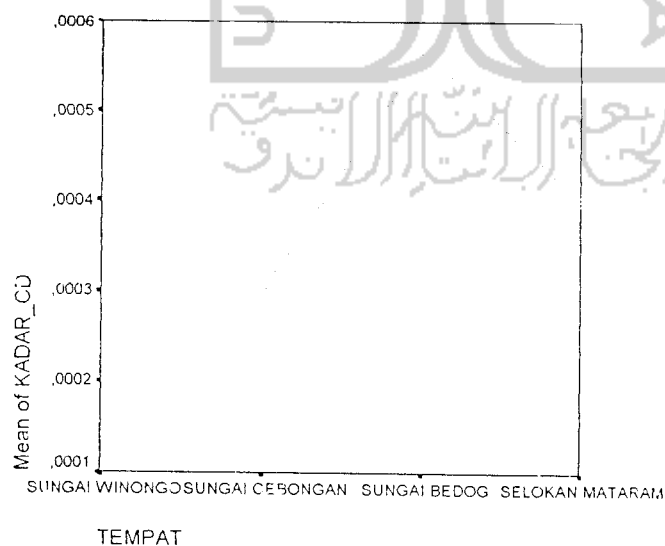
KADAR\_CD

TEMPAT	N	Subset for alpha = .05
		I
Duncan <sup>a</sup>		
SUNGAI WINONGO	3	2,00E-04
SUNGAI CEBONGAN	3	3,00E-04
SELOKAN MATARAM	3	4,00E-04
SUNGAI BEDOG	3	5,67E-04
Sig.		,119

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

## Means Plots



## Lampiran 11

### KADAR\_PB DALAM PERLAKUAN DAN KONTROL DI SUNGAI WINONGO

#### Oneway

##### Descriptives

KADAR\_PB

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
mas	2	1,08E-02	3,39411E-03	2,40E-03	-1,9695E-02	4,12949E-02	,0084	,0132
nila	2	1,15E-02	4,24264E-04	3,00E-04	7,68814E-03	1,53119E-02	,0112	,0118
lele	2	1,22E-02	2,96985E-03	2,10E-03	-1,4483E-02	3,88930E-02	,0101	,0143
Total	6	1,15E-02	2,12038E-03	8,66E-04	9,27480E-03	1,37252E-02	,0084	,0143

##### ANOVA

KADAR\_PB

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1,960E-06	2	9,800E-07	,143	,872
Within Groups	2,052E-05	3	6,840E-06		
Total	2,248E-05	5			

#### Post Hoc Tests

##### Multiple Comparisons

Dependent Variable: KADAR\_PB

	(I) KONTROL	(J) KONTROL	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	mas	nila	-7,000E-04	2,62E-03	,806	-9,0232E-03	7,62318E-03
		lele	-1,400E-03	2,62E-03	,630	-9,7232E-03	6,92318E-03
	nila	mas	7,000E-04	2,62E-03	,806	-7,6232E-03	9,02318E-03
		lele	-7,000E-04	2,62E-03	,806	-9,0232E-03	7,62318E-03
	lele	mas	1,400E-03	2,62E-03	,630	-6,9232E-03	9,72318E-03
		nila	7,000E-04	2,62E-03	,806	-7,6232E-03	9,02318E-03

#### Homogeneous Subsets

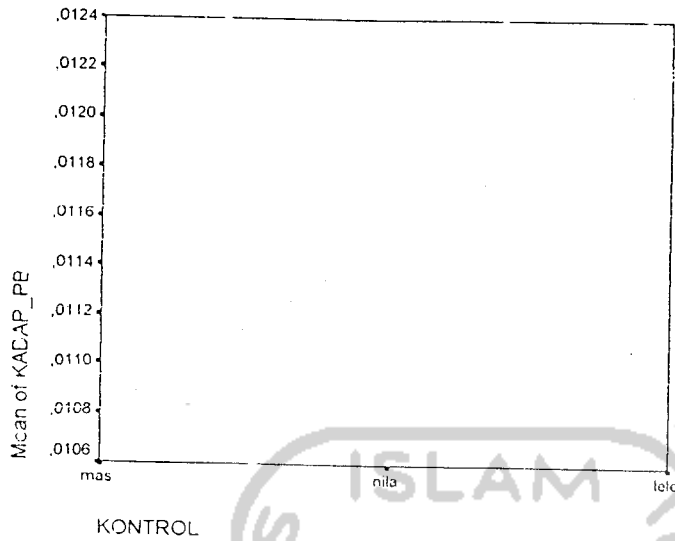
##### KADAR\_PB

		Subset for alpha = .05
KONTROL		N
Duncan <sup>a</sup>	mas	2
	nila	2
	lele	2
	Sig.	,627

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

## Means Plots



## KADAR\_CU DALAM KONTROL DAN PERLAKUAN DI SUNGAI WINONGO

### Oneway

#### Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
mas	2	1,01E-02	3,53553E-04	2,50E-04	6,87345E-03	1,32266E-02	,0098	,0103
nila	2	1,22E-02	2,82843E-03	2,00E-03	-1,3212E-02	3,76124E-02	,0102	,0142
lele	2	1,20E-02	3,67696E-03	2,60E-03	-2,1036E-02	4,50361E-02	,0094	,0146
Total	6	1,14E-02	2,33616E-03	9,54E-04	8,96501E-03	1,38683E-02	,0094	,0146

#### ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5,643E-06	2	2,822E-06	,391	,706
Within Groups	2,165E-05	3	7,215E-06		
Total	2,729E-05	5			

## Post Hoc Tests

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: KADAR\_CU

	(I) KONTROL	(J) KONTROL	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	mas	nila	-2,150E-03	2,69E-03	,482	-1,0698E-02	6,39829E-03
		lele	-1,950E-03	2,69E-03	,520	-1,0498E-02	6,59829E-03
	nila	mas	2,150E-03	2,69E-03	,482	-6,3983E-03	1,06983E-02
		lele	2,000E-04	2,69E-03	,945	-8,3483E-03	8,74829E-03
	lele	mas	1,950E-03	2,69E-03	,520	-6,5983E-03	1,04983E-02
		nila	-2,000E-04	2,69E-03	,945	-8,7483E-03	8,34829E-03

## Homogeneous Subsets

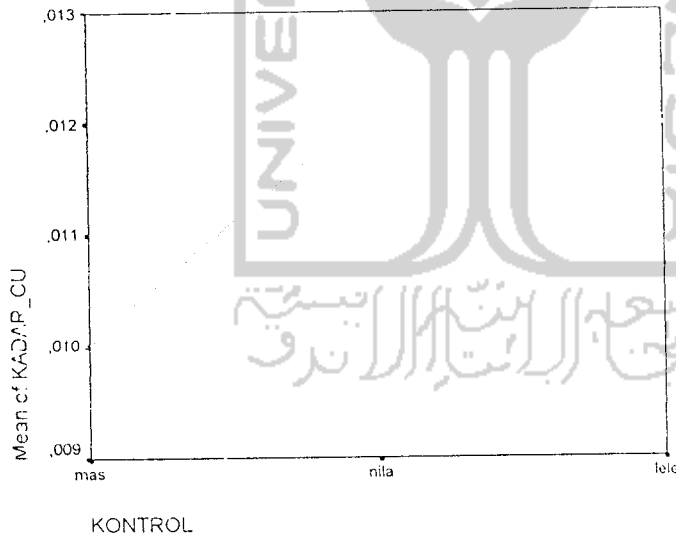
KADAR\_CU

KONTROL	N	Subset for alpha = .05	
		1	
Duncan <sup>a</sup> mas	2	1,01E-02	
lele	2	1,20E-02	
nila	2	1,22E-02	
Sig.			,479

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

## Means Plots



## KADAR\_CD DALAM KONTROL DAN PERLAKUAN DI SUNGAI WINONGO

### Oneway

#### Descriptives

KADAR\_CD

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
mas	2	5,00E-04	,000000	,000000	5,00000E-04	5,00000E-04	,0005	,0005
nila	2	1,50E-04	2,12132E-04	1,50E-04	-1,7559E-03	2,05593E-03	,0000	,0003
lele	2	1,00E-04	1,41471E-04	1,00E-04	-1,1706E-03	1,37062E-03	,0000	,0002
Total	6	2,50E-04	2,25832E-04	9,22E-05	1,30041E-05	4,86996E-04	,0000	,0005

#### ANOVA

KADAR\_CD

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1,900E-07	2	9,500E-08	4,385	,129
Within Groups	6,500E-08	3	2,167E-08		
Total	2,550E-07	5			

### Post Hoc Tests

#### Multiple Comparisons

Dependent Variable: KADAR\_CD

	(I) KONTROL	(J) KONTROL	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	mas	nila	3,500E-04	1,47E-04	,098	-1,1844E-04	8,18443E-04
		lele	4,000E-04	1,47E-04	,073	-6,8443E-05	8,68443E-04
	nila	mas	-3,500E-04	1,47E-04	,098	-8,1844E-04	1,18443E-04
		lele	5,000E-05	1,47E-04	,756	-4,1844E-04	5,18443E-04
	lele	mas	-4,000E-04	1,47E-04	,073	-8,6844E-04	6,84434E-05
		nila	-5,000E-05	1,47E-04	,756	-5,1844E-04	4,18443E-04

### Homogeneous Subsets

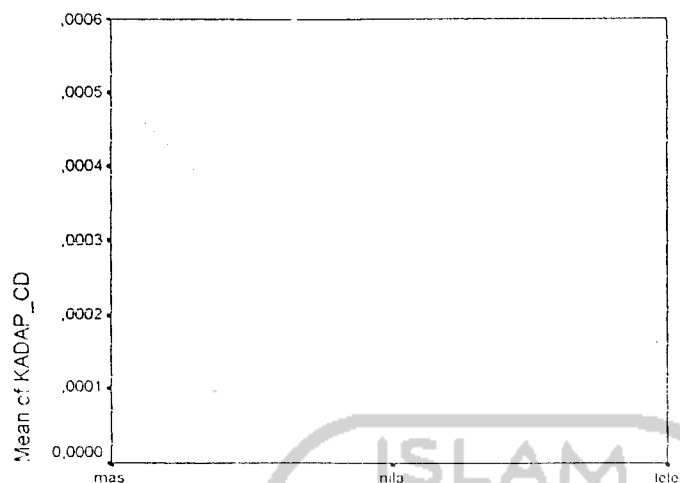
KADAR\_CD

	KONTROL	N	Subset for alpha = .05
			1
Duncan <sup>a</sup>	lele	2	1,00E-04
	nila	2	1,50E-04
	mas	2	5,00E-04
	Sig.		,073

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

## Means Plots



KONTROL

## KADAR\_PB DALAM KONTROL DAN PERLAKUAN DI SUNGAI CEBONGAN

### Oneway

#### Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
mas	2	1,02E-02	2,54558E-03	1,80E-03	-1,2571E-02	3,30712E-02	,0084	,0120
nila	2	1,14E-02	5,65685E-04	4,00E-04	6,31752E-03	1,64825E-02	,0110	,0119
lele	2	3,33E-02	2,67993E-02	1,89E-02	-,207533	,274033	,0143	,0522
Total	6	1,83E-02	1,67239E-02	6,83E-03	7,32650E-04	3,58340E-02	,0084	,0522

#### ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6,734E-04	2	3,367E-04	1,393	,373
Within Groups	7,250E-04	3	2,417E-04		
Total	1,398E-03	5			

## Post Hoc Tests

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: KADAR\_PB

	(I) KONTROL	(J) KONTROL	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	mas	nila	-1,200E-03	1,55E-02	,943	-5,0673E-02	4,82733E-02
		lele	-2,305E-02	1,55E-02	,235	-7,2523E-02	2,64233E-02
	nila	mas	1,200E-03	1,55E-02	,943	-4,8273E-02	5,06733E-02
		lele	-2,185E-02	1,55E-02	,255	-7,1323E-02	2,76233E-02
	lele	mas	2,305E-02	1,55E-02	,235	-2,6423E-02	7,25233E-02
		nila	2,185E-02	1,55E-02	,255	-2,7623E-02	7,13233E-02

## Homogeneous Subsets

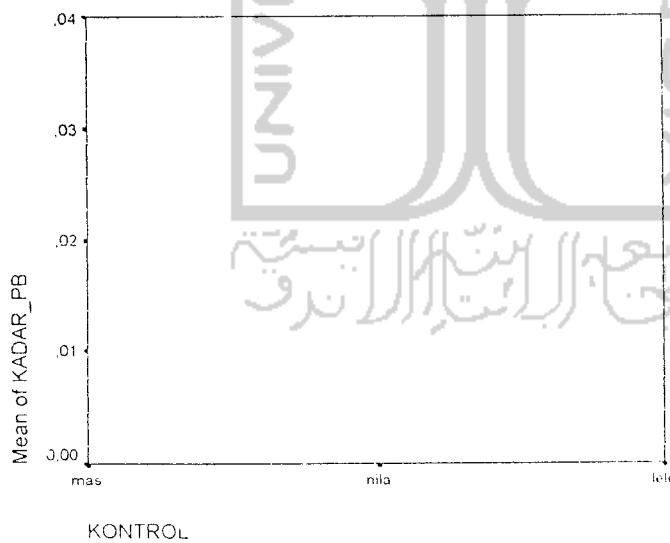
### KADAR\_PB

	KONTROL	N	Subset for alpha = .05
			1
Duncan <sup>a</sup>	mas	2	1,02E-02
	nila	2	1,14E-02
	lele	2	3,33E-02
	Sig.		,233

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

## Means Plots





## KADAR\_CU DALAM KONTROL DAN PERLAKUAN DI SUNGAI CEBONGAN

### Oneway

#### Descriptives

KADAR\_CU

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
mas	2	7,85E-03	2,75772E-03	1,95E-03	-1,6927E-02	3,26271E-02	,0059	,0098
nila	2	1,12E-02	1,31335E-03	3,05E-03	-2,7604E-02	4,99039E-02	,0081	,0142
lele	2	1,23E-02	3,25269E-03	2,30E-03	-1,6924E-02	4,15243E-02	,0100	,0146
Total	6	1,04E-02	3,40979E-03	1,39E-03	6,85498E-03	1,40117E-02	,0059	,0146

#### ANOVA

KADAR\_CU

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2,134E-05	2	1,067E-05	,870	,503
Within Groups	3,679E-05	3	1,226E-05		
Total	5,813E-05	5			

### Post Hoc Tests

#### Multiple Comparisons

Dependent Variable: KADAR\_CU

	(I) KONTROL	(J) KONTROL	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	mas	nila	-3,300E-03	3,50E-03	,416	-1,4445E-02	7,84462E-03
		lele	-4,450E-03	3,50E-03	,293	-1,5595E-02	6,69462E-03
	nila	mas	3,300E-03	3,50E-03	,416	-7,8446E-03	1,44446E-02
		lele	-1,150E-03	3,50E-03	,764	-1,2295E-02	9,99462E-03
	lele	mas	4,450E-03	3,50E-03	,293	-6,6946E-03	1,55946E-02
		nila	1,150E-03	3,50E-03	,764	-9,9946E-03	1,22946E-02

### Homogeneous Subsets

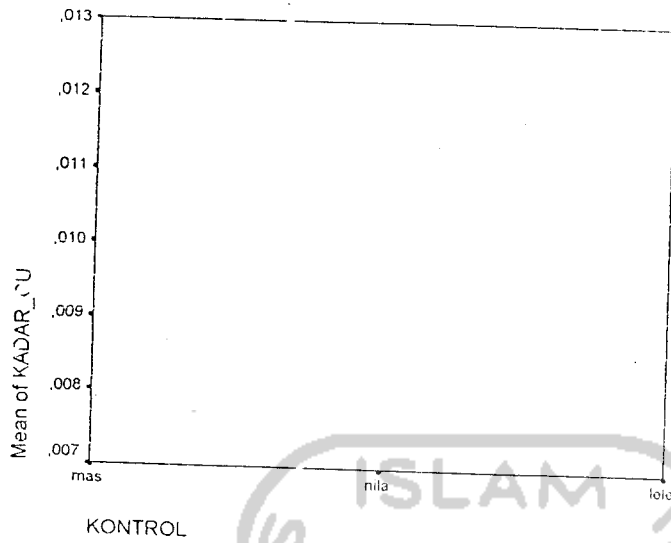
#### KADAR\_CU

	KONTROL	N	Subset for alpha = .05
			1
Dur can <sup>a</sup>	mas	2	7,85E-03
	nila	2	1,12E-02
	lele	2	1,23E-02
	Sig.		

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

### Means Plots



### KADAR\_CD DALAM KONTROL DAN PERLAKUAN DI SUNGAI CEBONGAN

#### Oneway

#### Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
mas	2	3,50E-04	2,12132E-04	1,50E-04	-1,5559E-03	2,25593E-03	,0002	,0005
nila	2	1,50E-04	2,12132E-04	1,50E-04	-1,7559E-03	2,05593E-03	,0000	,0003
lele	2	1,50E-04	2,12132E-04	1,50E-04	-1,7559E-03	2,05593E-03	,0000	,0003
Total	6	2,17E-04	1,94079E-04	7,92E-05	1,29932E-05	4,20340E-04	,0000	,0005

#### ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5,333E-08	2	2,667E-08	,593	,607
Within Groups	1,350E-07	3	4,500E-08		
Total	1,883E-07	5			

## Post Hoc Tests

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: KADAR\_CD

	(I) KONTROL	(J) KONTROL	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	mas	nila	2,000E-04	2,12E-04	,415	-4,7510E-04	8,75099E-04
		lele	2,000E-04	2,12E-04	,415	-4,7510E-04	8,75099E-04
	nila	mas	-2,000E-04	2,12E-04	,415	-8,7510E-04	4,75099E-04
		lele	,000000	2,12E-04	1,000	-6,7510E-04	6,75099E-04
	lele	mas	-2,000E-04	2,12E-04	,415	-8,7510E-04	4,75099E-04
		nila	,000000	2,12E-04	1,000	-6,7510E-04	6,75099E-04

## Homogeneous Subsets

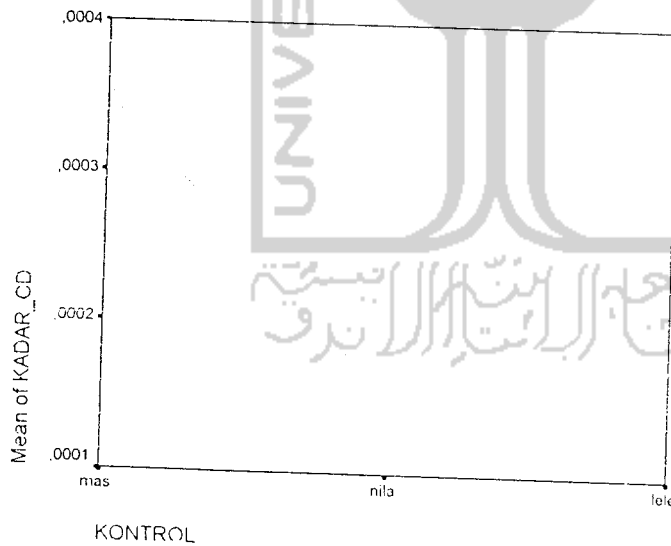
### KADAR\_CD

	KONTROL	N	Subset for alpha = .05
			1
Duncan <sup>a</sup>	nila	2	1,50E-04
	lele	2	1,50E-04
	mas	2	3,50E-04
	Sig.		,413

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

## Means Plots



# KADAR\_PB DALAM KONTROL AN PERLAKUAN DI SUNGAI BEDOG

## Oneway

### Descriptives

KADAR\_PB

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
mas	2	1,15E-02	4,31335E-03	3,05E-03	-2,7304E-02	5,02039E-02	,0084	,0145
nila	2	1,48E-02	4,24254E-03	3,00E-03	-2,3319E-02	5,29186E-02	,0118	,0178
lele	2	1,72E-02	4,10122E-03	2,91E-03	-1,9648E-02	5,40480E-02	,0143	,0201
Total <sup>a</sup>	6	1,45E-02	4,16625E-03	1,70E-03	1,01111E-02	1,88555E-02	,0084	,0201

### ANOVA

KADAR\_PB

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3,336E-05	2	1,668E-05	,937	,483
Within Groups	5,343E-05	3	1,781E-05		
Total	8,679E-05	5			

## Post Hoc Tests

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: KADAR\_PB

	(I) KONTROL	(J) KONTROL	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	mas	nila	-3,350E-03	4,22E-03	,485	-1,6780E-02	1,00799E-02
		lele	-5,750E-03	4,22E-03	,266	-1,9180E-02	7,67990E-03
	nila	mas	3,350E-03	4,22E-03	,485	-1,0080E-02	1,67799E-02
		lele	-2,400E-03	4,22E-03	,609	-1,5830E-02	1,10299E-02
	lele	mas	5,750E-03	4,22E-03	,266	-7,6799E-03	1,91799E-02
		nila	2,400E-03	4,22E-03	,609	-1,1030E-02	1,58299E-02

## Homogeneous Subsets

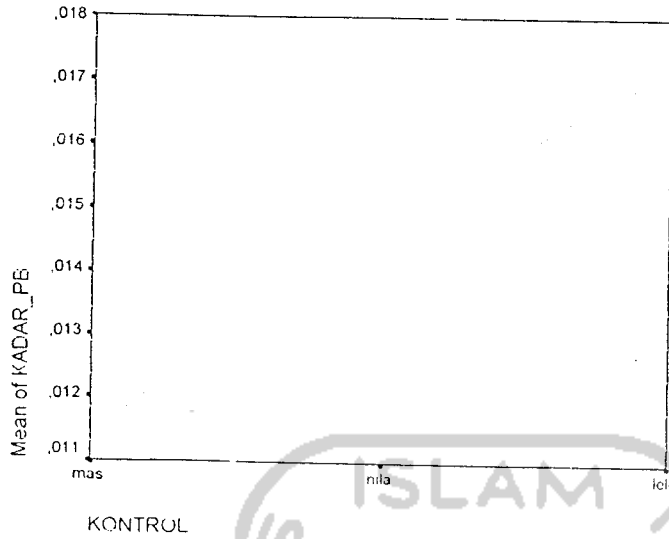
KADAR\_PB

	KONTROL	N	Subset for alpha = .05
			1
Duncan <sup>a</sup>	mas	2	1,15E-02
	nila	2	1,48E-02
	lele	2	1,72E-02
	Sig.		,265

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

### Means Plots



### KADAR\_CU DALAM KONTROL DAN PERLAKUAN DI SUNGAI BEDOG

### Oneway

#### Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
mas	2	9,15E-03	9,19239E-04	6,50E-04	8,90967E-04	1,74090E-02	,0085	,0093
nila	2	1,24E-02	2,61630E-03	1,85E-03	-1,1156E-02	3,58565E-02	,0105	,0142
lele	2	1,26E-02	2,82843E-03	2,00E-03	-1,2812E-02	3,90124E-02	,0106	,0146
Total	6	1,14E-02	2,46955E-03	1,01E-03	8,77504E-03	1,39583E-02	,0085	,0146

#### ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1,480E-05	2	7,402E-06	1,415	,369
Within Groups	1,569E-05	3	5,230E-06		
Total	3,049E-05	5			



## Pest Hoc Tests

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: KADAR\_CU

	(I) KONTROL	(J) KONTROL	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSU	mas	nila	-3,200E-03	2,29E-03	,256	-1,0478E-02	4,07800E-03
		lele	-3,450E-03	2,29E-03	,229	-1,0728E-02	3,82800E-03
	nila	mas	3,200E-03	2,29E-03	,256	-4,0780E-03	1,04780E-02
		lele	-2,500E-04	2,29E-03	,920	-7,5280E-03	7,02800E-03
	lele	mas	3,450E-03	2,29E-03	,229	-3,8280E-03	1,07280E-02
		nila	2,500E-04	2,29E-03	,920	-7,0280E-03	7,52800E-03

## Homogeneous Subsets

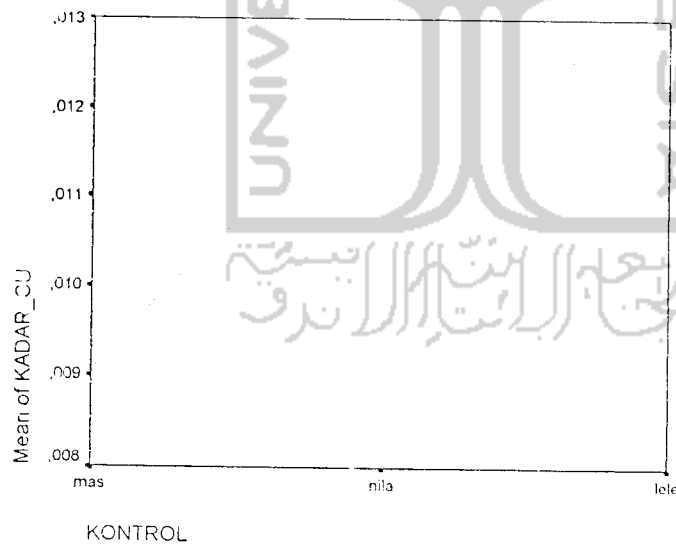
KADAR\_CU

	KONTROL	n	Subset for alpha = .05
			1
Duncan <sup>a</sup>	mas	2	9,15E-03
	nila	2	1,24E-02
	lele	2	1,26E-02
	Sig.		,227

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

## Means Plots



## KADAR\_CD DALAM KONTROL DAN PERLAKUAN DI SUNGAI BEDOG

### Oneway

#### Descriptives

KADAR\_CD

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
mas	2	4,50E-04	7,07107E-05	5,00E-05	-1,8531E-04	1,08531E-03	,0004	,0005
nila	2	1,00E-04	1,41421E-04	1,00E-04	-1,1706E-03	1,37062E-03	,0000	,0002
lele	2	3,00E-04	4,24264E-04	3,00E-04	-3,5119E-03	4,11186E-03	,0000	,0006
Total	6	2,83E-04	2,56255E-04	1,05E-04	1,44101E-05	5,52257E-04	,0000	,0006

#### ANOVA

KADAR\_CD

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1,233E-07	2	6,167E-08	,902	,493
Within Groups	2,050E-07	3	6,833E-08		
Total	3,283E-07	5			

### Post Hoc Tests

#### Multiple Comparisons

Dependent Variable: KADAR\_CD

	(I) KONTROL	(J) KONTROL	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
t.SD	mas	nila	3,500E-04	2,61E-04	,273	-4,8191E-04	1,18191E-03
		lele	1,500E-04	2,61E-04	,606	-6,8191E-04	9,81912E-04
	nila	mas	-3,500E-04	2,61E-04	,273	-1,1819E-03	4,81912E-04
		lele	-2,000E-04	2,61E-04	,500	-1,0319E-03	6,31912E-04
	lele	mas	-1,500E-04	2,61E-04	,606	-9,8191E-04	6,81912E-04
		nila	2,000E-04	2,61E-04	,500	-6,3191E-04	1,03191E-03

### Homogeneous Subsets

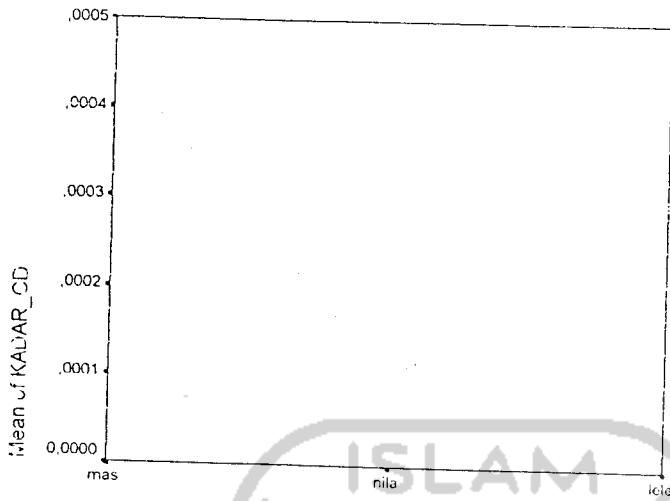
KADAR\_CD

	KONTROL	N	Subset for alpha = .05
			1
Duncan <sup>a</sup>	nila	2	1,00E-04
	lele	2	3,00E-04
	mas	2	4,50E-04
	Sig.		,271

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

### Means Plots



KONTROL

## KADAR\_PB DALAM KONTROL DAN PERLAKUAN DI SUNGAI MATARAM

### Oneway

#### Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
mas	2	1,15E-02	4,21335E-03	3,05E-03	-2,7304E-02	5,02039E-02	,0084	,0145
nila	2	1,17E-02	2,12132E-04	1,50E-04	9,74407E-03	1,35559E-02	,0115	,0118
icla	2	1,54E-02	1,55563E-03	1,10E-03	1,42317E-03	2,93768E-02	,0143	,0165
Total	6	1,28E-02	2,85914E-03	1,17E-03	9,83285E-03	1,58338E-02	,0084	,0165

#### ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1,980E-05	2	9,902E-06	1,410	,370
Within Groups	2,107E-05	3	7,023E-06		
Total	4,087E-05	5			



## Post Hoc Tests

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: KADAR\_PB

	(I) KONTROL	(J) KONTROL	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	mas	nila	-2,000E-04	2,65E-03	,945	-8,6340E-03	8,23398E-03
		lele	-3,950E-03	2,65E-03	,233	-1,2384E-02	4,48398E-03
	nila	mas	2,000E-04	2,65E-03	,945	-8,2340E-03	8,63398E-03
		lele	-3,750E-03	2,65E-03	,252	-1,2184E-02	4,68398E-03
	lele	mas	3,950E-03	2,65E-03	,233	-4,4840E-03	1,23840E-02
		nila	3,750E-03	2,65E-03	,252	-4,6840E-03	1,21840E-02

## Homogeneous Subsets

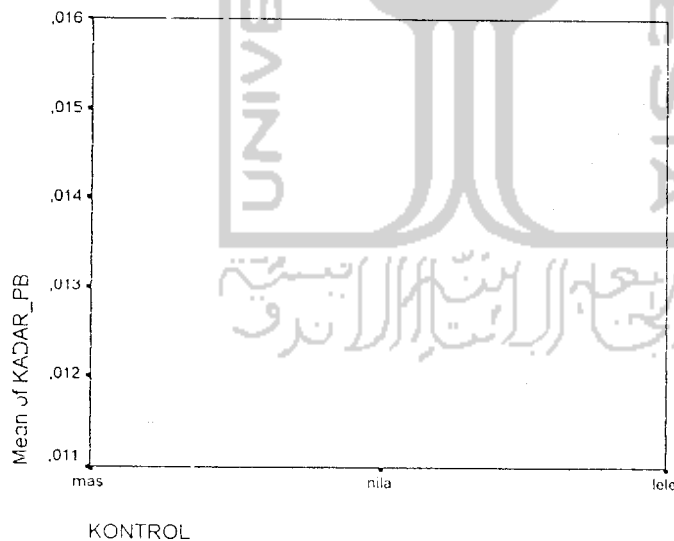
KADAR\_PB

	KONTROL	N	Subset for alpha = .05	
			1	
Duncan <sup>a</sup>	mas	2	1,15E-02	
	nila	2	1,17E-02	
	lele	2	1,54E-02	
	Sig.			,232

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

## Means Plots



# KADAR\_CU DALAM KONTROL DAN PERLAKUAN DI SUNAGI MATARAM

## Oneway

### Descriptives

KADAR\_CU

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
mas	2	1,25E-02	3,81838E-03	2,70E-03	-2,1807E-02	4,68068E-02	,0098	,0152
nila	2	1,18E-02	3,46482E-03	2,45E-03	-1,9380E-02	4,26802E-02	,0093	,0142
lele	2	2,13E-02	9,40452E-03	6,65E-03	-6,3246E-02	,105746	,0146	,0279
Total	6	1,52E-02	6,73221E-03	2,75E-03	8,10164E-03	2,22317E-02	,0093	,0279

### ANOVA

KADAR\_CU

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1,116E-04	2	5,579E-05	1,455	,362
Within Groups	1,150E-04	3	3,834E-05		
Total	2,266E-04	5			

## Post Hoc Tests

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: KADAR\_CU

	(I) KONTROL	(J) KONTROL	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	mas	nila	7,500E-04	6,19E-03	,911	-1,8956E-02	2,04563E-02
		lele	-8,750E-03	6,19E-03	,253	-2,8456E-02	1,09563E-02
	nila	mas	-7,500E-04	6,19E-03	,911	-2,0456E-02	1,89563E-02
		lele	-9,500E-03	6,19E-03	,223	-2,9206E-02	1,02063E-02
	lele	mas	8,750E-03	6,19E-03	,253	-1,0956E-02	2,84563E-02
		nila	9,500E-03	6,19E-03	,223	-1,0206E-02	2,92063E-02

## Homogeneous Subsets

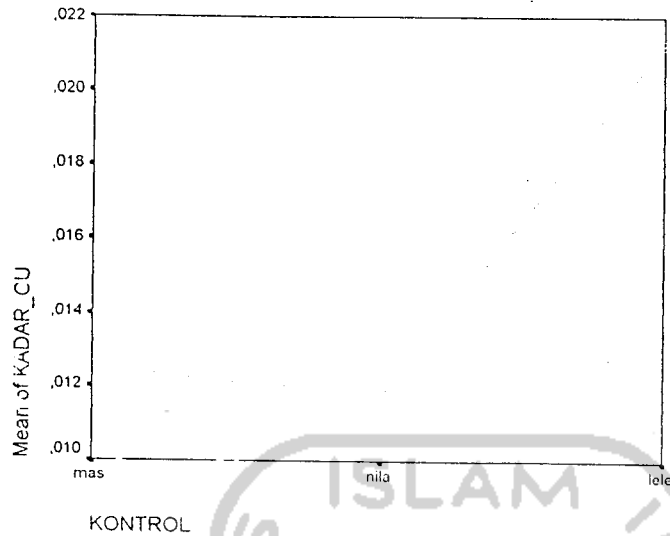
KADAR\_CU

		N	Subset for alpha = .05
KONTROL			1
Duncan <sup>a</sup>	nila	2	1,18E-02
	mas	2	1,25E-02
	lele	2	2,13E-02
	Sig.		,221

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

## Means Plots



## KADAR\_CD DALAM KONTROL DAN PERLAKUAN DI SUNGAI MATARAM

### Oneway

#### Descriptives

KADAR\_CD

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
mas	2	6,50E-04	2,12132E-04	1,50E-04	-1,2559E-03	2,55593E-03	,0005	,0008
nila	2	3,00E-04	4,24264E-04	3,00E-04	-3,5119E-03	4,11186E-03	,0000	,0006
lele	2	2,00E-04	2,82843E-04	2,00E-04	-2,3412E-03	2,74124E-03	,0000	,0004
Total	6	3,83E-04	3,25064E-04	1,33E-04	4,21995E-05	7,24467E-04	,0000	,0008

#### ANOVA

KADAR\_CD

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2,233E-07	2	1,117E-07	1,098	,439
Within Groups	3,050E-07	3	1,017E-07		
Total	5,283E-07	5			

## Post Hoc Tests

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: KADAR\_CD

	(I) KONTROL	(J) KONTROL	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	mas	nila	3,500E-04	3,19E-04	,353	-6,6473E-04	1,36473E-03
		lele	4,500E-04	3,19E-04	,253	-5,6473E-04	1,46473E-03
	nila	mas	-3,500E-04	3,19E-04	,353	-1,3647E-03	6,64730E-04
		lele	1,000E-04	3,19E-04	,774	-9,1473E-04	1,11473E-03
	lele	mas	-4,500E-04	3,19E-04	,253	-1,4647E-03	5,64730E-04
		nila	-1,000E-04	3,19E-04	,774	-1,1147E-03	9,14730E-04

## Homogeneous Subsets

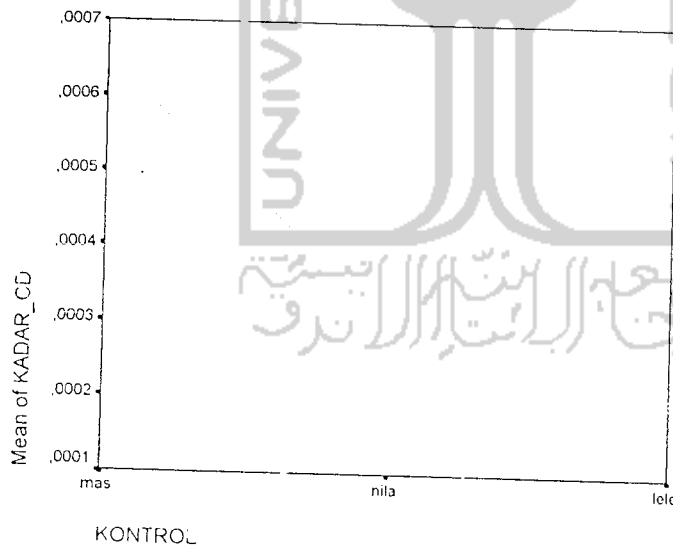
KADAR\_CD

	KONTROL	N	Subset for alpha = .05
			1
Duncan <sup>a</sup>	lele	2	2,00E-04
	nila	2	3,00E-04
	mas	2	6,50E-04
	Sig.		,252

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

## Means Plots



## LAMPIRAN 12

### Perhitungan Kadar Konsentrasi

#### Rata-rata Unsur Pb, Cu, dan Cd Pada Ikan Air Tawar

Perhitungan konsentrasi hasil pengukuran (C regresi) dengan metoda standar kalibrasi dilakukan dengan cara memasukkan harga serapan cuplikan sebagai Y sehingga:

$$X = \frac{Y - a}{b}$$

Dimana :

X : Kadar yang dicari (sebagai C reg )

Y : Harga serapan cuplikan

Kadar unsur dalam cuplikan dihitung dengan persamaan:

$$X = \frac{C \text{ reg} \times P \times V}{g}$$

Dimana :

X : Kadar unsur (ppm)

C regresi: Konsentrasi unsur yang diperoleh dari kurva kalibrasi standar

P : Faktor pengenceran

V : Volume larutan sampel (ml)

g : Berat sampel (gram)

Sebagai contoh perhitungan kadar konsentrasi rata-rata adalah kadar Pb pada ikan mas di Sungai Winongo.

Diketahui : persamaan kurva baku Pb

$$Y = - 0,00050718 + 0,005979 X$$

$$\text{Absorbansi (Y)} = 0,0009 \text{ ppm}$$

$$\text{Volume (V)} = 25 \text{ ml}$$

$$\text{Berat (g)} = 0,5 \text{ gram}$$

Mencari C regresi:

$$\begin{aligned} X &= \frac{Y - a}{b} \\ &= \frac{0,0009 + 0,00050718}{0,005979} \\ &= 0,2354 \text{ ppm} \end{aligned}$$

Mencari kadar Pb:

$$\begin{aligned} X &= \frac{C_{\text{reg}} \times P \times V}{g} \\ &= \frac{0,2354 \text{ ppm} \times 1 \times 0,025 \text{ ml}}{0,5 \text{ gram}} \\ &= 0,0118 \text{ ppm} \end{aligned}$$

Untuk selanjutnya semua perhitungan kadar atau konsentrasi rata-rata unsur Pb, Cu, dan Cd pada setiap sampel dapat dihitung seperti cara di atas.

**LAMPIRAN 13**

**Data Absorbansi, C Regresi dan Kadar Sebenarnya  
Logam Pb, Cu dan Cd Pada Ikan Mas, Ikan Nila dan Ikan Lele  
di Masing – masing Lokasi**

**Data Absorbansi, C Regresi, dan Kadar Sebenarnya Pb dalam Ikan Mas, Ikan Nila dan Ikan Lele di Sungai Winongo**

Absorbansi			C reg (ppm)			Kadar Sebenarnya(ppm)±SD		
Mas	Nila	Lele	Mas	Nila	Lele	Mas	Nila	Lele
0,0009	0,0012	0,0007	0,2354	0,2855	0,2019	0,0118	0,0143	0,0101
0,010	0,0005	0,0007	0,2521	0,1685	0,2019	0,0126	0,0084	0,0101
0,0013	0,0008	0,0007	0,3023	0,2186	0,2019	0,0151	0,0109	0,0101
Rata - rata						0,0132±0,0017	0,0112±0,0029	0,0101±0

**Data Absorbansi, C Regresi, dan Kadar Sebenarnya Pb dalam Ikan Mas, Ikan Nila, dan Ikan Lele di Sungai Cebongan**

Absorbansi			C reg (ppm)			Kadar Sebenarnya(ppm)±SD		
Mas	Nila	Lele	Mas	Nila	Lele	Mas	Nila	Lele
0,0009	0,0006	0,0014	0,2354	0,1852	0,3189	0,0118	0,0093	0,0159
0,0008	0,0011	0,0143	0,2186	0,2688	2,4765	0,0109	0,0135	0,1238
0,0011	0,0007	0,0015	0,2688	0,2019	0,3357	0,0134	0,0101	0,0168
Rata - rata						0,0120±0,0012	0,0110±0,0022	0,0522±0,0620

**Data Absorbansi, C Regresi, dan Kadar Sebenarnya Pb dalam Ikan Mas, Ikan Nila, dan Ikan Lele di Sungai Bedog**

Absorbansi			C reg (ppm)			Kadar Sebenarnya(ppm)±SD		
Mas	Nila	Lele	Mas	Nila	Lele	Mas	Nila	Lele
0,0008	0,0024	0,0008	0,2186	0,4862	0,2186	0,0109	0,0243	0,0109
0,0019	0,0010	0,0039	0,4026	0,2521	0,7371	0,0201	0,0126	0,0369
0,0010	0,0015	0,0010	0,2521	0,3357	0,2521	0,0126	0,0168	0,0126
Rata - rata						0,0145±0,0049	0,0179±0,0059	0,0201±0,0145

**Data Absorbansi, C Regresi, dan Kadar Sebenarnya Pb dalam Ikan Mas, Ikan Nila, dan Ikan Lele di Selokan Mataram**

Absorbansi			C reg (ppm)			Kadar Sebenarnya(ppm)±SD		
Mas	Nila	Lele	Mas	Nila	Lele	Mas	Nila	Lele
0,0010	0,0010	0,0013	0,2521	0,2521	0,3023	0,0126	0,0126	0,0151
0,0011	0,0006	0,0016	0,2688	0,1852	0,3524	0,0134	0,0093	0,0176
0,0016	0,0010	0,0015	0,3524	0,2521	0,3357	0,0176	0,0126	0,0168
Rata - rata						0,0145±0,0027	0,0115±0,0019	0,0165±0,0013

**Data Absorbansi, C Regresi, dan Kadar Sebenarnya Cu dalam Ikan Mas, Ikan Nila, dan Ikan Lele di Sungai Winongo**

Absorbansi			C reg (ppm)			Kadar Sebenarnya(ppm)±SD		
Mas	Nila	Lele	Mas	Nila	Lele	Mas	Nila	Lele
0,0025	0,0026	0,0022	0,1808	0,1882	0,1587	0,0090	0,0094	0,0079
0,0039	0,0031	0,0025	0,2840	0,2250	0,1808	0,0142	0,0113	0,0090
0,0021	0,0027	0,0031	0,1514	0,1956	0,2250	0,0076	0,0098	0,0113
Rata - rata						0,0103±0,0035	0,0102±0,0010	0,0094±0,0017



**Data Absorbansi, C Regresi, dan Kadar Sebenarnya Cu dalam Ikan Mas, Ikan Nila, dan Ikan Lele di Sungai Cebongan**

Absorbansi			C reg (ppm)			Kadar Sebenarnya(ppm)±SD		
Mas	Nila	Lele	Mas	Nila	Lele	Mas	Nila	Lele
0,0015	0,0020	0,0030	0,1072	0,1439	0,2177	0,0054	0,0072	0,0109
0,0017	0,0028	0,0026	0,1219	0,2029	0,1882	0,0061	0,0102	0,0094
0,0017	0,0019	0,0027	0,1219	0,1366	0,1956	0,0061	0,0068	0,0098
Rata - rata						0,0059±0,0004	0,0081±0,0019	0,0100±0,0008

**Data Absorbansi, C Regresi, dan Kadar Sebenarnya Cu dalam Ikan Mas, Ikan Nila, dan Ikan Lele di Sungai Bedog**

Absorbansi			C reg (ppm)			Kadar Sebenarnya(ppm)±SD		
Mas	Nila	Lele	Mas	Nila	Lele	Mas	Nila	Lele
0,0026	0,0031	0,0030	0,1882	0,2250	0,2177	0,0094	0,0113	0,0109
0,0023	0,0026	0,0025	0,1661	0,1882	0,1808	0,0083	0,0094	0,0090
0,0022	0,0030	0,0033	0,1587	0,2177	0,2398	0,0079	0,0109	0,0120
Rata - rata						0,0085±0,0008	0,0105±0,0010	0,0106±0,0015

**Data Absorbansi, C Regresi, dan Kadar Sebenarnya Cu dalam Ikan Mas, Ikan Nila, dan Ikan Lele di Selokan Mataram**

Absorbansi			C reg (ppm)			Kadar Sebenarnya(ppm)±SD		
Mas	Nila	Lele	Mas	Nila	Lele	Mas	Nila	Lele
0,0043	0,0022	0,0066	0,3135	0,1587	0,4830	0,0157	0,0079	0,0242
0,0040	0,0026	0,0074	0,2914	0,1882	0,5419	0,0146	0,0094	0,0271
0,0042	0,0029	0,0089	0,3061	0,2103	0,6525	0,0153	0,0105	0,0326
Rata - rata						0,0152±0,0006	0,0093±0,0013	0,0279±0,0043



**Data Absorbansi, C Regresi, dan Kadar Sebenarnya Cd dalam Ikan Mas, Ikan Nila, dan Ikan Lele di Sungai Winongo**

Absorbansi			C reg (ppm)			Kadar Sebenarnya(ppm)±SD		
Mas	Nila	Lele	Mas	Nila	Lele	Mas	Nila	Lele
0,0008	0,0003	0,0001	0,0131	0,0027	0,0015	0,0007	0,0001	0,0000
0,0005	0,0008	0,0002	0,0068	0,0131	0,0006	0,0003	0,0007	0,00003
0,0006	0,0003	0,0005	0,0089	0,0027	0,0068	0,0005	0,0001	0,0003
Rata - rata						0,0005±0,0002	0,0003±0,0004	0,0002±0,0002

**Data Absorbansi, C Regresi, dan Kadar Sebenarnya Cd dalam Ikan Mas, Ikan Nila, dan Ikan Lele di Sungai Cebongan**

Absorbansi			C reg (ppm)			Kadar Sebenarnya(ppm)±SD		
Mas	Nila	Lele	Mas	Nila	Lele	Mas	Nila	Lele
0,0004	0,0007	0,0007	0,0047	0,0110	0,0110	0,0002	0,0006	0,0006
0,0005	0,0006	0,0004	0,0068	0,0089	0,0047	0,0005	0,0002	0,0002
0,0002	0,0003	0,0003	0,0006	0,0027	0,0027	0,00003	0,0001	0,0001
Rata - rata						0,0002±0,0002	0,0003±0,0003	0,0003±0,0003

**Data Absorbansi, C Regresi, dan Kadar Sebenarnya Cd dalam Ikan Mas, Ikan Nila, dan Ikan Lele di Sungai Bedog**

Absorbansi			C reg (ppm)			Kadar Sebenarnya(ppm)±SD		
Mas	Nila	Lele	Mas	Nila	Lele	Mas	Nila	Lele
0,0003	0,0003	0,0004	0,0027	0,0027	0,0047	0,0001	0,0001	0,0002
0,0006	0,0008	0,0009	0,0089	0,0131	0,0152	0,0005	0,0007	0,0008
0,0008	0,0001	0,0008	0,0131	0,0015	0,0131	0,0007	0,0000	0,0007
Rata - rata						0,0004±0,0003	0,0002±0,0004	0,0006±0,0003

**Data Absorbansi, C Regresi, dan Kadar Sebenarnya Cd dalam Ikan Mas, Ikan Nila, dan Ikan Lele di Selokan Mataram**

Absorbansi			C reg (ppm)			Kadar Sebenarnya(ppm)±SD		
Mas	Nila	Lele	Mas	Nila	Lele	Mas	Nila	Lele
0,0009	0,0005	0,0005	0,0152	0,0068	0,0068	0,0008	0,0005	0,0005
0,0008	0,0008	0,0006	0,0131	0,0131	0,0089	0,0007	0,0007	0,0005
0,0009	0,0006	0,0004	0,0152	0,0089	0,0047	0,0008	0,0005	0,0002
Rata - rata						0,0008±0,00006	0,0006±0,0001	0,0004±0,0002



HITACHI POLARIZED ZEEMAN ATOMIC ABSORPTION SPECTROPHOTOMETER

WAVELENGTH : 850  
 DATE : 7/20/87  
 SAMPLE :  
 OPERATOR :  
 ATOMIZATION : FLAME

INSTRUMENTAL CONDITIONS

LAMP CURRENT : 7.5 mA  
 WAVELENGTH : 283.3 nm  
 SLIT : 1.3 nm  
 ATOMIZER : STD BURNER  
 OXIDANT : AIR  
 OXIDANT PRESSURE : 1.60 kg/cm2  
 FUEL : ( 9.5 l/min )  
 FUEL PRESSURE : 0.242  
 FUEL PRESSURE : 0.30 kg/cm2  
 BURNER HEIGHT : ( 2.3 l/min )  
 : 7.5 mm

\*\*\*\*\* Pg RESULT TABLE \*\*\*\*\*

INTEGRATION

S.NO	CONC(=m) ABS	REFERENCE
BLANK	0.00 0.0002	-0.004
BLANK	0.00 0.0002	-0.003
BLANK	0.00 -0.0002	-0.004
STD 1	0.20 0.0007	-0.004
STD 1	0.20 0.0009	-0.004
STD 1	0.20 0.0006	-0.004
STD 2	0.40 0.0013	-0.005
STD 2	0.40 0.0015	-0.005
STD 2	0.40 0.0013	-0.005
STD 3	0.80 0.0044	-0.004
STD 3	0.80 0.0046	-0.004
STD 3	0.80 0.0042	-0.004
STD 5	0.20 0.0138	-0.007
STD 5	0.20 0.0137	-0.007
STD 5	0.20 0.0135	-0.007

CORR. COEFF. = 0.9783

\*\*\*\*\* Pg RESULT TABLE \*\*\*\*\*

INTEGRATION

S.NO	CONC(=m) ABS	REFERENCE
BLANK	0.00 0.0002	-0.004
BLANK	0.00 0.0002	-0.003
BLANK	0.00 -0.0002	-0.004
STD 1	0.20 0.0007	-0.004
STD 1	0.20 0.0009	-0.004
STD 1	0.20 0.0006	-0.004
STD 2	0.40 0.0013	-0.005
STD 2	0.40 0.0015	-0.005
STD 2	0.40 0.0013	-0.005
STD 3	0.80 0.0044	-0.004
STD 3	0.80 0.0046	-0.004
STD 3	0.80 0.0042	-0.004
STD 5	0.20 0.0138	-0.007
STD 5	0.20 0.0137	-0.007
STD 5	0.20 0.0135	-0.007

CORR. COEFF. = 0.9983

STD 5 DELETED

CORR. COEFF. = 0.9967

STD 4 DELETED

CORR. COEFF. = 0.9995

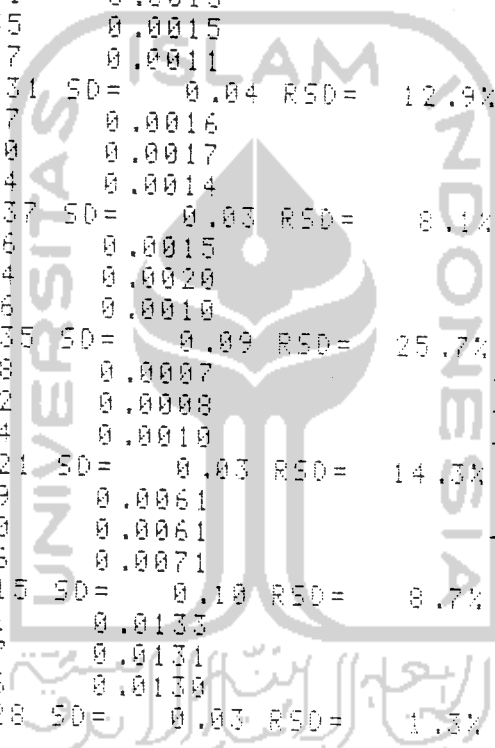
1	0.17	0.0006	-0.001
1	0.18	0.0003	-0.002
1	0.13	0.0005	-0.001
MEAN=	0.15	SO= 0.05	RSO= 10.5%
1	0.24	0.0009	-0.001
2	0.22	0.0008	-0.001
2	0.26	0.0010	-0.001
MEAN=	0.24	SO= 0.02	RSO= 6.5%
1	0.33	0.0014	-0.001
1	0.28	0.0011	-0.001
1	0.29	0.0012	-0.001
MEAN=	0.30	SO= 0.07	RSO= 10.3%
1	0.22	0.0008	-0.001
1	0.20	0.0006	-0.001



21	0.39	0.0017	-0.001
21	0.26	0.0010	-0.002
21	0.41	0.0018	-0.002
MEAN=	0.35	50= 0.00	R50= 22.9%
22	0.23	0.0010	-0.003
22	0.19	0.0006	-0.002
22	0.16	0.0007	-0.002
MEAN=	0.20	50= 0.00	R50= 25.0%
23	0.45	0.0021	-0.001
23	0.45	0.0021	-0.001
23	0.37	0.0016	-0.001
MEAN=	0.42	50= 0.00	R50= 11.9%
24	0.26	0.0010	-0.002
24	0.21	0.0008	-0.001
24	0.32	0.0013	-0.003
MEAN=	0.26	50= 0.00	R50= 25.1%
25	0.56	0.0028	-0.001
25	0.49	0.0023	-0.001
25	0.45	0.0020	-0.002
MEAN=	0.50	50= 0.00	R50= 12.0%
26	0.28	0.0011	-0.002
26	0.32	0.0013	-0.001
26	0.18	0.0007	-0.002
MEAN=	0.26	50= 0.00	R50= 26.9%
27	0.41	0.0018	-0.002
27	0.30	0.0014	-0.000
27	0.28	0.0012	-0.002
MEAN=	0.34	50= 0.00	R50= 10.2%
28	0.22	0.0008	-0.002
28	0.31	0.0008	-0.002
28	0.23	0.0009	-0.001
MEAN=	0.27	50= 0.00	R50= 4.5%
29	0.72	0.0039	-0.001
29	0.73	0.0039	-0.002
29	0.75	0.0040	-0.002
MEAN=	0.73	50= 0.00	R50= 2.7%
30	0.20	0.0010	-0.003
30	0.20	0.0012	-0.001
30	0.20	0.0009	-0.001
MEAN=	0.20	50= 0.00	R50= 11.0%
31	0.29	0.0011	-0.002
31	0.21	0.0008	-0.001
31	0.30	0.0012	-0.001
MEAN=	0.26	50= 0.00	R50= 10.2%
32	0.23	0.0012	-0.002
32	0.23	0.0011	-0.001
32	0.23	0.0011	-0.003
MEAN=	0.23	50= 0.00	R50= 31.5%
33	0.44	0.0019	-0.002
33	0.40	0.0017	-0.001
33	0.33	0.0014	-0.001
MEAN=	0.38	50= 0.00	R50= 10.5%
34	0.31	0.0013	-0.002
34	0.20	0.0008	-0.002
34	0.24	0.0009	-0.001
MEAN=	0.25	50= 0.00	R50= 24.0%
35	0.11	0.0004	-0.001
35	0.11	0.0004	-0.002
35	0.25	0.0010	-0.002
MEAN=	0.16	50= 0.00	R50= 50.0%
36	0.22	0.0008	-0.001
36	0.32	0.0013	-0.001
36	0.25	0.0010	-0.001
MEAN=	0.26	50= 0.00	R50= 19.2%
37	0.31	0.0013	-0.001
37	0.35	0.0015	-0.001
37	0.27	0.0011	-0.001
MEAN=	0.31	50= 0.00	R50= 12.5%
38	0.37	0.0016	-0.001
38	0.40	0.0017	-0.000
38	0.34	0.0014	-0.000
MEAN=	0.37	50= 0.00	R50= 0.1%



32	0.29	0.0012	15.2%
32	0.28	0.0011	-0.002
32	0.27	0.0011	-0.001
MEAN=	0.28	SD= 0.01	RSD= 3.6%
33	0.41	0.0018	-0.002
33	0.40	0.0017	-0.001
33	0.33	0.0014	-0.001
MEAN=	0.38	SD= 0.04	RSD= 10.5%
34	0.31	0.0013	-0.002
34	0.29	0.0008	-0.002
34	0.24	0.0009	-0.002
MEAN=	0.25	SD= 0.06	RSD= 24.0%
35	0.11	0.0004	-0.001
35	0.11	0.0004	-0.002
35	0.25	0.0010	-0.002
MEAN=	0.16	SD= 0.08	RSD= 50.0%
36	0.22	0.0008	-0.001
36	0.32	0.0013	-0.001
36	0.25	0.0010	-0.001
MEAN=	0.26	SD= 0.05	RSD= 19.2%
37	0.31	0.0013	0.001
37	0.35	0.0015	-0.001
37	0.27	0.0011	-0.001
MEAN=	0.31	SD= 0.04	RSD= 12.9%
38	0.37	0.0016	-0.001
38	0.40	0.0017	0.000
38	0.34	0.0014	0.000
MEAN=	0.37	SD= 0.03	RSD= 8.1%
39	0.36	0.0015	0.001
39	0.44	0.0020	0.001
39	0.26	0.0010	0.001
MEAN=	0.35	SD= 0.09	RSD= 25.7%
40	0.18	0.0007	-0.002
40	0.22	0.0008	-0.001
40	0.24	0.0010	0.001
MEAN=	0.21	SD= 0.03	RSD= 14.3%
41	1.09	0.0061	0.001
41	1.10	0.0061	-0.001
41	1.26	0.0071	0.001
MEAN=	1.15	SD= 0.10	RSD= 8.7%
42	2.31	0.0133	0.002
42	2.27	0.0131	0.001
42	2.26	0.0130	0.002
MEAN=	2.28	SD= 0.03	RSD= 1.3%



HITACHI POLARIZED ZEEMAN ATOMIC ABSORPTION SPECTROPHOTOMETER

ELEMENT : CU  
 DATE : 29.02.03  
 SAMPLE : IKAN  
 OPERATOR :  
 ATOMIZATION : FLAME  
 INSTRUMENTAL CONDITIONS  
 LAMP CURRENT : 7.5 mA  
 WAVELENGTH : 324.8 nm  
 SLIT : 1.3 nm  
 ATOMIZER : STD BURNER  
 OXIDANT : AIR  
 OXIDANT PRESSURE : 1.60 kg/cm2  
 : ( 9.5 l/min )  
 FUEL : C2H2  
 FUEL PRESSURE : 0.30 kg/cm2  
 : ( 2.5 l/min )  
 BURNER HEIGHT : 7.5 mm

\*\*\*\*\* CU RESULT TABLE \*\*\*\*\*

S.NO	CONC (PPM )	ABS	REFERENCE
BLANK	0.00	0.0000	-0.001
BLANK	0.00	0.0000	-0.002
BLANK	0.00	-0.0003	-0.002
STD 1	0.20	0.0010	0.001
STD 1	0.20	0.0012	0.0030
STD 1	0.20	0.0011	0.0000
STD 2	0.40	0.0046	0.007
STD 2	0.40	0.0044	0.006
STD 2	0.40	0.0045	0.006
STD 3	0.80	0.0081	0.012
STD 3	0.80	0.0083	0.012
STD 3	0.80	0.0082	0.012
STD 4	1.60	0.0156	0.025
STD 4	1.60	0.0156	0.025
STD 4	1.60	0.0157	0.025
STD 5	3.20	0.0365	0.062
STD 5	3.20	0.0363	0.061
STD 5	3.20	0.0362	0.061
STD 6	6.40	0.0718	0.122
STD 6	6.40	0.0724	0.123
STD 6	6.40	0.0724	0.123
CORR. COEFF. = 0.9994			
1	0.31	0.0027	0.004
1	0.30	0.0026	0.004
1	0.31	0.0027	0.005
MEAN=	0.31	SD= 0.01	RSD= 3.2%
2	0.41	0.0038	0.007
2	0.42	0.0039	0.006
2	0.43	0.0041	0.007
MEAN=	0.42	SD= 0.01	RSD= 2.4%
3	0.43	0.0041	0.007
3	0.43	0.0040	0.007
3	0.42	0.0040	0.006
MEAN=	0.43	SD= 0.01	RSD= 2.3%
4	0.29	0.0025	0.004
4	0.28	0.0023	0.004
4	0.30	0.0027	0.004
MEAN=	0.29	SD= 0.01	RSD= 3.4%
5	0.40	0.0037	0.007
5	0.43	0.0040	0.007
5	0.42	0.0039	0.007
MEAN=	0.42	SD= 0.02	RSD= 4.8%
6	0.26	0.0021	0.004
6	0.25	0.0020	0.004
6	0.26	0.0022	0.004
MEAN=	0.26	SD= 0.01	RSD= 3.8%
7	0.30	0.0025	0.004
7	0.31	0.0027	0.004
7	0.29	0.0025	0.004
MEAN=	0.30	SD= 0.01	RSD= 3.3%
8	0.34	0.0031	0.005
8	0.35	0.0032	0.004
8	0.33	0.0029	0.004
MEAN=	0.34	SD= 0.01	RSD= 2.9%
9	0.30	0.0026	0.004



BLANK	0.00	-0.00003	
STD 1	0.20	0.0010	-0.0002
STD 1	0.20	0.0012	0.0001
STD 1	0.20	0.0011	0.0000
STD 2	0.40	0.0046	0.0000
STD 2	0.40	0.0044	0.0007
STD 2	0.40	0.0045	0.0006
STD 3	0.80	0.0081	0.0006
STD 3	0.80	0.0083	0.0012
STD 3	0.80	0.0082	0.0012
STD 4	1.60	0.0156	0.0012
STD 4	1.60	0.0156	0.0025
STD 4	1.60	0.0157	0.0025
STD 5	3.20	0.0365	0.0025
STD 5	3.20	0.0363	0.0062
STD 5	3.20	0.0362	0.0061
STD 6	6.40	0.0718	0.0061
STD 6	6.40	0.0724	0.0122
STD 6	6.40	0.0724	0.0122

CORR. COEFF. = 0.9994

1	0.31	0.0027		
1	0.30	0.0026		0.004
1	0.31	0.0027		0.004
MEAN=	0.31	SD= 0.01	RSD=	0.005
2	0.41	0.0038	3.2%	
2	0.42	0.0039		0.007
2	0.43	0.0041		0.006
MEAN=	0.42	SD= 0.01	RSD=	0.007
3	0.43	0.0041	2.4%	
3	0.43	0.0040		0.007
3	0.42	0.0040		0.007
MEAN=	0.43	SD= 0.01	RSD=	0.006
4	0.29	0.0025	2.3%	
4	0.28	0.0023		0.004
4	0.30	0.0027		0.004
MEAN=	0.29	SD= 0.01	RSD=	0.004
5	0.40	0.0037	3.4%	
5	0.43	0.0040		0.007
5	0.42	0.0039		0.007
MEAN=	0.42	SD= 0.02	RSD=	0.007
6	0.25	0.0021	4.6%	
6	0.25	0.0020		0.004
6	0.26	0.0022		0.004
MEAN=	0.26	SD= 0.01	RSD=	0.004
7	0.30	0.0025	3.8%	
7	0.31	0.0027		0.004
7	0.29	0.0025		0.004
MEAN=	0.30	SD= 0.01	RSD=	0.004
8	0.34	0.0031	3.3%	
8	0.35	0.0032		0.005
8	0.33	0.0029		0.004
MEAN=	0.34	SD= 0.01	RSD=	0.004
9	0.30	0.0026	2.9%	
9	0.32	0.0028		0.004
9	0.31	0.0027		0.004
MEAN=	0.31	SD= 0.01	RSD=	0.004
10	0.26	0.0021	3.2%	
10	0.27	0.0023		0.005
10	0.26	0.0021		0.004
MEAN=	0.26	SD= 0.01	RSD=	0.002

HITACHI POLARIZED ZEEMAN ATOMIC ABSORPTION SPECTROPHOTOMETER

ELEMENT : Cu  
 DATE : 7.03.03  
 SAMPLE :  
 OPERATOR :  
 ATOMIZATION : FLAME  
 INSTRUMENTAL CONDITIONS  
 LAMP CURRENT : 7.5 mA  
 WAVELENGTH : 324.8 nm  
 SLIT : 1.3 nm  
 ATOMIZER : STD BURNER  
 OXIDANT : AIR  
 OXIDANT PRESSURE : 1.60 kg/cm2  
 ( 9.5 l/min)  
 FUEL : C2H2  
 FUEL PRESSURE : 0.30 kg/cm2  
 ( 2.3 l/min)  
 BURNER HEIGHT : 7.5 mm

\*\*\*\*\* Cu RESULT TABLE \*\*\*\*\*

S.NO	CONC(µg/ml)	ABS	REFERENCE
BLANK	0.00	-0.0004	-0.002
BLANK	0.00	0.0001	-0.003
BLANK	0.00	-0.0001	-0.003
STD 1	0.10	0.0020	-0.001
STD 1	0.10	0.0018	-0.001
STD 1	0.10	0.0018	-0.002
STD 2	0.20	0.0022	-0.003
STD 2	0.20	0.0024	-0.003
STD 2	0.20	0.0025	-0.003
STD 3	0.40	0.0053	0.001
STD 3	0.40	0.0052	0.000
STD 3	0.40	0.0052	0.000
STD 4	0.80	0.0111	0.009
STD 4	0.80	0.0107	0.009
STD 4	0.80	0.0109	0.003
STD 5	1.60	0.0219	0.027
STD 5	1.60	0.0222	0.027
STD 5	1.60	0.0219	0.027
STD 6	3.20	0.0436	0.063
STD 6	3.20	0.0434	0.062
STD 6	3.20	0.0432	0.062
CORR. COEFF = 0.9998			
1	0.35	0.0047	0.009

11	0.19	0.0025	0.005
11	0.18	0.0025	0.005
11	0.19	0.0025	0.005
MEAN=	0.19	SD= 0.01	RSD= 5.3%
12	0.23	0.0032	0.006
12	0.22	0.0029	0.006
12	0.23	0.0032	0.006
MEAN=	0.23	SD= 0.01	RSD= 4.3%
13	0.12	0.0017	0.003
13	0.10	0.0013	0.003
13	0.10	0.0014	0.003
MEAN=	0.11	SD= 0.01	RSD= 9.1%



BLANK	0.00	-0.0004	-0.002
BLANK	0.00	0.0001	-0.003
BLANK	0.00	-0.0001	-0.003
STD 1	0.10	0.0020	-0.001
STD 1	0.10	0.0018	-0.001
STD 1	0.10	0.0018	-0.002
STD 2	0.20	0.0022	-0.003
STD 2	0.20	0.0024	-0.003
STD 2	0.20	0.0025	-0.003
STD 3	0.40	0.0053	0.001
STD 3	0.40	0.0052	0.000
STD 3	0.40	0.0052	0.000
STD 4	0.80	0.0111	0.009
STD 4	0.80	0.0107	0.009
STD 4	0.80	0.0109	0.008
STD 5	1.60	0.0219	0.027
STD 5	1.60	0.0222	0.027
STD 5	1.60	0.0219	0.027
STD 6	3.20	0.0436	0.053
STD 6	3.20	0.0434	0.062
STD 6	3.20	0.0432	0.062
CORR. COEFF. = 0.9998			
1	0.35	0.0047	0.039

11	0.19	0.0025	0.005
11	0.19	0.0025	0.005
11	0.19	0.0026	0.005
MEAN=	0.19	SD= 0.01	RSD= 5.3%
12	0.23	0.0032	0.006
12	0.22	0.0029	0.006
12	0.23	0.0032	0.006
MEAN=	0.23	SD= 0.01	RSD= 4.3%
13	0.12	0.0017	0.003
13	0.10	0.0013	0.003
13	0.10	0.0014	0.003
MEAN=	0.11	SD= 0.01	RSD= 9.1%
14	0.12	0.0016	0.003
14	0.13	0.0018	0.003
14	0.12	0.0016	0.003
MEAN=	0.12	SD= 0.01	RSD= 8.3%
15	0.12	0.0017	0.004
15	0.13	0.0018	0.003
15	0.12	0.0016	0.003
MEAN=	0.12	SD= 0.01	RSD= 8.5%
16	0.15	0.0021	0.004
16	0.15	0.0021	0.004
16	0.13	0.0018	0.004
MEAN=	0.14	SD= 0.01	RSD= 7.1%
17	0.22	0.0030	0.005
17	0.20	0.0027	0.005
17	0.21	0.0028	0.006
MEAN=	0.21	SD= 0.01	RSD= 4.8%
18	0.15	0.0020	0.003
18	0.14	0.0019	0.003
18	0.14	0.0018	0.004
MEAN=	0.14	SD= 0.01	RSD= 7.1%
19	0.24	0.0032	0.006
19	0.21	0.0029	0.006
19	0.22	0.0030	0.006
MEAN=	0.22	SD= 0.02	RSD= 9.1%
20	0.20	0.0027	0.005
20	0.19	0.0026	0.005
20	0.19	0.0026	0.005
MEAN=	0.19	SD= 0.01	RSD= 5.3%
21	0.20	0.0027	0.006
21	0.20	0.0027	0.005
21	0.21	0.0028	0.006
MEAN=	0.20	SD= 0.01	RSD= 5.8%
22	0.19	0.0026	0.005
22	0.19	0.0026	0.005
22	0.19	0.0025	0.005
MEAN=	0.19	SD= 0.00	RSD= 0.0%
23	0.16	0.0022	0.005
23	0.16	0.0022	0.005
23	0.18	0.0024	0.005

22	0.19	0.0026	0.01	RSD=	0.0%	0.005
22	0.19	0.0026				0.005
22	0.19	0.0025				0.005
MEAN=	0.19	SD=	0.00	RSD=	0.0%	0.005
23	0.16	0.0022				0.005
23	0.16	0.0022				0.005
23	0.18	0.0024				0.005
MEAN=	0.17	SD=	0.01	RSD=	5.9%	0.005
24	0.16	0.0022				0.005
24	0.16	0.0022				0.005
24	0.15	0.0021				0.005
MEAN=	0.16	SD=	0.01	RSD=	6.3%	0.005
25	0.24	0.0032				0.007
25	0.23	0.0032				0.006
25	0.21	0.0029				0.006
MEAN=	0.23	SD=	0.02	RSD=	8.7%	0.006
26	0.19	0.0026				0.005
26	0.18	0.0025				0.006
26	0.20	0.0027				0.005
MEAN=	0.19	SD=	0.01	RSD=	5.3%	0.005
27	0.21	0.0029				0.006
27	0.21	0.0029				0.006
27	0.22	0.0031				0.006
MEAN=	0.21	SD=	0.01	RSD=	4.8%	0.006
28	0.23	0.0032				0.006
28	0.21	0.0029				0.006
28	0.21	0.0029				0.006
MEAN=	0.22	SD=	0.01	RSD=	4.5%	0.006
29	0.19	0.0026				0.005
29	0.18	0.0025				0.005
29	0.17	0.0023				0.005
MEAN=	0.18	SD=	0.01	RSD=	5.8%	0.005
30	0.24	0.0032				0.007
30	0.25	0.0033				0.007
30	0.25	0.0034				0.007
MEAN=	0.25	SD=	0.01	RSD=	4.0%	0.007
31	0.33	0.0045				0.009
31	0.31	0.0043				0.008
31	0.30	0.0040				0.008
MEAN=	0.31	SD=	0.02	RSD=	6.5%	0.008
32	0.28	0.0038				0.008
32	0.29	0.0040				0.008
32	0.30	0.0041				0.009
MEAN=	0.29	SD=	0.01	RSD=	5.4%	0.009
33	0.30	0.0041				0.009
33	0.32	0.0043				0.009
33	0.31	0.0043				0.008
MEAN=	0.31	SD=	0.01	RSD=	5.2%	0.008
34	0.16	0.0022				0.005
34	0.15	0.0021				0.005
34	0.16	0.0022				0.005
MEAN=	0.16	SD=	0.01	RSD=	6.3%	0.005
35	0.18	0.0025				0.006
35	0.19	0.0026				0.006
35	0.20	0.0027				0.006
MEAN=	0.19	SD=	0.01	RSD=	5.3%	0.006
36	0.20	0.0027				0.006
36	0.20	0.0027				0.006
36	0.23	0.0032				0.006
MEAN=	0.21	SD=	0.02	RSD=	9.5%	0.006
37	0.48	0.0066				0.014
37	0.49	0.0067				0.014
37	0.49	0.0066				0.014
MEAN=	0.49	SD=	0.01	RSD=	2.0%	0.014
38	0.56	0.0077				0.015
38	0.53	0.0073				0.015
38	0.53	0.0072				0.015
MEAN=	0.54	SD=	0.02	RSD=	3.7%	0.015
39	0.66	0.0090				0.018
39	0.64	0.0087				0.017
39	0.65	0.0089				0.017
MEAN=	0.65	SD=	0.01	RSD=	1.5%	0.017
40	0.07	0.0010				0.002
40	0.07	0.0010				0.002
40	0.07	0.0010				0.002
MEAN=	0.07	SD=	0.00	RSD=	0.0%	0.002

39 MEAN= 0.65 SD= 0.0089 RSD= 1.5% 0.017  
 40 MEAN= 0.07 SD= 0.0010 RSD= 14.3% 0.002  
 40 MEAN= 0.07 SD= 0.0010 RSD= 14.3% 0.002  
 40 MEAN= 0.08 SD= 0.0012 RSD= 14.3% 0.003

HITACHI POLARIZED ZEEMAN ATOMIC ABSORPTION SPECTROPHOTOMETER

ELEMENT : Cd  
 DATE : 7.03.03  
 SAMPLE :  
 OPERATOR :  
 ATOMIZATION : FLAME  
 INSTRUMENTAL CONDITIONS  
 LAMP CURRENT : 7.5 mA  
 WAVELENGTH : 228.8 nm  
 SLIT : 1.3 nm  
 ATOMIZER : STD BURNER  
 OXIDANT : AIR  
 OXIDANT PRESSURE : 1.60 kg/cm2  
 FUEL : ( 9.5 l/min )  
 FUEL PRESSURE : 0.242  
 BURNER HEIGHT : ( 2.2 l/min )  
 : 7.5 mm

\*\*\*\*\* Cd RESULT TABLE \*\*\*\*\*

S.NO	CONC (PPM)	ABS	REFERENCE
BLANK	0.00	0.0000	0.004
BLANK	0.00	0.0000	0.004
BLANK	0.00	0.0004	0.003
BLANK	0.00	0.0004	-0.007
BLANK	0.00	-0.0011	-0.008
BLANK	0.00	0.0003	-0.009
STD 1	0.10	0.0041	-0.014
STD 1	0.10	0.0045	-0.015
STD 2	0.10	0.0041	-0.016
STD 2	0.20	0.0093	-0.020
STD 2	0.20	0.0097	-0.021
STD 3	0.40	0.0102	-0.022
STD 3	0.40	0.0204	-0.025
STD 3	0.40	0.0197	-0.024
STD 4	0.80	0.0193	-0.024
STD 4	0.80	0.0386	-0.020
STD 4	0.80	0.0394	-0.022
STD 5	1.60	0.0395	-0.022
STD 5	1.60	0.0754	-0.013
STD 5	1.60	0.0758	-0.011
STD 6	3.20	0.0770	-0.011
STD 6	3.20	0.1501	0.018
STD 6	3.20	0.1525	0.019
STD 6	3.20	0.1573	0.018
CORR. COEFF. = 1.0000			
1	0.02	0.0010	-0.002
1	0.00	0.0002	-0.003
1	0.02	0.0012	-0.003
MEAN=	0.01	0.0011	-0.003
2	0.01	0.0005	-0.005
2	-0.01	-0.0004	-0.005
2	0.01	0.0006	-0.005
MEAN=	0.00	0.0002	-0.005
3	-0.01	-0.0002	-0.005
3	0.00	0.0003	-0.005
3	0.02	0.0010	-0.006
MEAN=	0.00	0.0003	-0.006
4	-0.01	-0.0005	-0.006
4	0.00	0.0003	-0.006
4	-0.01	-0.0004	-0.006
MEAN=	-0.01	-0.0004	-0.006
5	0.02	0.0010	-0.007
5	0.02	0.0010	-0.006
5	0.01	0.0005	-0.005
MEAN=	0.02	0.0007	-0.005
6	0.00	0.0002	-0.003
6	0.00	0.0002	-0.003

3	0.01	-0.0003	-0.006
4	0.00	0.0003	-0.006
4	-0.01	-0.0004	-0.006
MEAN=	-0.01	SD= 0.01	RSD= 100.0%
5	0.02	0.0010	-0.007
5	0.02	0.0010	-0.006
5	0.01	0.0005	-0.006
MEAN=	0.02	SD= 0.01	RSD= 50.0%
6	0.00	0.0002	-0.006
6	0.00	0.0001	-0.006
6	0.01	0.0007	-0.006
MEAN=	0.00	SD= 0.01	RSD= 0.0%
7	-0.01	-0.0003	-0.008
7	0.00	0.0001	-0.008
7	0.00	-0.0001	-0.008
MEAN=	0.00	SD= 0.01	RSD= 0.0%
8	0.00	-0.0001	-0.009
8	0.00	0.0002	-0.010
8	0.00	-0.0001	-0.009
MEAN=	0.00	SD= 0.00	RSD= 0.0%
9	0.01	0.0004	-0.010
9	-0.01	-0.0003	-0.010
9	0.01	0.0007	-0.011
MEAN=	0.00	SD= 0.01	RSD= 0.0%
10	0.00	-0.0001	-0.010
10	-0.03	-0.0013	-0.009
10	0.01	0.0004	-0.010
MEAN=	-0.01	SD= 0.02	RSD= 200.0%
11	0.01	0.0008	-0.008
11	0.00	0.0001	-0.007
11	0.01	0.0005	-0.007
MEAN=	0.01	SD= 0.01	RSD= 100.0%
12	0.00	0.0000	-0.007
12	0.01	0.0004	-0.007
12	0.00	-0.0001	-0.007
MEAN=	0.00	SD= 0.01	RSD= 0.0%
13	0.01	0.0005	-0.007
13	-0.02	-0.0008	-0.006
13	0.02	0.0010	-0.007
MEAN=	0.00	SD= 0.02	RSD= 0.0%
14	-0.02	-0.0007	-0.006
14	0.01	0.0004	-0.006
14	0.01	0.0008	-0.007
MEAN=	0.00	SD= 0.02	RSD= 0.0%
15	-0.01	-0.0002	-0.006
15	0.00	0.0002	-0.006
15	0.01	0.0005	-0.006
MEAN=	0.00	SD= 0.01	RSD= 0.0%
16	0.01	0.0007	-0.006
16	-0.01	-0.0005	-0.006
16	-0.01	-0.0002	-0.006
MEAN=	0.00	SD= 0.01	RSD= 0.0%
17	0.00	0.0000	-0.008
17	-0.01	-0.0002	-0.009
17	0.01	0.0008	-0.010
MEAN=	0.00	SD= 0.01	RSD= 0.0%
18	-0.02	-0.0008	-0.012
18	0.00	0.0000	-0.011
18	0.01	0.0006	-0.012
MEAN=	0.00	SD= 0.02	RSD= 0.0%
19	0.00	0.0001	-0.005
19	0.01	0.0004	-0.009
19	0.01	0.0004	-0.008
MEAN=	0.01	SD= 0.01	RSD= 100.0%
20	0.02	0.0010	-0.009
20	0.00	0.0003	-0.007
20	-0.03	-0.0011	-0.007
MEAN=	0.00	SD= 0.03	RSD= 0.0%
21	0.01	0.0005	-0.006
21	0.02	0.0009	-0.007
21	0.02	0.0010	-0.006
MEAN=	0.02	SD= 0.01	RSD= 50.0%
22	0.00	0.0000	-0.006
22	0.01	0.0007	-0.006
22	-0.01	-0.0002	-0.005
MEAN=	0.00	SD= 0.01	RSD= 0.0%
23	0.00	0.0001	-0.005



## LAMPIRAN 4

KEPUTUSAN DIREKTUR JENDERAL PENGAWASAN OBAT DAN MAKANAN  
 NOMOR : 03725/B/SK/VII/89  
 TENTANG  
 BATAS MAKSIMUM CEMARAN LOGAM DALAM MAKANAN

- Menimbang : 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 Cemar Logam;
- c. bahwa sehubungan dengan hal tersebut diatas, perlu ditetapkan Keputusan Direktur Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan tentang Batas Maksimum Cemar Logam Dalam makanan.
- Mengingat : Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 329/Menkes/Per/-XII/76 tentang Produksi dan Peredaran Makanan.
- M E M U T U S K A N :
- Menetapkan :
- Pertama : Keputusan Direktur Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan tentang Batas Maksimum Cemar Logam Dalam Makanan.
- Kedua : Makanan yang diproduksi dan diedarkan harus memenuhi persyaratan tentang batas maksimum cemaran logam.
- Ketiga : Batas maksimum cemaran logam dalam makanan seperti tercantum pada Lampiran Keputusan ini.
- Keempat : 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.
- Kelima : 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

000

DRS. SLAMET SOESILO

-----  
 NIP. 140051341



# LAMPIRAN 4

LAMPIRAN SURAT KEPUTUSAN DIREKTUR JENDERAL  
 PENGAWASAN OBAT DAN MAKANAN  
 NOMOR : 03725/5/SK/VII/88  
 TENTANG  
 BATAS MAKSIMUM CEMARAN LOGAM DALAM MAKANAN

D.	K O M O D I T I	Arsen	Timbal	Tembaga	Seng	Timah	Raksa	KETERANGAN
		(As) mg/kg	(Pb) mg/kg	(Cu) mg/kg	(Zn) mg/kg	(Sn) mg/kg	(Hg) mg/kg	
	DUAH DAN HASIL OLAHNYA							
	1. Acar 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	0,2	0,3	5,0	5,0	40,0(250,0*)	0,03	Dihitung terhadap makanan yang siap dikonsumsi/dimakan
	4. Selai dan sejenisnya	1,0	1,5	30,0	40,0	40,0(250,0*)	-	
	5. Tomat dan hasil olahnya	1,0	1,0	50,0	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	
I.	COKLAT, KOPI, TEH							
	1. Coklat bubuk	1,0	2,0	50,0	40,0	40,0(250,0*)	0,03	Dihitung terhadap bahan yang sudah dikeringkan dan bebas lemak
	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	
I.	DAGING DAN HASIL OLAHNYA	1,0	2,0	20,0	40,0	40,0(250,0*)	0,03	
V.	GULA, MADU							
	1. Fruktosa	1,0	0,5	2,0	-	-	-	
	2. Gula pasir, Glukosa	1,0	2,0	2,0	40,0	40,0(250,0*)	0,03	

LAMPIRAN 4

No.	KOMODITI	Arsen (As) mg/kg	Timbal (Pb) mg/kg	Tembaga (Cu) mg/kg	Seng (Zn) mg/kg	Timah (Sn) mg/kg	Raksa (Hg) mg/kg	KETERANGAN
	3. Sirup	0,5	1,0	10,0	35,0	-	-	
	4. Madu	1,0	10,0	30,0	-	-	-	
VII.	IKAN DAN HASIL OLAHNYA	1,0	2,0	20,0	100,0	40,0(250,0*)	0,5	
VI.	MAKANAN BAYI DAN ANAK							
	1. Pengganti air susu ibu (ASU bayi)	0,1	0,3	5,0	40,0	40,0(250,0*)	0,03	Dihitung terhadap makanan yang siap dikonsumsi/diminum
	2. Makanan bayi dan anak	0,1	0,3	5,0	40,0	40,0(250,0*)	0,03	Dihitung terhadap makanan yang siap dikonsumsi
I.	MINYAK DAN LEMAK							
	1. Margarin	0,1	0,1	0,1	40,0	40,0(250,0*)	0,03	
	2. Minyak nabati yang diurnikan	0,1	0,1	0,1	40,0	40,0(250,0*)	0,05	
II.	MINUMAN RINGAN							
	1. Es lilin	0,5	1,0	20,0	-	-	-	
	2. Minuman ringan	0,1	0,2	2,0	5,0	40,0(250,0*)	-	
	MINUMAN KERAS	0,1	0,2	2,0	2,0	40,0(250,0*)	0,03	
	MINUMAN BUBUK	0,1	0,2	2,0	5,0	40,0(250,0*)	-	Dihitung terhadap makanan yang siap dikonsumsi/diminum
	REMPAH-REMPAH DAN BUNBU							
	1. Rempah-rempah bubuk	0,1	10,0	30,0	-	-	-	Dihitung terhadap bahan yang sudah dikeringkan

