



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**ANALISIS TEMBAGA, KADMIUM, DAN TIMBAL  
DALAM UDANG JERBUNG DAN UDANG PACET  
SECARA SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM**

**SKRIPSI**

**NENENG DEVY FEBRIYENI**

**0806364662**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**PROGRAM STUDI FARMASI**

**DEPOK**

**DESEMBER 2010**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**ANALISIS TEMBAGA, KADMIUM, DAN TIMBAL  
DALAM UDANG JERBUNG DAN UDANG PACET  
SECARA SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Farmasi**

**NENENG DEVY FEBRIYENI  
0806364662**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**PROGRAM STUDI FARMASI**

**DEPOK**

**DESEMBER 2010**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun  
dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Neneng Devy Febriyani

NPM : 0806364662

Tanda Tangan : 





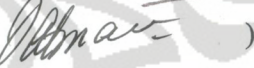
Tanggal : 30 Desember 2010

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :  
Nama : Neneng Devy Febriyani  
NPM : 0806364662  
Program Studi : Farmasi  
Judul Skripsi : Analisis Tembaga, Kadmium dan Timbal dalam  
Udang Jerbung dan Udang Pacet Secara Spektrofotometri  
Serapan Atom

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Farmasi pada program studi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Dra. Maryati Kurniadi, M.Si., Apt (  )  
Pembimbing II : Drs. Umar Mansur, M.Sc., Apt (  )  
Penguji I : Dr. Harmita, Apt (  )  
Penguji II : Dr. Hasan Rachmat, ~~M.S.~~ (  )  
Penguji III : Drs. Jahja A (  )

Ditetapkan di : Depok  
Tanggal : 30 Desember 2010



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi yang berjudul Analisis Tembaga, Kadmium, dan Timbal dalam Udang Jerbung dan Udang Pacet Secara Spektrofotometri Serapan Atom.

Dalam kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penelitian dan penyusunan skripsi ini, antara lain:

1. Ibu Prof. Dr. Yahdiana Harahap, MS, selaku Ketua Departemen Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
2. Ibu Dra. Maryati Kurniadi, Msi., Apt selaku pembimbing I yang telah memberikan banyak sekali bimbingan, bantuan, masukan, serta dukungan moril kepada penulis selama masa penelitian sampai selesai masa sidang. Jutaan rasa terima kasih penulis haturkan kepada Ibu.
3. Bapak Drs. Umar Mansur M.Sc., Apt selaku pembimbing II yang telah memberikan banyak sekali bimbingan, bantuan, serta masukan kepada penulis selama masa penelitian sampai selesai masa sidang. Jutaan rasa terima kasih penulis haturkan kepada Bapak.
4. Ibu Dr. Silvia Surini, M.Pharm.Sc. selaku Pembimbing Akademis.
5. Ayah yang akan selamanya menjadi panutan penulis. Ibu yang tanpa henti memberikan doa, dukungan dan motivasi yang sangat bermakna bagi penulis. Adik penulis, Reva, yang selalu memberikan semangat dan keceriaan. Semangat ini tidak pernah mati, terdedikasikan penuh untuk kalian, keluarga yang sangat penulis sayangi.
6. Sahabat dan seluruh pihak yang telah memberi dukungan yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu. Terima kasih banyak.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penelitian dan penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun sebagai proses penyempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Penulis  
2010



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Neneng Devy Febriyani  
NPM : 0806364662  
Program Studi : S1 Ekstensi Farmasi  
Departemen : Farmasi  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Jenis karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Analisis Tembaga, Kadmium, dan Timbal dalam Udang Jerbung dan Udang Pacet Secara Spektrofotometri Serapan Atom.

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 30 Desember 2010

Yang menyatakan



(Neneng Devy Febriyani)

vii

(Neneng Devy Febriyani)



## ABSTRAK

Nama : Neneng Devy Febriyani  
Program studi : Farmasi  
Judul : Analisis tembaga, kadmium, dan timbal dalam udang jerbung dan udang pacet secara spektrofotometri serapan atom

Perubahan lingkungan telah terjadi di Teluk Jakarta diakibatkan pencemaran oleh sampah dan banyaknya limbah industri yang semakin meningkat, namun dalam kondisi yang sedemikian tercemar masih ditemukan kenyataan lain bahwa beberapa jenis ikan, udang, kerang masih dapat ditemui di teluk Jakarta yang masih banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk menetapkan kadar tembaga, kadmium, dan timbal yang menyemari udang jerbung dan udang pacet dan untuk mengetahui apakah kandungan ketiga logam tersebut masih dalam batas aman untuk dikonsumsi masyarakat. Preparasi awal dilakukan dengan mencuci udang, pisahkan bagian badan, kulit, dan kepala, lalu keringkan dalam oven pada suhu  $60^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam, setelah kering blender hingga menjadi serbuk. lalu destruksi dengan  $\text{HNO}_3$  65% di atas lempeng pemanas dalam lemari asam. Diperoleh rata-rata kadar tembaga dalam badan, kulit, kepala udang jerbung dan udang pacet dalam sampel (bobot basah) yang diteliti berturut-turut adalah  $1,07 \pm 0,05$ ;  $2,23 \pm 0,08$ ;  $4,30 \pm 0,29$ ;  $5,28 \pm 0,13$ ;  $4,26 \pm 0,21$ ; dan  $11,86 \pm 0,38$  mg/kg. Rata-rata kadar kadmium dalam badan, kulit, kepala udang jerbung dan udang pacet dalam sampel (bobot basah) yang diteliti berturut-turut adalah  $1,01 \pm 0,05$ ;  $0,69 \pm 0,02$ ;  $0,83 \pm 0,11$ ;  $0,61 \pm 0,02$ ;  $0,64 \pm 0,06$ ;  $0,80 \pm 0,03$  mg/kg. Rata-rata kadar timbal dalam badan, kulit, kepala udang jerbung dan udang pacet dalam sampel (bobot basah) yang diteliti berturut-turut adalah  $0,21 \pm 0,00$ ;  $0,48 \pm 0,01$ ;  $1,17 \pm 0,00$ ;  $0,56 \pm 0,00$ ;  $0,82 \pm 0,00$ ;  $0,67 \pm 0,00$  mg/kg. Dari hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa tembaga, kadmium, dan timbal terdeteksi pada seluruh sampel dan masih dalam batas aman dikonsumsi berdasarkan maksimum kadar tembaga, kadmium, dan timbal yang telah ditetapkan Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia yaitu sebesar 20,0 mg/kg, 1,0 mg/kg, dan 2,0 mg/kg.

Kata kunci : udang jerbung, udang pacet, krustasea, kadmium, SSA, Tembaga, timbal  
xv+ 94halaman : 14 gambar; 52 tabel; 9 lampiran  
Daftar acuan : 39 (1973-2010)



## ABSTRACT

Nama : Neneng Devy Febriyani  
Program study : Pharmacy  
Title : Analysis of copper, cadmium and lead in the white prawn and giant tiger prawn by atomic absorption spectrophotometry

Environmental changes have occurred in Jakarta Bay pollution caused by sewage and industrial waste that increase, but in polluted conditions are still found in other fact that some species of fish, prawn, shellfish can still be found in the bay of Jakarta which is still widely consumed by the public. This study aims to determine the level of copper, cadmium, and lead contaminating white prawn and giant tiger prawn and to determine whether the contents of the the metals are still within safe limits for public consumption. Initial preparation is done by washing the prawn, lifting of the body, skin and the head, then dry in the oven at 60 ° C for 24 hours, after that blending until fine powder, and destruction with 65% HNO<sub>3</sub> on hot plate. Provided that the average contents of copper in the body, skin, head of white prawn and giant tiger prawn (wet weight) in research in a row is 1.07 ± 0.05, 2.23 ± 0.08, 4.30 ± 0, 29, 5.28 ± 0.13, 4.26 ± 0.21 and 11,86 ± 0.38 mg / kg. The average contents of cadmium in the body, skin heads of white prawn and giant tiger prawn (wet weight) in research in a row is 1.01 ± 0.05, 0.69 ± 0.02, 0.83 ± 0, 11, 0.61 ± 0.02, 0.64 ± 0.06, 0.80 ± 0.03 mg / kg. The average content of lead in the body, skin heads of white prawn and giant tiger prawn (wet weight) in research in a row is 0.21 ± 0.00, 0.48 ± 0.01, 1.17 ± 0, 00, 0.56 ± 0.00, 0.82 ± 0.00, 0.67 ± 0.00 mg / kg. The results showed that copper, cadmium and lead were detected in all samples and were within safe limits based on levels of copper, cadmium and lead which were established by the Directorate General of drugs and food quality control of the Ministry of health of the Republic of Indonesia, by 20,0 mg / kg, 1,0 mg / kg and 2,0 mg / kg.

Keywords : white prawn, giant tiger prawn, crustaceae AAS, cadmium, copper, lead

xv+ 94pages : 14 figures; 52 tables; 9 appendices

Bibliography : 39 (1973-2010)

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar belakang .....	1
1.2 Ruang lingkup .....	2
1.3 Metode penelitian .....	2
1.4 Tujuan penelitian .....	2
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1 Udang .....	4
2.2 Logam berat .....	6
2.3 Kontaminan logam berat dalam air di Teluk Jakarta .....	8
2.4 Logam Kadmium .....	9
2.5 Logam Tembaga .....	10
2.6 Logam Timbal .....	11
2.7 Preparasi Sampel .....	11
2.8 Spektrofotometer Serapan Atom .....	12
2.9 Validasi Metode .....	16
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN .....</b>	<b>19</b>
3.1 Bahan .....	19
3.2 Alat .....	19
3.3 Cara kerja .....	19
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>26</b>
4.1 Pembuatan larutan standar .....	26
4.2 Validasi metode analisis .....	27
4.3 Penyiapan sampel .....	31
4.4 Penentuan kadar timbal, kadmium, dan tembaga dalam sampel .....	33

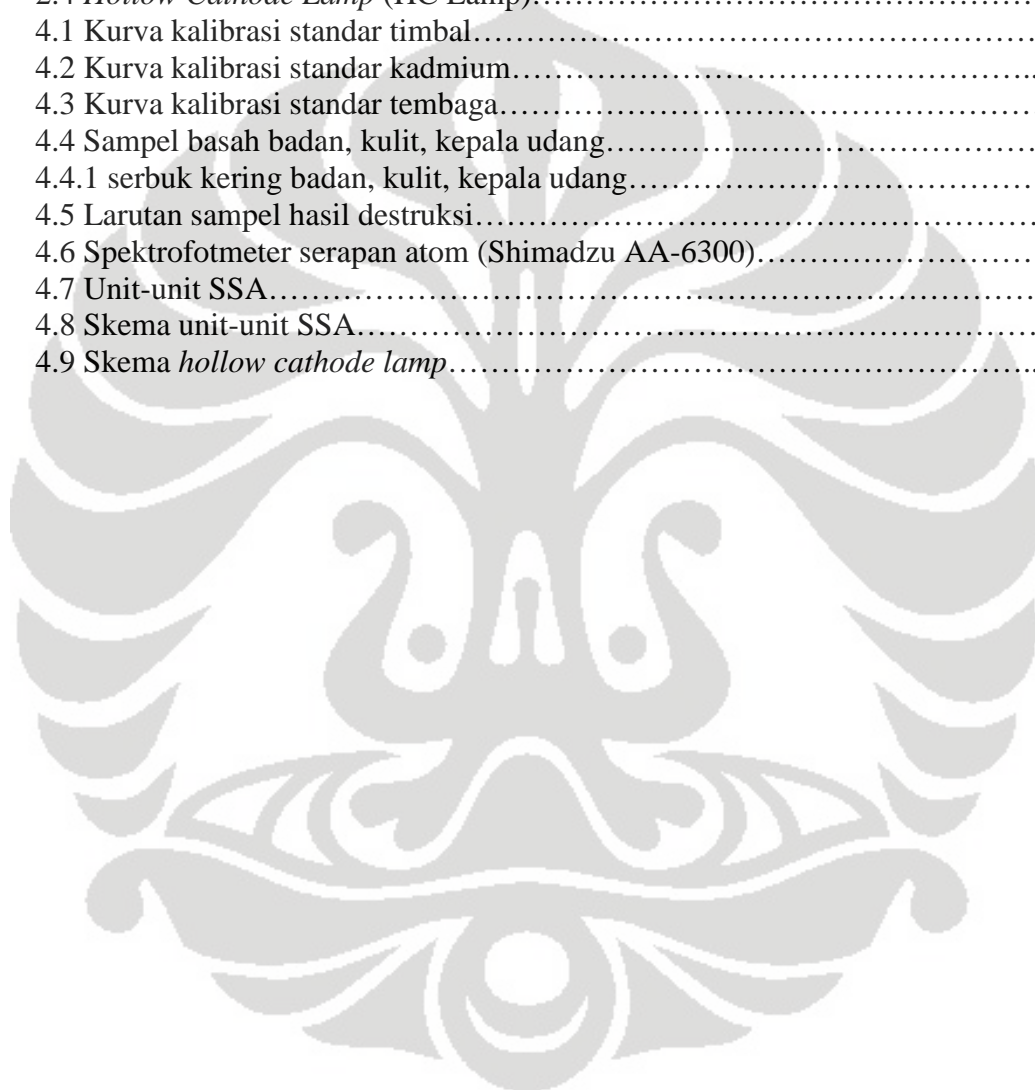
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>35</b>
<b>5.1 Kesimpulan.....</b>	<b>35</b>
<b>5.2 Saran.....</b>	<b>35</b>
<b>DAFTAR ACUAN.....</b>	<b>36</b>





## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Udang jerbung.....	5
2.2 Udang pacet.....	6
2.3 Diagram spektrofotometer serapan atom.....	13
2.4 <i>Hollow Cathode Lamp</i> (HC Lamp).....	15
4.1 Kurva kalibrasi standar timbal.....	40
4.2 Kurva kalibrasi standar kadmium.....	40
4.3 Kurva kalibrasi standar tembaga.....	41
4.4 Sampel basah badan, kulit, kepala udang.....	41
4.4.1 serbuk kering badan, kulit, kepala udang.....	42
4.5 Larutan sampel hasil destruksi.....	43
4.6 Spektrofotometer serapan atom (Shimadzu AA-6300).....	44
4.7 Unit-unit SSA.....	45
4.8 Skema unit-unit SSA.....	46
4.9 Skema <i>hollow cathode lamp</i> .....	46



## DAFTAR TABEL

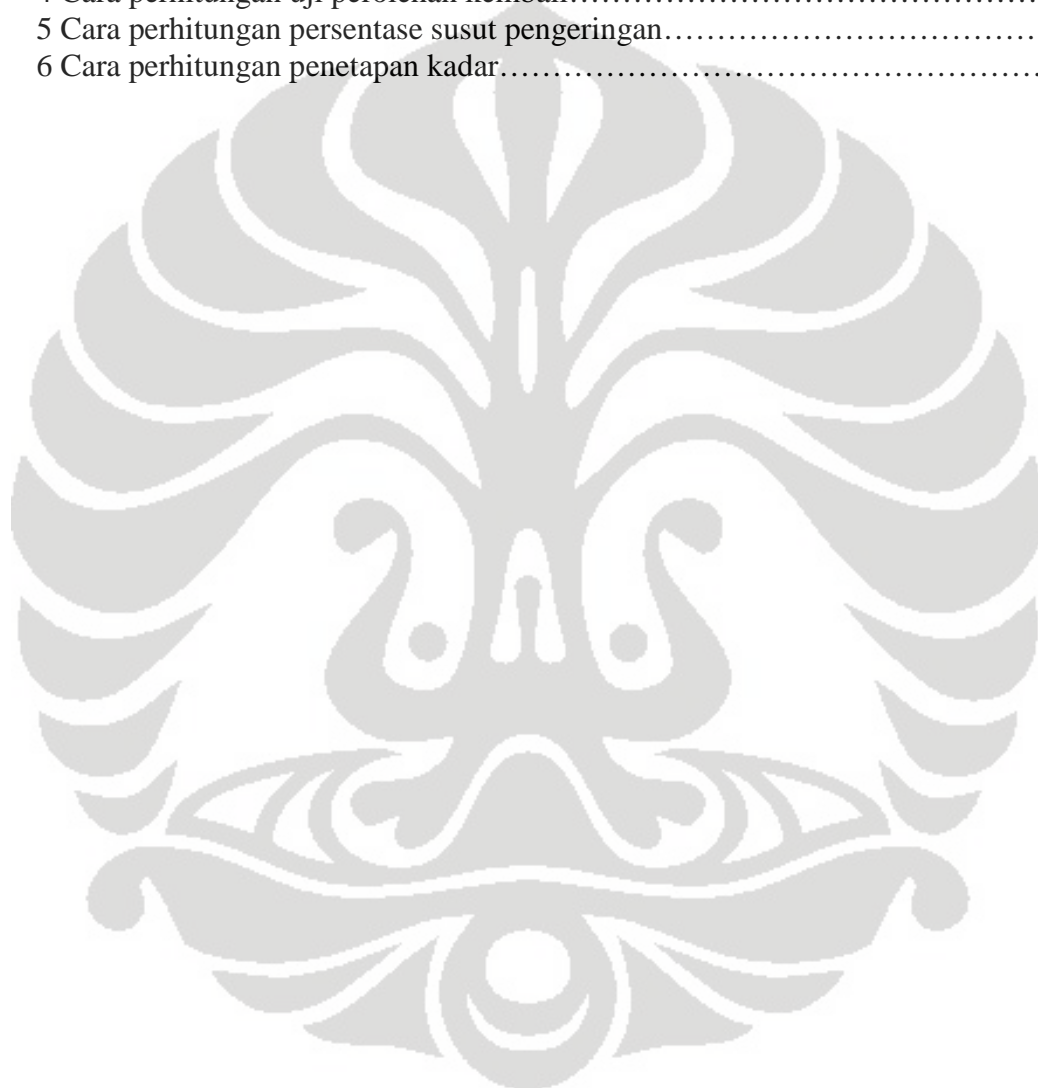
Tabel	Halaman
2.1 Konsentrasi logam berat di teluk Jakarta.....	8
2.2 Rentang kesalahan yang diizinkan pada setiap konsentrasi analit pada matriks .....	48
3.1 Ketentuan spektrofotometer serapan atom untuk timbal.....	49
3.2 Ketentuan spektrofotometer serapan atom untuk kadmium.....	49
3.3 Ketentuan spektrofotometer serapan atom untuk tembaga.....	49
4.1 Data serapan timbal.....	50
4.2 Data serapan kadmium.....	50
4.3 Data serapan tembaga.....	51
4.4 Hasil penentuan batas deteksi (LOD) dan batas kuantitasi (LOQ) timbal.....	52
4.5 Hasil penentuan batas deteksi (LOD) dan batas kuantitasi (LOQ) kadmium..	53
4.6 Hasil penentuan batas deteksi (LOD) dan batas kuantitasi (LOQ) tembaga....	54
4.7 Hasil uji presisi kadmium pada badan udang jerbung.....	55
4.8 Hasil uji presisi kadmium pada kulit udang jerbung.....	55
4.9 Hasil uji presisi kadmium pada kepala udang jerbung.....	56
4.10 Hasil uji presisi kadmium pada badan udang pacet.....	56
4.11 Hasil uji presisi kadmium pada kulit udang pacet.....	57
4.12 Hasil uji presisi kadmium pada kepala udang pacet.....	57
4.13 Hasil uji presisi tembaga pada badan udang jerbung.....	58
4.14 Hasil uji presisi tembaga pada kulit udang jerbung.....	58
4.15 Hasil uji presisi tembaga pada kepala udang jerbung.....	59
4.16 Hasil uji presisi tembaga pada badan udang pacet.....	59
4.17 Hasil uji presisi tembaga pada kulit udang pacet.....	60
4.18 Hasil uji presisi tembaga pada kepala udang pacet.....	60
4.19 Hasil uji presisi timbal pada badan udang jerbung.....	61
4.20 Hasil uji presisi timbal.pada kulit udang jerbung .....	61
4.21 Hasil uji presisi timbal pada kepala udang jerbung.....	62
4.22 Hasil uji presisi timbal pada badan udang pacet.....	62
4.23 Hasil uji presisi timbal pada kulit udang pacet .....	63
4.24 Hasil uji presisi timbal pada kepala udang pacet.....	63
4.25 Hasil uji perolehan kembali tembaga pada badan udang jerbung.....	64
4.26 Hasil uji perolehan kembali tembaga pada kulit udang jerbung.....	65
4.27 Hasil uji perolehan kembali tembaga pada kepala udang jerbung.....	66
4.28 Hasil uji perolehan kembali tembaga pada badan udang pacet.....	67
4.29 Hasil uji perolehan kembali tembaga pada kulit udang pacet.....	68
4.30 Hasil uji perolehan kembali tembaga pada kepala udang pacet.....	69
4.31 Hasil uji perolehan kembali kadmium pada badan udang jerbung.....	70
4.32 Hasil uji perolehan kembali kadmium pada kulit udang jerbung.....	71
4.33 Hasil uji perolehan kembali kadmium pada kepala udang jerbung.....	72
4.34 Hasil uji perolehan kembali kadmium pada badan udang pacet.....	73
4.35 Hasil uji perolehan kembali kadmium pada kulit udang pacet.....	74
4.36 Hasil uji perolehan kembali kadmium pada kepala udang pacet.....	75

4.37 Hasil uji perolehan kembali timbal pada badan udang jerbung.....	76
4.38 Hasil uji perolehan kembali timbal pada kulit udang jerbung.....	77
4.39 Hasil uji perolehan kembali timbal pada kepala udang jerbung.....	78
4.40 Hasil uji perolehan kembali timbal pada badan udang pacet.....	79
4.41 Hasil uji perolehan kembali timbal pada kulit udang pacet.....	81
4.42 Hasil uji perolehan kembali timbal pada kepala udang pacet.....	82
4.43 Hasil susut pengeringan sampel.....	84
4.44 Hasil penentuan kadar tembaga dalam Udang Jerbung dan Udang Pacet....	85
4.45 Hasil penentuan kadar kadmium dalam udang jerbung dan udang pacet.....	86
4.46 Hasil penentuan kadar timbal dalam udang jerbung dan udang pacet.....	87



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1 Cara memperoleh persamaan garis linier.....	89
2 Cara perhitungan batas deteksi dan batas kuantitasi.....	90
3 Cara perhitungan simpangan baku dan koefisien variasi.....	91
4 Cara perhitungan uji perolehan kembali.....	92
5 Cara perhitungan persentase susut pengeringan.....	93
6 Cara perhitungan penetapan kadar.....	94



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang

Berkembangnya Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) memacu terjadinya pencemaran lingkungan baik pencemaran air, tanah dan udara. Pencemaran air yang diakibatkan oleh dampak perkembangan industri harus dapat dikendalikan, karena bila tidak dilakukan sejak dini akan menimbulkan permasalahan yang serius bagi kelangsungan hidup manusia maupun alam sekitarnya.(Widowati,2008)

Dari hasil penelitian yang terdahulu menunjukkan bahwa telah terjadi perubahan lingkungan di sekitar teluk Jakarta, antara lain meningkatnya bahan pencemar, salah satunya adalah yang disebabkan oleh logam berat. Pencemaran logam-logam tersebut dapat mempengaruhi dan menyebabkan penyakit pada masyarakat, karena di dalam tubuh unsur yang berlebihan akan mengalami detoksifikasi sehingga membahayakan manusia.(Hutagalung,1982)

Logam berat umumnya bersifat racun terhadap mahluk hidup. Walaupun beberapa diantaranya diperlukan dalam jumlah kecil. Melalui berbagai perantara, seperti udara, makanan, maupun air yang terkontaminasi oleh logam berat, logam tersebut dapat terdistribusi ke bagian tubuh manusia dan sebagian akan terakumulasikan. Jika keadaan ini berlangsung terus-menerus, dalam jangka waktu lama dapat mencapai jumlah yang membahayakan kesehatan manusia.(Darmono, 1995)

Air sering tercemar oleh komponen-komponen anorganik antara lain berbagai logam berat yang berbahaya. Beberapa logam berat tersebut banyak yang digunakan dalam berbagai keperluan sehari-hari dan secara langsung maupun tidak langsung dapat mencemari lingkungan dan apabila sudah melebihi batas yang ditentukan berbahaya bagi kehidupan. Namun yang sering juga menjadi permasalahan adalah rendahnya kesadaran masyarakat sehingga seringkali



membuang limbah atau sampah ke sungai dan nantinya akan bermuara ke laut. (C, Supriyanto, 2007)

Namun demikian, dalam kondisi yang sedemikian tercemar, ditemukan kenyataan lain bahwa beberapa jenis ikan, udang, kerang masih dapat ditemui di teluk Jakarta. (Arifin, 2008) Biota akuatik merupakan bioindikator yang dapat digunakan untuk mengetahui besarnya pencemaran yang terjadi pada lingkungan tersebut.

Salah satu hal yang perlu dilakukan dalam pengendalian dan pemantauan dampak lingkungan adalah melakukan analisis unsur-unsur dalam biota akuatik tersebut. Oleh karena itu maka dipandang perlu melakukan suatu penelitian terhadap kandungan tembaga, kadmium, dan timbal dalam udang yang berasal dari teluk Jakarta yang di jual di Muara Angke menggunakan metode spektrofotometri serapan atom. Pemilihan metode ini karena mempunyai sensitifitas tinggi, mudah, murah, sederhana, dan cepat.

## **1.2 Ruang Lingkup**

Ruang lingkup penelitian kali ini adalah kimia farmasi.

## **1.3 Metode penelitian**

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental laboratorium.

## **1.4 Tujuan penelitian**

- a. Menetapkan kadar tembaga, kadmium, dan timbal yang menyemari udang jerbung dan udang pacet.

- b. Mengetahui apakah kandungan tembaga, kadmium, dan timbal dalam udang jerbung dan udang pacet masih dalam batas aman untuk dikonsumsi masyarakat.



## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Udang

Udang merupakan hewan air yang diklasifikasikan ke dalam filum Arthropoda, kelas Krustasea, dan bangsa dekapoda. Setiap udang kemudian dibagi ke dalam suku, marga dan jenis yang berbeda-beda. Siklus hidup mereka dimulai dari telur dan larva yang hidup sebagai plankton, namun setelah dewasa mereka tidak lagi sebagai plankton, tetapi berubah dengan hidup berenang bebas atau hidup di dasar laut. (Anugerah Nontji, 2006)

Tubuh udang terbagi dalam kepala (*chepalin*), dada (*thorax*), dan perut (*abdomen*). Kepala dan dada bergabung membentuk kepala-dada (*chepalotorax*). Kepalanya biasanya terdiri 5 ruas yang tergabung menjadi satu. Mereka mempunyai dua pasang antena, sepasang rahang, dan dua pasang maksila. (Kasijan Romimoharto dan Sri Juwana., 2001). Bagian kepala beratnya kurang lebih 36-49%, bagian daging antara 24-41%, dan kulit sebesar 17-23% dari total berat badan. Komposisi kimia tubuh udang meliputi air (71,5- 79,5%), protein (16-22%), lemak (23%), kalsium (0,0542%), Magnesium (0,421%), dan asam amino esensial yang penting bagi tubuh. (Sri Purwaningsih, 2000).

Udang juga dibedakan menurut tempat hidupnya, yaitu udang laut dan udang darat. Untuk udang laut terbagi atas udang laut dangkal dan udang laut dalam, yang terbagi atas beberapa divisi yaitu *carridea*, *penaeidea* dan *lobster*. Habitat yang paling disukai dari udang ini adalah dasar perairan yang terdiri dari pasir campur lumpur halus. (Badan Riset Kelautan dan Perikanan Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia, 2009)

Koleksi udang di perairan teluk Jakarta dilakukan di daerah pantai, dari penelitian sebelumnya, ditemukan sebanyak 17 suku meliputi 65 marga dan 120 jenis, beberapa jenis tersebut antara lain *penaeus merguensis* (udang jerbung/



udang putih) dan *penaeus monodon* (udang pacet/ udang windu) (Lembaga Oseanologi Nasional LIPI, 1990)

Dalam penelitian ini, udang yang digunakan sebagai sampel adalah udang jerbung (*Penaeus merguensis*) dan udang pacet (*Penaeus monodon*).

### 2.1.1 Udang Jerbung (*Penaeus merguensis*)

Kerajaan : Animalia  
Filum : Arthropoda  
Kelas : Krustasea  
Sub Kelas : Malakostraka  
Ordo : Dekapoda  
Famili : Penaeidae  
Marga : Penaeus  
Jenis : *Penaeus merguensis*

(Kasijan Romimoharto dan Sri Juwana., 2001)

Udang jerbung disebut juga udang peci atau udang putih. Ciri-cirinya antara lain kulitnya tipis dan licin, warna putih kekuningan dengan bintik hijau dan ada yang berwarna kuning kemerahan.



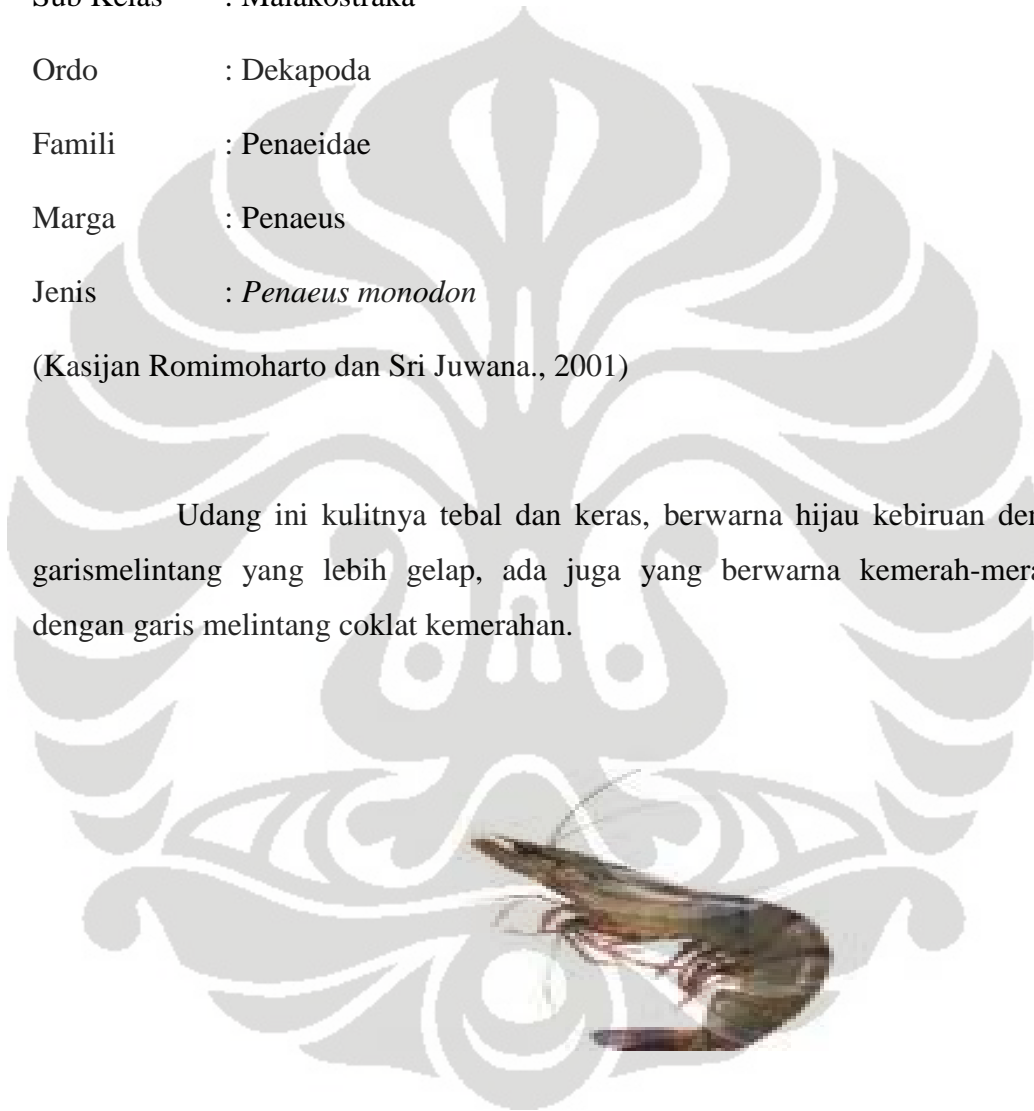
Gambar 2.1 Udang Jerbung atau udang peci

### 2.1.2 Udang Pacet ( *Penaeus monodon* )

Kerajaan : Animalia  
Filum : Arthropoda  
Kelas : Krustasea  
Sub Kelas : Malakostraka  
Ordo : Dekapoda  
Famili : Penaeidae  
Marga : Penaeus  
Jenis : *Penaeus monodon*

(Kasijan Romimoharto dan Sri Juwana., 2001)

Udang ini kulitnya tebal dan keras, berwarna hijau kebiruan dengan garismelintang yang lebih gelap, ada juga yang berwarna kemerah-merahan dengan garis melintang coklat kemerahan.



Gambar 2.2 Udang Pacet

## 2.2 Logam Berat

Logam berasal dari kerak bumi yang mengandung bahan-bahan murni, organik, dan anorganik. Logam merupakan bahan pertama yang dikenal oleh

manusia dan digunakan sebagai alat-alat yang berperan penting dalam sejarah peradaban manusia. (Darmono, 2001)

Berdasarkan densitasnya, logam dapat dibagi atas dua golongan, yaitu golongan logam ringan dan logam berat. Logam berat adalah unsur yang mempunyai densitas lebih besar dari  $5 \text{ g/cm}^3$ , dan mempunyai nomor atom 22 sampai 92 yang terletak pada periode III sampai VII dalam susunan berkala.

Pesatnya pembangunan dan penggunaan berbagai bahan baku logam bisa berdampak negatif, yaitu munculnya kasus pencemaran yang melebihi batas sehingga mengakibatkan kerugian dan meresahkan masyarakat yang tinggal di sekitar daerah perindustrian maupun masyarakat pengguna produk industri tersebut. Hal itu terjadi karena sangat besarnya resiko terpapar logam berat maupun logam transisi yang bersifat toksik dalam dosis atau konsentrasi tertentu.

Di Indonesia, pencemaran logam berat cenderung meningkat sejalan dengan meningkatnya proses industrialisasi. Pencemaran logam berat dalam lingkungan bisa menimbulkan bahaya bagi kesehatan, baik pada manusia, hewan, tumbuhan, maupun lingkungan. Polutan logam mencemari lingkungan, baik di lingkungan udara, air, dan tanah yang berasal dari proses alami dan kegiatan industri. (Widowati, 2008)

Logam dan mineral lainnya hampir selalu ditemukan dalam air laut dan air tawar, walaupun jumlahnya sangat terbatas. Beberapa macam logam biasanya dominan daripada logam lainnya, dalam air, hal ini sangat tergantung pada asal sumber air (air tanah dan air sungai). Selain itu, jenis air juga mempengaruhi kandungan logam di dalamnya (air tawar, air payau, dan air laut). Untuk air laut, kandungan logamnya juga berbeda-beda, biasanya di daerah pantai memiliki kandungan logam lebih tinggi dari pada daerah laut lepas. (Darmono, 1995). Logam berat yang akan diidentifikasi adalah kadmium (Cd), tembaga (Cu) dan timbal (Pb). Logam berat Cd, Cu, dan Pb masuk dalam kategori limbah bahan beracun dan berbahaya (B3), sehingga apabila dosisnya

melebihi normal dapat mengakibatkan keracunan. Anak-anak merupakan golongan yang mendapatkan efek yang tinggi dari keracunan logam berat .

### 2.3. Kontaminan Logam Berat dalam Air di Teluk Jakarta

Pertumbuhan daerah pemukiman dan industri, tanpa perencanaan yg baik telah memperburuk kondisi lingkungan. Banyaknya buangan limbah industri dan domestik, memperburuk kondisi muara dan pesisir teluk Jakarta. Di perairan teluk Jakarta terjadi peningkatan konsentrasi logam berat(Arifin,2008). Perairan dengan jarak 3-5 km dari garis pantai dapat dikategorikan sangat besar dengan tingkat cemaran logam (Pb, Cu, dan Cd) yang tinggi.(Aziz, 2008)

Konsentrasi logam berat dalam air di Teluk Jakarta dipersepsikan sudah melampaui ambang batas yang telah ditetapkan. Sampai awal tahun 1990-an, konsentrasi logam terlarut umumnya relatif rendah, kecuali pada daerah-daerah muara sungai antara lain Muara Angke, Muara Kamal, dan Cilincing. Di Muara Angke dan Muara Kamal variasi logam Cd berkisar antara 0,5-196 ppb. Pada tahun 2000-an, konsentrasi terlarut tidak mengalami kecenderungan penurunan yang nyata yaitu antara kisaran 3,0-80,28 ppb. Konsentrasi logam Pb, Cu, Cd sangat membahayakan tidak saja bagi ketersediaan sumber daya laut, namun juga bagi manusia yang mengkonsumsinya. Tingginya konsentrasi logam-logam tersebut menunjukkan lemahnya upaya pengelolaan limbah industri.

Tabel 2.1. Konsentrasi logam berat di teluk Jakarta(Aziz,2008)

Lokasi Penelitian	Jumlah titik pengambilan	Jenis Logam	Rentang konsentrasi (ppm)	Tahun Penelitian	Referensi
Teluk Jakarta	13	Pb Cd Cu	79,50- 176,50 0,90-2,66 7,2-53,9	1990, Juni, November	Hutagalung (1994)
Teluk Jakarta	23	Pb	2,65-42,91	2003, Juli	Arifin <i>et al.</i>

		Cd	0,04-0,50		(2003)
		Cu	8,62- 186,75		
Teluk Jakarta	23	Pb	3,23-57,76	2004,	Susianingsih
		Cd	0,01-0,28	Januari	(2005)
		Cu	4,79-76,78		

#### 2.4 Logam kadmium

Kadmium (Cd) adalah logam berwarna putih perak, lunak, mengkilap tidak larut dalam basa, mudah bereaksi. Memiliki titik leleh 321°C dan titik didih 765° C. Kadmium terutama terdapat dalam kerak bumi bersama dengan seng (Zn). Kadmium (Cd) yang terdapat di dalam lingkungan pada kadar yang rendah berasal dari kegiatan penambangan seng (Zn), timbal (Pb), dan kobalt (Co) serta tembaga (Cu). Sementara dalam kadar tinggi, kadmium berasal dari emisi industri antara lain dari hasil sampingan penambangan, peleburan seng (Zn), dan timbal (Pb).

Kadmium di atmosfer berasal dari pertambangan/ pengolahan bahan tambang, peleburan, pabrik pewarna, pabrik baterai, dan *electroplating* (Ganiswara, 1995). Kadmium di tanah berasal dari endapan atmosfer, debu, air limbah tambang, pupuk limbah lumpur, pupuk fosfat, dan pestisida, sedangkan kadmium di perairan berasal dari endapan atmosfer, debu, air limbah tambang, air proses limbah, dan limbah cair industri. (Widowati, 2008)

Kadmium memberi daya rangsang muntah sehingga tak banyak yang tertinggal atau terabsorpsi dalam tubuh. Jika dalam jumlah yang cukup telah terabsorpsi secara sistemik dapat terjadi toksik. Gejala yang timbul adalah rasa tercekik, mual berat, mual, muntah, diare, sakit perut, sakit kepala, pening, pandangan kabur, vertigo, sakit kepala, kejang otot. Dapat menyebabkan kematian dalam waktu 24 jam setelah *shock* karena kehilangan cairan, atau dapat tertunda 7-14 hari dan berakibat kegagalan ginjal akut atau depresi *cardiopulmonary*, jika



korban sembuh dapat terjadi kerusakan hati atau ginjal. Sedangkan melalui proses inhalasi gejala awal yang timbul meliputi iritasi ringan pada saluran pernafasan bagian atas, *rhinitis*, rasa konstiksi pada kerongkongan, rasa logam pada mulut dan batuk, sedangkan pada periode laten antara 1-10 jam akan terjadi gejala *dyspnea*, *cyanosis*, mual, muntah, kesukaran bernafas, terasa sakit di dada, dan yang lebih berat lagi adalah gejala fibrosis paru dan hipertropi bronkus.

Maksimum kadar yang diizinkan oleh Direktorat Jendral Pengawasan Obat dan Makanan Departemen Kesehatan Republik Indonesia yaitu sebesar 1,0 mg/kg (Kumpulan peraturan, 1998)

## **2.5 Logam Tembaga (Cu)**

Tembaga termasuk golongan logam, berwarna merah, serta mudah berubah bentuk. Memiliki titik leleh 1083°C dan titik didih 2595°C (Windholz, 1976). Tembaga dipakai sebagai logam murni atau logam campuran dalam pabrik kawat, pelapis logam, pipa, dan lain-lain (Aztiani, 2010).

Dari berbagai limbah, limbah yang paling banyak mengandung logam berat adalah limbah industri. Tembaga tidak bisa diuraikan di alam sehingga akan diakumulasi dalam tanaman dan hewan melalui tanah. Cu dapat pula mencemari perairan, bahan ini berasal dari pelapukan pipa air minum dan kontaminan alamiah dari hasil pelapukan batuan yang dilewati oleh air dalam perjalanannya. Manusia biasa terpapar Cu melalui tanah, debu, makanan, serta minuman yang tercemar yang berasal dari pipa bocor pada penambangan Cu atau industri yang menghasilkan limbah Cu. Bila meminum air dengan kadar Cu yang lebih tinggi dari normal, akan mengakibatkan muntah, diare, kram perut, dan mual. Dan bila pemasukkannya sangat tinggi dapat mengakibatkan kerusakan liver dan ginjal, bahkan sampai kematian tubuh (Wijanto, 2005).

Maksimum kadar yang diizinkan oleh Direktorat Jendral Pengawasan Obat dan Makanan Departemen Kesehatan Republik Indonesia yaitu sebesar 20,0 mg/kg (Kumpulan peraturan, 1998)

## 2.6 Logam Timbal (Pb)

Timbal terdapat dimana-mana dalam lingkungan, karena terdapat dalam dan digunakan dalam industri. Memiliki titik leleh 327°C dan titik didih 1740°C (Windholz, 1976). Kira-kira 10% dari hasil tambang timbal digunakan untuk produksi Pb tetraetil, yang ditambahkan pada bensin sebanyak 1 mL/L bensin sebagai *antiknock*. Pengurangan kadar timbal dalam bensin dalam dasawarsa terakhir menyebabkan penurunan kadar timbal dalam darah manusia. Manusia terpapar timbal terutama dari makanan.

Gejala keracunan timbal pada orang dewasa meliputi pucat, sakit perut, konstipasi, muntah, anemia, dan sering terlihat adanya garis biru tepat di daerah gusi di atas gigi, sulit mengingat, konsentrasi menurun, dan kurang lancar bicara. Sedangkan, pada anak meliputi hilangnya nafsu makan, rasa sakit perut dan muntah, sulit berkata-kata, tidak ada keinginan untuk bermain, enselepati dan akhirnya koma. (Widowati, 2008)

Maksimum kadar yang diizinkan oleh Direktorat Jendral Pengawasan Obat dan Makanan Departemen Kesehatan Republik Indonesia yaitu sebesar 2,0 mg/kg (Kumpulan peraturan, 1998)

## 2.7. Preparasi Sampel

Matriks sampel yang akan dianalisis kandungan unsur logamnya terlebih dahulu harus mendapatkan perlakuan awal. Pada perlakuan awal ini, terjadi pemutusan ikatan unsur logam dengan komponen-komponen lain dalam matriks (disebut peristiwa perombakan atau destruksi) yang akan menghasilkan unsur-unsur logam dalam keadaan bebas sehingga dapat dianalisis dan menghasilkan data yang baik. Destruksi ini bertujuan untuk merubah sampel menjadi larutan yang dapat diukur. Larutan hasil destruksi ini selanjutnya dapat dianalisis, baik secara kualitatif ataupun kuantitatif. Analisis secara kuantitatif terhadap kandungan logam dalam sampel dapat dilakukan dengan metode spektrofotometri serapan atom. Ada dua metode destruksi, yaitu destruksi kering dan destruksi basah. Ada beberapa factor yang harus diperhatikan dalam memilih cara destruksi sampel, antara lain sifat matriks dan konstituen yang terkandung di

dalamnya, jenis logam yang dianalisis, dan metode yang digunakan untuk penentuannya.( Mulyani, 2007)

Cara yang umum digunakan dalam usaha menghilangkan senyawa organik tersebut adalah destruksi yang meliputi(Mulyani, 2007):

a. Cara destuksi kering.

Pada cara ini, oksidasi sampel dilakukan pada suhu yang tinggi (mencapai 550° C atau lebih) dengan oksigen murni atau oksigen dari udara sebagai oksidatornya. Proses yang terjadi dalam *dry ashing* ini meliputi penguapan air (100° C atau lebih), penguapan zat-zat yang mudah menguap sebagai produk reaksi *thermal cracking* dan oksidasi parsial (150-300° C atau lebih), dan oksidasi terhadap residu/zat-zat yang sukar menguap sampai seluruh bahan organik habis.

b. Cara destruksi basah

dimana oksidasi dilakukan pada suhu yang lebih rendah (100-200° C) dengan asam-asam pengoksidasi kuat sebagai oksidatornya seperti H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub>, HClO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, HF dan lain sebagainya.

## 2.8. Spektrofotometer Serapan Atom

Peristiwa serapan atom pertama kali diamati oleh Fraunhofer, ketika menelaah garis hitam pada spektrum matahari. Sedangkan, yang memanfaatkan prinsip serapan atom pada bidang analisis adalah seorang Australia bernama Alan Walsh di tahun 1955. Sebelumnya banyak ahli tergantung pada cara-cara spektrofotometri atau metode analisis spektrografi. Cara ini sulit dan memakan waktu, kemudian segera digantikan dengan spektroskopi serapan atom (SSA) atau *atomic absorption spectroscopy* (AAS). Dan metode ini sangat tepat untuk analisis zat pada konsentrasi rendah. Teknik ini mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan metode spektroskopi emisi konvensional. Metode serapan sangatlah spesifik. Logam-logam yang membentuk campuran kompleks dapat dianalisis dan selain itu tidak selalu diperlukan sumber energi yang besar .(Khopkar,2007)



### 2.8.1 Hukum Dasar SSA

Teknik analisis SSA berdasarkan pada penguraian molekul menjadi atom (atomisasi) dengan energi dari api atau arus listrik. Atom-atom mengalami transisi bila menyerap energi. Sebagian besar atom akan berada pada *ground state*, dan sebagian kecil (tergantung suhu) yang tereksitasi akan memancarkan cahaya dengan panjang gelombang yang khas untuk atom tersebut ketika kembali ke *ground state*. Detektor akan mendeteksi energi terpancar tersebut. (Harmita,2006).

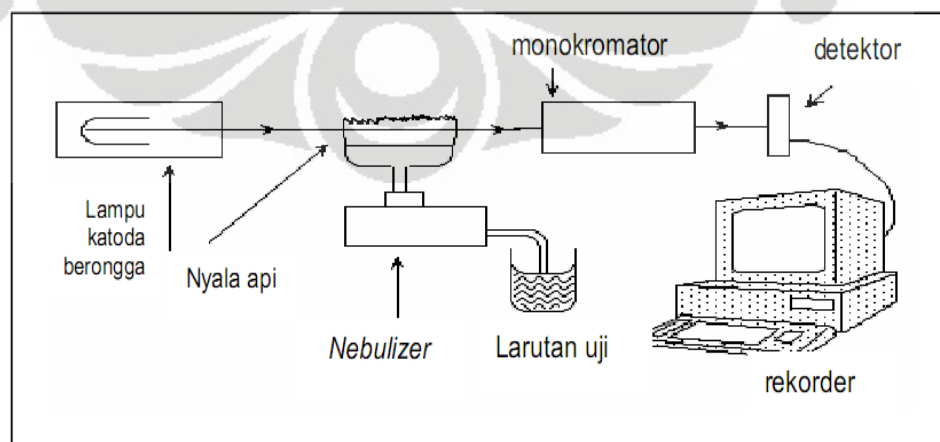
Suhu yang dicapai dengan api tergantung dari campuran gas yang dipakai, 2450° K jika menggunakan campuran udara-asetilen ( $C_2H_2$ ) dan 3200° K jika digunakan campuran  $N_2O-C_2H_2$ . Bahan yang dibakar dimasukkan ke dalam api dalam bentuk tetesan-tetesan kecil yang uniform dengan suatu *nebulizer*. Cara ini kurang efisien sebab banyak bahan yang tidak teratomisasi, tidak mencapai api karena tetesannya terlalu besar atau hanya sebentar di jalan cahaya. Pembakaran dengan listrik (*graphite furnace*) menghasilkan suhu yang lebih tinggi, hingga 6000° K dan lebih efisien dalam pemakaian bahan.

### 2.8.2 Instrumentasi

Terdiri dari :

#### 2.8.2.1 Spektrofotometer

Alat Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) atau *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) dapat dilihat pada Gambar 2.1 dibawah ini:



Gambar 2.3. Diagram Spektrofotometri Serapan Atom

Keterangan:

a. Monokromator

Monokromator dimaksudkan untuk memisahkan dan memilih panjang gelombang yang digunakan dalam analisis. Di samping sistem optik, dalam monokromator juga terdapat suatu alat yang digunakan untuk memisahkan radiasi resonansi dan kontinyu yang disebut *chopper*.

b. Detektor

Suatu alat yang mengubah energi radiasi menjadi isyarat listrik yang cocok untuk diamati serta digunakan untuk mengukur intensitas cahaya yang melalui tempat pengamatan. Biasanya digunakan tabung penggandaan foton (*photomultiplier tube*). Ada dua cara yang dapat digunakan dalam sistem deteksi, yaitu cara yang memberikan respon terhadap radiasi resonansi dan radiasi kontinyu, serta cara yang hanya memberikan respon terhadap radiasi resonansi.

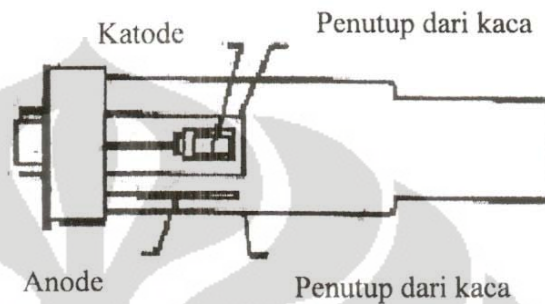
c. Rekorder

Sistem yang dapat menunjukkan besarnya syarat aliran listrik. Pencatatan hasil dilakukan dengan suatu alat yang telah dikalibrasi untuk pembacaan suatu transmisi atau absorpsi. Hasil pembacaan dapat berupa angka atau berupa kurva dari suatu rekorder yang menggambarkan absorbansi atau intensitas emis (Jeffrey,Basset,Mendham,Denney,1989; BSN,2009).

### 2.8.2.2 Sumber cahaya

Sumber cahaya yang paling populer adalah *hollow cathode lamp* (HC Lamp). HCL ini terbuat dari kaca yang berbentuk silinder. Anoda terbuat dari tungsten. Bagian lampu mengandung gas inert, argon atau neon dibawah kondisi vakum (100-200 Pa). Voltase yang biasa diterapkan diantara elektrode berkisar 300 V, dengan 1-50mA. Inert gas akan terionisasi dan aliran ion positif dari gas akan dipercepat menuju katoda. Energi-energi yang berbenturan cukup untuk menyebabkan beberapa atom dalam katoda berubah menjadi atom-atom gas yang

dihasilkan oleh suatu proses yang disebut *sputtering*. Atom ini selanjutnya akan tereksitasi karena adanya tabrakan dengan elektron dan ion yang kemudian akan memancarkan panjang gelombang spesifiknya. Beberapa HCL terdiri dari multi elemen, katodenya mengandung beberapa logam.



Gambar 2.4. *Hollow Cathode Lamp (HC Lamp)*

### 2.8.2.3 Alat atomisasi (*atomizer unit*)

*Atomizer* adalah tempat dimana analit teratomisasi, berupanya, tabung *graphite*, atau tabung *quartz*. Unit *atomizer* sebagai tambahan *atomizer*, semua pemasangan diperlukan untuk operasi, sebagai contoh pembakar dengan *nebulizer* dan gas pensuplai, atau *graphite furnace* dengan *power supply*. Bagian *atomizer* yang melewati pengukur sinar radiasi dihubungkan dengan volume absorpsi dan volume observasi.

Fungsi *atomizer unit* adalah menghasilkan sebanyak mungkin atom bebas pada *ground state* dan mempertahankan volume absorpsi selama mungkin. Distribusi atom harus sebisa mungkin homogen dalam volume absorpsi agar sesuai dengan kebutuhan hukum Lambert-Beer. Jalannya atomisasi, seperti transfer sampel, khususnya analit, ke dalam bentuk atom bebas pada fase gas, adalah proses yang penting dalam analisis dengan SSA. Keberhasilan atau kegagalan pemisahan tergantung pada cara atomisasi. Sensitivitas pemisahan

berkaitan langsung dengan derajat atomisasi dan waktu tinggal analit atom pada volume absorpsi. Akhirnya, gangguan yang tidak dikenal pada SSA tidak hanya mempengaruhi jumlah analit atom yang dihasilkan, juga secara absolut persatuan waktu, atau distribusi ruangnya dalam *atomizer*.

Kriteria yang paling penting dalam pemilihan *atomizer* yang sesuai untuk analisis ditentukan dengan konsentrasi analit dalam sampel analisis, jumlah analit yang ada, dan bentuk sampel (padat, larutan). Teknik *furnace* memperlihatkan sensitivitas yang lebih baik dari nyala. Kriteria penting lainnya adalah sifat analit itu sendiri, pertimbangan *atomizer* bermacam-macam pada kesesuaiannya untuk mengatomisasi analit secara individual sebagai hasil temperatur dan reaksi kimia pada berbagai tipe *atomizer*. (Khopkar,2007; Harmita,2006; Jeffrey,Basset,Mendham,Denney,1989)

## **2.9. Validasi Metode**

Validasi metode analisis adalah suatu tindakan penilaian terhadap parameter tertentu, berdasarkan percobaan laborototium, untuk membuktikan bahwa parameter tersebut memenuhi persyaratan untuk penggunaannya.

### **2.9.1 Kecermatan (*accuracy*)**

Kecermatan adalah ukuran yang menunjukkan derajat kedekatan hasil analisis dengan kadar analit yang sebenarnya. Kecermatan dinyatakan sebagai persen perolehan kembali (*recovery*) analit yang ditambahkan. Kecermatan ditentukan dengan dua cara yaitu :

1. Cara absolut
2. Cara adisi

Syarat akurasi adalah 80-120%. Rentang kesalahan pada analit dapat dilihat pada tabel 2.2



### **2.9.2. Keseksamaan (*precision*)**

Keseksamaan adalah ukuran yang menunjukkan derajat kesesuaian antara hasil uji individual, diukur melalui penyebaran hasil individual dari rata-rata jika prosedur diterapkan secara berulang pada sampel-sampel yang diambil dari campuran yang homogen. Keseksamaan diukur sebagai simpangan baku atau simpangan baku relative (koefisien variasi). Kriteria seksama diberikan jika metode memberikan simpangan baku relatif atau koefisien variasi 2% atau kurang.

Akan tetapi kriteria ini sangat fleksibel tergantung pada konsentrasi analit yang diperiksa, jumlah sampel, dan kondisi laboratorium. Dari penelitian dijumpai bahwa koefisien variasi meningkat dengan menurunnya kadar analit yang dianalisis. Ditemukan bahwa koefisien variasi meningkat seiring dengan menurunnya konsentrasi analit. Pada kadar 1% atau lebih, standar deviasi relatif antara laboratorium adalah sekitar 2,5% ada satu per seribu adalah 5%. Pada kadar satu per sejuta (ppm) RSDnya adalah 16% dan pada kadar part per bilion (ppb) adalah 32%. Pada metode yang sangat kritis diterima bahwa RSD harus lebih dari 2%.

### **2.9.3. Selektivitas (*Spesifitas*)**

Selektivitas atau spesifisitas suatu metode adalah kemampuan yang hanya mengukur zat tertentu saja secara cermat dan seksama dengan adanya komponen lain yang mungkin ada dalam matriks sampel. Selektivitas seringkali dapat dinyatakan sebagai derajat penyimpangan (*degree of bias*) metode yang dilakukan terhadap sampel yang mengandung bahan yang ditambahkan berupa cemaran, hasil urai, senyawa sejenis, senyawa asing lainnya, dan dibandingkan dengan terhadap hasil analisis sampel yang tidak mengandung bahan lain yang ditambahkan.

### **2.9.4. Linearitas dan rentang**

Linearitas adalah kemampuan metode analisis yang memberikan respon yang secara langsung atau dengan bantuan transformasi matematika yang baik, proporsional terhadap konsentrasi analit dalam sampel. Rentang metode adalah

pernyataan batas terendah dan tertinggi analit yang sudah ditunjukkan dapat ditetapkan dengan kecermatan, keseksamaan, dan linearitas yang diterima.

#### **2.9.5. Batas deteksi dan batas kuantitas**

Batas deteksi adalah jumlah terkecil analit dalam sampel yang dideteksi yang masih memberikan respon signifikan dibandingkan dengan blanko. Batas kuantisasi merupakan parameter pada analisis renik dan diartikan sebagai kuantiasi terkecil analit dalam sampel yang masih dapat memenuhi kriteria cermat dan seksama.

#### **2.9.6. Ketangguhan metode (*Ruggedness*)**

Ketangguhan metode adalah derajat ketertiruan hasil uji yang diperoleh dari analisis sampel yang sama dalam berbagai kondisi uji normal, seperti laboratorium, analisis, instrumen, bahan pereaksi, suhu, hari yang berbeda, dan lain-lain. Ketangguhan biasanya dinyatakan sebagai tidak adanya pengaruh perbedaan operasi atau lingkungan kerja pada hasil uji. Ketangguhan metode merupakan ukuran ketertiruan pada kondisi optimasi normal antar lab dan antar analisis.

#### **2.9.7 Kekuatan (*Robustness*)**

Untuk memvalidasi kekuatan suatu metode perlu dibuat suatu perubahan metodologi yang kecil dan terus menerus dan mengevaluasi respon analitik dan efek pada presisi dan akurasi.

## **BAB 3**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Bahan**

Bahan yang digunakan adalah Udang pacet dan Udang jerbung, larutan standar timbal (II) nitrat ( $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ) (Merck), larutan standar kadmium (II) nitrat ( $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ ) (Merck), larutan standar tembaga (II) nitrat ( $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ ) (Merck), asam nitrat pekat ( $\text{HNO}_3$  65%) (Merck), dan aquadest bebas mineral (Brataco)

#### **3.2 Alat**

Alat yang digunakan adalah spektrofotometer serapan atom (Shimadzu AA-6300), lampu katoda berongga timbal, kadmium, dan tembaga, oven, timbangan analitik, batang penjepit, labu ukur, *beaker glass*, gelas ukur, pipet volume, mikro pipet (Socorex), pipet tetes, karet penghisap, batang pengaduk, lempeng pemanas (*hot plate*), cawan penguap, kertas saring Whatman no.41, botol vial, corong, botol semprot, masker, dan blender.

#### **3.3 Cara kerja**

##### **3.3.1 Pembuatan larutan standar**

###### **3.3.1.1 Larutan standar timbal**

Dari larutan timbal 1020 ppm, dipipet 1,0 mL ke dalam labu ukur 100,0 mL dan ditambahkan aquadest bebas mineral sampai volume tanda batas sehingga diperoleh konsentrasi larutan 10,20 ppm. Dari larutan 10,20 ppm dipipet 1,0 ml ke dalam labu ukur 100,0 ml dan ditambahkan aquadest bebas mineral sampai volume tanda batas sehingga diperoleh konsentrasi larutan 1,02 ppm. Dari larutan 1,02 ppm dipipet masing-masing 5,0;10,0;20,0;30,0;50,0 ml ke labu ukur 100,0 ml sehingga didapat konsentrasi 51,0;102,0;204,0;306,0;408,0;510,0 ppb( Badan Standardisasi Nasional, 2006)

### **3.3.1.2 Larutan standar kadmium**

Dari larutan kadmium 1013 ppm, dipipet 1,0 mL ke dalam labu ukur 100,0 mL dan ditambahkan aquadest bebas mineral sampai volume tanda batas sehingga diperoleh konsentrasi larutan 10,13 ppm. Dari larutan 10,13 ppm, dipipet 10,0 mL ke dalam labu ukur 100,0 mL dan ditambahkan aquadest bebas mineral sampai volume tanda batas sehingga diperoleh konsentrasi larutan 1,013 ppm.

Kemudian dari larutan 1,013 ppm dipipet masing-masing 2,0; 10,0; 20,0; 100,0 mL dan pipet 15,0 ml; 20,0 ml ke dalam labu ukur 50,0 ml tambahkan aquadest bebas mineral sampai volume tanda batas sehingga diperoleh konsentrasi larutan 0,0171; 0,1009; 0,1994; 0,3013; 0,4054 ; 0,5959 ppm. (Badan Standardisasi Nasional, 2006)

### **3.3.1.3 Larutan standar tembaga**

Dari larutan standar tembaga 1014 ppm, dipipet 2,0 mL ke dalam labu ukur 100,0 mL dan ditambahkan aquadest bebas mineral sampai volume tanda batas sehingga diperoleh konsentrasi larutan 20,28 ppm. Dari larutan 20,28 ppm dipipet masing-masing 1,0; 4,0; 6,0; 10,0; 15,0 ke dalam labu ukur 100,0 mL dan 6,0 ml ke dalam labu ukur 50,0 ml, tambahkan aquadest bebas mineral sampai tanda batas sehingga diperoleh konsentrasi larutan 0,2043; 0,8183; 1,2098; 2,0438; 2,3747; 2,9843 ppm ( Badan Standardisasi Nasional, 2006)

## **3.3.2 Validasi metode analisis**

### **3.3.2.1 Pembuatan kurva kalibrasi dan pengujian linearitas**

Dibuat larutan standar timbal (51,0; 102,0; 204,0; 306,0; 408,0; dan 510,0 ppb), kadmium (0,0171; 0,1009; 0,1994; 0,3013; 0,4054; dan 0,5959 ppm), dan tembaga (0,2043; 0,8183; 1,2098; 2,0438; 2,3747; dan 2,9843 ppm). Masing-masing diukur dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom. Data serapan yang didapat kemudian diplot ke dalam sebuah kurv kalibrasi. Hasil plot



kemudian dihitung untuk didapatkan faktor-faktor kelinearan garis, yaitu  $r$  dan  $V_{x0}$ . Cara perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 1 (Harmita, 2006).

### 3.3.2.2 Penentuan batas deteksi (LOD) dan batas kuantitasi (LOQ)

Batas deteksi (LOD) dan batas kuantitasi (LOQ) dapat dihitung dengan metode statistik dari hasil kurva kalibrasi yang didapat. Cara perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 2 (Harmita, 2006).

### 3.3.2.3 Uji presisi dan uji akurasi

Cara kerja uji presisi dan uji akurasi dapat dilakukan melalui cara kerja yang sama. Hasil yang diperoleh dapat digunakan untuk menghitung presisi dan akurasi. Presisi dapat dilihat dengan menghitung koefisien variasi. Cara perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 3 (Harmita, 2006). Akurasi dinyatakan dengan uji perolehan kembali (UPK). Cara perolehan kembali yang digunakan adalah dengan metode adisi. Cara perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 4 (Harmita, 2004).

Pada uji perolehan kembali kadmium, larutan yang akan diuji dibagi menjadi tiga kelompok. Ditimbang  $\pm 0,5$  gram sampel dan tambahkan 10,0 mL  $\text{HNO}_3$  65% dalam *beker glass*. Kemudian, tambahkan dengan standar sehingga diperoleh konsentrasi akhir 0,0171; 0,3013; dan 0,5959 ppm. Larutan kelompok pertama ditambahkan 16,8  $\mu\text{L}$  dari larutan standar 10,13 ppm. Larutan kelompok kedua ditambahkan 298  $\mu\text{L}$  dari larutan standar 10,13 ppm. Larutan kelompok ketiga ditambahkan 589  $\mu\text{L}$  dari larutan standar 10,13 ppm. Kemudian, lakukan destruksi menggunakan lempeng pemanas (*hot plate*) dengan suhu yang tinggi hingga volume larutan  $\pm 10,0$  mL. Dinginkan dan pindahkan ke dalam labu ukur 10,0 mL. Kemudian, tambahkan aquadest bebas mineral sampai volume tanda batas. Saring larutan dan pindahkan ke dalam botol vial. Dibuat enam kali ulangan untuk masing-masing kelompok. Masing-masing larutan diukur dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom. Kemudian serapannya dicatat.

Pada uji perolehan kembali tembaga, larutan yang akan diuji dibagi menjadi tiga kelompok. Ditimbang  $\pm 0,5$  gram sampel dan tambahkan 10,0 mL HNO<sub>3</sub> 65% dalam beker glass. Kemudian, tambahkan dengan standar sehingga diperoleh konsentrasi akhir 0,2043; 2,0438; dan 2,9843 ppm. Larutan kelompok pertama ditambahkan 201,5  $\mu$ L dari larutan standar 10,14 ppm. Larutan kelompok kedua ditambahkan 2,1 mL dari larutan standar 10,14 ppm. Larutan kelompok ketiga ditambahkan 3 mL dari larutan standar 10,14 ppm. Kemudian, lakukan destruksi menggunakan lempeng pemanas (*hot plate*) dengan suhu yang tinggi hingga volume larutan  $\pm 10,0$  mL. Dinginkan dan pindahkan ke dalam labu ukur 10,0 mL. Kemudian, tambahkan aquadest bebas mineral sampai volume tanda batas. Saring larutan dan pindahkan ke dalam botol vial. Dibuat enam kali ulangan untuk masing-masing kelompok. Masing-masing larutan diukur dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom. Kemudian serapannya dicatat.

Pada uji perolehan kembali timbal, larutan yang akan diuji dibagi menjadi tiga kelompok. Ditimbang  $\pm 0,5$  gram sampel dan tambahkan 10,0 mL HNO<sub>3</sub> 65% dalam *beker glass*. Kemudian, tambahkan dengan standar sehingga diperoleh konsentrasi akhir 51,0; 306,0; dan 510,0 ppb. Larutan kelompok pertama ditambahkan 50,4  $\mu$ L dari larutan standar 10,20 ppm. Larutan kelompok kedua ditambahkan 302,4  $\mu$ L dari larutan standar 10,20 ppm. Larutan kelompok ketiga ditambahkan 504  $\mu$ L dari larutan standar 10,20ppm. Kemudian, lakukan destruksi menggunakan *hot plate* dengan suhu yang tinggi hingga volume larutan  $\pm 10,0$  mL. Dinginkan dan pindahkan ke dalam labu ukur 10,0 mL. Kemudian, tambahkan aquadest bebas mineral sampai volume tanda batas. Saring larutan dan pindahkan ke dalam botol vial. Dibuat enam kali ulangan untuk masing-masing kelompok. Masing-masing larutan diukur dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom. Kemudian serapannya dicatat.

### **3.3.3 Penyiapan sampel**

#### **3.3.3.1 Metode pengambilan sampel**

Sampel berupa udang jerbung dan udang pacet segar yang diambil dari muara angke Jakarta utara diambil udang yang berukuran seragam.

### 3.3.3.2 Perlakuan udang segar sebelum didestruksi

Seluruh sampel udang jerbung dan udang pacet dicuci terlebih dahulu, di pisahkan bagian kepala, kulit dan ekornya. Sampel udang yang akan diidentifikasi tembaga, kadmium, dan timbal dilumatkan/haluskan hingga homogen dan tempatkan homogenat dalam wadah *polystyrene* yang bersih dan tertutup. Jika sampel tidak langsung dianalisa, simpan sampel dalam *freezer* sampai saatnya untuk dianalisa. Pastikan sampel masih tetap homogen sebelum ditimbang jika terjadi pemisahan antara cairan dan sampel maka dilakukan blender ulang sebelum dilakukan analisa.

### 3.3.3.3 Tahap Pengeringan Produk Basah

Beri label pada cawan penguap, tutup separuh dari permukaan cawan penguap dengan Aluminium foil untuk mengurangi kontaminasi dari debu selama pengeringan, selanjutnya masukkan ke dalam oven pada suhu  $105^{\circ}\text{C}$  selama 2 jam. Setelah kering pindahkan cawan penguap ke desikator selama 30 menit, kemudian lakukan penimbangan dan catat. Masukkan sampel basah kedalam cawan penguap, kemudian timbang berat sampel basah dan cawan penguap. Tutup cawan penguap dengan Aluminium foil dan keringkan dalam oven selama 24 jam pada suhu  $60^{\circ}$  (Aditya Rahman, 2006). Setelah sampel menjadi kering, dinginkan dalam desikator selama 30 menit, lakukan penimbangan dan hitung kadar air.

### 3.3.3.4 Destruksi sampel

Metode destruksi yang digunakan untuk sampel udang adalah cara basah. timbang sampel serbuk sebanyak  $\pm 0,5$  gram timbang dengan cawan penguap, tambahkan  $\text{HNO}_3$  65% sebanyak 10 ml, panaskan diatas *hot plate*, biarkan hingga volume menyusut, dan larutan jernih. ( Aditya Rahman, 2006)

Setelah proses destruksi selesai, bejana didinginkan, sampai bejana memiliki suhu sama seperti suhu kamar. Lalu larutan hasil destruksi, disaring dengan kertas saring ke dalam labu ukur, kertas saring dibilas dengan aqua bebas

mineral. Cukupkan volume labu ukur dengan aqua bebas mineral hingga batas. Destruksi sampel dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan

### **3.3.4 Penentuan Kadar Kadmium, Timbal, dan Tembaga dalam sampel**

#### **3.3.4.1 Kadmium**

Pengukuran dimulai dengan pengukuran larutan standar yang telah dipersiapkan terlebih dahulu sehingga didapatkan kurva kalibrasi dari larutan standar 0,0171; 0,1009;0,1994; 0,3013; 0,4054 ;0,5959 ppm, kemudian dilanjutkan dengan pengukuran serapan sampel dan dimasukkan ke dalam persamaan kurva kalibrasi sehingga didapatkan kadarnya. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan spektrofotometri serapan atom (SSA). Ketentuan spektrofotometri serapan atom untuk kadmium dapat dilihat pada tabel 3.3.

#### **3.3.4.2 Timbal**

Pengukuran dimulai dengan pengukuran larutan standar yang telah dipersiapkan terlebih dahulu sehingga didapatkan kurva kalibrasi dari larutan standar 51,0 ;102,0 ;204,0; 306,0;408,0;510,0 ppb, kemudian dilanjutkan dengan pengukuran serapan sampel dan dimasukkan ke dalam persamaan kurva kalibrasi sehingga didapatkan kadarnya. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan spektrofotometri serapan atom (SSA). Ketentuan spektrofotometer serapan atom untuk timbal dapat dilihat pada tabel 3.2.

#### **3.3.4.3 Tembaga**

Pengukuran dimulai dengan pengukuran larutan standar yang telah dipersiapkan terlebih dahulu sehingga didapatkan kurva kalibrasi dari larutan standar 0,2043; 0,8183; 1,2098;2,0438;2,3747;2,9843 ppm kemudian dilanjutkan dengan pengukuran serapan sampel dan dimasukkan ke dalam persamaan kurva kalibrasi sehingga didapatkan kadarnya. Pengukuran dilakukan dengan



menggunakan spektrofotometri serapan atom (SSA). Ketentuan spektrofotometer serapan atom untuk tembaga dapat dilihat pada tabel 3.4.





## **BAB 4**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi dan menetapkan kadar cemaran tembaga (Cu), kadmium (Cd), dan timbal (Pb) dalam udang jerbung dan udang pacet, mengetahui apakah kandungan tembaga (Cu), kadmium (Cd), dan timbal (Pb) dalam udang jerbung dan udang pacet masih dalam batas aman untuk dikonsumsi masyarakat. Untuk keperluan penelitian ini diambil sampel berupa udang pacet dan udang jerbung yang masih segar yang diperoleh dari Muara Angke dan telah dicuci bersih menggunakan air. Kedua sampel udang yang digunakan kemudian dipisahkan antara kepala, kulit dan ekor. Pemilihan sampel tersebut berdasarkan jenis udang yang sering dikonsumsi masyarakat yaitu udang jerbung dan udang pacet.

Pemilihan metode spektrofotometri serapan atom (SSA) dalam menganalisis timbal, kadmium, dan tembaga dalam sampel adalah karena metode ini dapat digunakan untuk analisis kualitatif dan kuantitatif unsur-unsur logam dalam jumlah renik. Ada beberapa kelebihan dari metode SSA ini dibandingkan dengan spektrofotometer biasa yaitu spesifik, batas deteksi yang rendah dari larutan yang sama bisa mengukur unsur-unsur yang berlainan, pengukurannya langsung terhadap contoh, *output* dapat langsung dibaca, dan batas kadar penentuannya luas.

#### **4.1 Pembuatan larutan standar**

Dilakukan pengenceran menggunakan aquadest bebas mineral terhadap larutan standar timbal 1020 ppm, sehingga diperoleh tingkatan konsentrasi 51,0; 102,0; 204,0; 306,0; 408,0; dan 510,0 ppb. Dari larutan kadmium 1013 ppm, diperoleh konsentrasi larutan 0,0171; 0,1009; 0,1994; 0,3013; 0,4054 ; 0,5959 ppm. Dari larutan standar tembaga 1014 ppm, diperoleh konsentrasi larutan 0,2043; 0,8183; 1,2098; 2,0438; 2,3747; 2,9843 ppm

Rentang konsentrasi dalam pembuatan kurva kalibrasi disesuaikan sedemikian rupa sehingga konsentrasi logam dalam sampel yang diteliti berada dalam rentang tersebut. Larutan standar yang digunakan dalam kurva kalibrasi dan validasi metode menggunakan larutan induk 1000 ppm. Seluruh proses pembuatan larutan standar dilakukan dengan hati-hati karena timbal, kadmium, dan tembaga tergolong logam berat yang berbahaya bagi tubuh manusia. Diperlukan ketelitian yang cukup tinggi dalam hal pengenceran larutan standar karena konsentrasi yang diinginkan cukup kecil dalam analit yaitu ppm (*part per million*). Kurang teliti dalam membuat larutan standar akan mempengaruhi serapan yang dihasilkan.

## **4.2 Validasi metode analisis**

### **4.2.1 Pembuatan kurva kalibrasi dan pengujian linearitas**

Data serapan yang didapat untuk masing-masing logam kemudian diplot ke dalam sebuah kurva kalibrasi. Persamaan garis linier yang diperoleh untuk standar timbal adalah  $y = 0,0000184153x - 0,00048575$  dengan koefisien relasi ( $r$ ) adalah 0,9998. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada gambar 4.1 dan tabel 4.1. Persamaan garis linier yang diperoleh untuk standar kadmium adalah  $y = 0,57876x - 0,004831$  dengan koefisien relasi ( $r$ ) adalah 0,99999. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada gambar 4.2 dan tabel 4.2. Persamaan garis linier yang diperoleh untuk standar tembaga adalah  $y = 0,15067916x + 0,0227797358$  dengan koefisien relasi ( $r$ ) adalah 0,9998. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada gambar 4.3 dan tabel 4.3

Validasi metode analisis dilakukan bertujuan untuk memastikan dan mengkonfirmasi bahwa metode analisis tersebut sudah sesuai untuk peruntukannya. Pada penelitian ini dilakukan beberapa parameter validasi metode analisis. Parameter validasi yang pertama dilakukan adalah pembuatan kurva kalibrasi dan pengujian linearitas. Kurva kalibrasi dibuat dengan tujuan untuk mengetahui kelinieran antara konsentrasi analit dengan serapan yang dihasilkan. Linearitas merupakan kemampuan suatu metode untuk memperoleh hasil-hasil uji yang secara langsung proporsional dengan konsentrasi analit pada

kisaran yang diberikan. Linearitas suatu metode merupakan ukuran seberapa baik kurva kalibrasi yang menghubungkan antara respon ( $y$ ) dan konsentrasi ( $x$ ) dengan persamaan  $y = a + bx$ . Hubungan linier yang ideal dicapai jika nilai  $b = 0$  dan  $r = +1$  atau  $r = -1$  bergantung pada arah garis. Sedangkan nilai  $a$  menunjukkan kepekaan analisis terutama instrumen yang digunakan (Harmita, 2006). Rentang konsentrasi larutan standar yang dipakai dalam pembuatan kurva kalibrasi, dibuat penulis sedemikian rupa sehingga konsentrasi timbal, kadmium, dan logam dalam sampel dapat terukur pada rentang konsentrasi larutan standar yang dibuat. Pada enam buah larutan standar timbal, kadmium, dan tembaga dihasilkan nilai  $r$  berturut-turut 0,9998; 0,9999; dan 0,9998. Nilai  $r$  menunjukkan hasil yang baik karena mendekati 1. Hal ini menginformasikan bahwa terdapat hubungan yang proporsional antara respon analitik (serapan) dengan konsentrasi yang diukur. Cara perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 1

#### **4.2.2 Penentuan batas deteksi (LOD) dan batas kuantitasi (LOQ)**

Batas deteksi (LOD) dan batas kuantitasi (LOQ) timbal berturut-turut yaitu 9,96 ppb dan 33,21 ppb. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.4. Batas deteksi (LOD) dan batas kuantitasi (LOQ) kadmium berturut-turut yaitu 1,44 ppb dan 4,81 ppb. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.5. Batas deteksi (LOD) dan batas kuantitasi (LOQ) tembaga berturut-turut yaitu 65,94 ppb dan 219,78 ppb. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.6.

Dari kurva kalibrasi dapat pula ditentukan batas deteksi (LOD) dan batas kuantitas (LOQ) dengan perhitungan matematis. Batas deteksi (LOD) adalah jumlah terkecil analit dalam sampel yang dideteksi yang masih memberikan respon signifikan dibandingkan dengan blanko. Batas kuantisasi (LOQ) merupakan parameter pada analisis renik dan diartikan sebagai kuantiasi terkecil analit dalam sampel yang masih dapat memenuhi kriteria cermat dan seksama. Cara perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 2.

### 4.2.3 Uji Presisi

Uji presisi ditentukan dengan nilai koefisien variasi. Koefisien variasi untuk tembaga pada masing-masing sampel dengan penambahan konsentrasi 0,2043; 2,0438; 2,9843 ppm, memberikan hasil yang berada pada rentang 0,16-5,27 %. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.13-4.18. Koefisien variasi kadmium pada masing-masing sampel dengan penambahan konsentrasi 0,0171;0,3013;0,5959 ppm memberikan hasil yang berada pada rentang 0,70-9,84%. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.7-4.12. Koefisien variasi timbal pada masing-masing sampel dengan penambahan konsentrasi 51,0; 306,0; 510,0 ppb memberikan hasil yang berada pada rentang 0,10-1,72%. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.19-4.24.

Presisi merupakan ukuran yang menunjukkan derajat kesesuaian antara hasil uji individual, diukur melalui penebaran hasil individual dari rata-rata jika prosedur diterapkan secara berulang pada sampel-sampel yang diambil dari campuran yang homogen. Pada uji presisi, dilakukan analisis terhadap tiga rentang konsentrasi, yaitu konsentrasi rendah, konsentrasi sedang, dan konsentrasi tinggi yang mewakili rentang kalibrasi yang terdapat dalam kurva kalibrasi. Untuk masing-masing rentang konsentrasi dilakukan pengulangan enam kali.

Presisi diukur sebagai simpangan baku atau simpangan baku relatif (koefisien variasi). Berdasarkan hasil yang diperoleh, masing-masing logam pada seluruh sampel yang diteliti memberikan nilai koefisien variasi kurang dari 16%. Hal ini menginformasikan bahwa sistem operasional alat dan analisis memiliki presisi yang baik terhadap metode dengan respon yang relatif konstan, sehingga hasil pengukuran memiliki nilai presisi yang memenuhi syarat yaitu kurang dari 16% untuk kadar yang kecil (ppm) dan zat yang diukur bukan zat murni. Namun hasil Koefisien Variasi yang didapat agak memiliki rentang yang agak berbeda mungkin dikarenakan, pengambilan udang oleh nelayan tidak hanya pada satu titik saja, dan pada saat dijual sudah tercampur antar satu dengan yang lain. Cara perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 3.



#### 4.2.4 Uji akurasi

Penentuan kecermatan atau akurasi ditentukan dengan uji perolehan kembali. Uji perolehan kembali untuk tembaga pada masing-masing sampel dengan penambahan konsentrasi 0,2043; 2,0438; 2,9843 ppm, memberikan hasil yang berada pada rentang 80,01-109,66 %. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.25-4.30. Uji perolehan kembali kadmium pada masing-masing sampel dengan penambahan konsentrasi 0,0171;0,3013;0,5959 ppm memberikan hasil yang berada pada rentang 81,14 -107,43%. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.31-4.36. Uji perolehan kembali timbal pada masing-masing sampel dengan penambahan konsentrasi 51,0; 306,0; 510,0 ppb memberikan hasil yang berada pada rentang 91,54-111,19%. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.37-4.42.

Pada uji akurasi, dilakukan analisis terhadap tiga rentang konsentrasi, yaitu konsentrasi rendah, konsentrasi sedang, dan konsentrasi tinggi yang mewakili rentang kalibrasi yang terdapat dalam kurva kalibrasi. Untuk masing-masing rentang konsentrasi dilakukan pengulangan enam kali.

Akurasi ditentukan dengan uji perolehan kembali (UPK) dengan metode adisi. UPK dengan metode adisi kurang akurat bila dibandingkan dengan metode absolut. Namun dalam penelitian kali ini tidak memungkinkan untuk melakukan UPK dengan metode absolut karena matriks timbal, kadmium, dan tembaga dalam seluruh sampel tidak diketahui dan tidak adanya blanko atau sampel udang plasebo yang tidak mengandung timbal, kadmium, dan tembaga sama sekali. Metode adisi merupakan metode penambahan standar dengan jumlah tertentu ke dalam sampel. Metode ini digunakan juga dalam uji presisi, namun dengan perhitungan parameter yang berbeda.

Untuk uji akurasi, serapan yang diperoleh kemudian dimasukkan ke dalam persamaan garis kurva kalibrasi dan didapatkan konsentrasi sampel yang ditambahkan dengan standar. Hasil tersebut dikurangi dengan konsentrasi sampel yang tidak ditambahkan dengan standar. Selisih yang didapat dibandingkan dengan konsentrasi standar yang ditambahkan ke dalam sampel.



Uji perolehan kembali dapat dilakukan pada seluruh sampel karena seluruh sampel memberikan hasil positif terhadap timbal, kadmium, dan tembaga. Hasil UPK yang didapat pada seluruh sampel berada pada rentang antara 80-120 % dan hasil akurasi memenuhi kriteria yang dipersyaratkan. Hasil UPK ini dapat diterima karena analit yang dianalisis mempunyai konsentrasi yang kecil. Hal ini dapat dilihat pada tabel 1.1. Cara perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 4.

### 4.3 Penyiapan sampel

Sampel udang jerbung dan udang pacet yang telah dicuci bersih menggunakan air, dipisahkan bagian badan, kulit, dan kepala (Gambar 4.4 ) kemudian dikeringkan dalam oven. Setelah proses pengeringan selesai, sampel dijadikan bubuk menggunakan blender (Gambar 4.4.1) . Sampel kemudian didestruksi dengan menggunakan lempeng pemanas (*hot plate*). Hasil destruksi dari sampel tersebut berupa larutan bening berwarna kuning yang dapat dilihat pada Gambar 4.6

Persentase susut pengeringan pada sampel badan, kulit, kepala udang jerbung dan udang pacet berturut-turut adalah 81,87; 75,70; 75,54; 80,49;76,40;76,26 %. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.43.

Sampel yang dipakai dalam penelitian kali ini diambil dari Muara Angke dan berasal dari satu pedagang. Kemudian, sampel dicuci bersih menggunakan air. Pengambilan sampel dari Muara Angke bertujuan agar sampel yang diperoleh merupakan representasi dari yang sering dikonsumsi oleh masyarakat, dikarenakan Muara Angke merupakan tempat pusat perdagangan semua bahan laut yang akan dijual di Jakarta dan sekitarnya, dan diduga kontaminasi di perairan ini yang semakin meningkat. Sumber pencemar utama yaitu berasal dari limbah industri. Adapun industri-industri yang terletak di sekitar Muara Angke yang limbahnya dapat mengandung logam tembaga, kadmium, timbale, meliputi industri logam, pertambangan, peralatan listrik, kabel, PLN, minyak, tekstil. Sampel yang diteliti berasal dari satu pedagang dengan harapan kadar logam

dalam satu macam sampel tidak berbeda signifikan. Diasumsikan bahwa sampel udang yang diperoleh berasal dari sumber penangkapan yang sama. Proses pencucian menggunakan air merupakan perlakuan yang biasa dilakukan oleh masyarakat sebelum mengolah udang tersebut sehingga diharapkan perlakuan terhadap sampel yang diteliti menyerupai kondisi sampel yang beredar di masyarakat.

Dilakukan penimbangan pada sampel basah dan sampel kering agar didapatkan persentase susut pengeringan. Perhitungan terhadap persentase susut pengeringan dilakukan agar didapatkan kadar logam dalam sampel basah. Batas kadar logam yang disyaratkan oleh Direktorat Jendral Pengawasan Obat dan Makanan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia merupakan kadar logam dalam sampel basah.

Kemudian, sampel kering dijadikan bubuk menggunakan blender untuk memudahkan proses penimbangan dan destruksi. Destruksi merupakan tahapan penting dalam analisis menggunakan spektrofotometer serapan atom. Dalam proses destruksi, bahan organik dalam sampel biologi dioksidasi menjadi CO<sub>2</sub> dan air sehingga meninggalkan residu anorganik yang mengandung unsur-unsur yang akan dianalisis. Cara oksidasi terpilih adalah cara oksidasi basah karena timbal dan kadmium tidak tahan pemanasan pada suhu tinggi. Pada suhu tinggi, kedua logam tersebut akan meleleh.

Proses destruksi dilakukan dengan menimbang  $\pm 0,5$  gram serbuk kering sampel, tambahkan 10,0 ml HNO<sub>3</sub> 65%, panaskan diatas *hot plate* dengan suhu 150°C (Aditya Rahman,2006). Indikator proses destruksi telah selesai dan sempurna dilakukan dapat dilihat dari larutan yang dihasilkan yaitu dalam keadaan terlarut dan jernih/bening. Dinginkan Larutan hasil destruksi hingga dingin dan asapnya menghilang.

Hasil destruksi berupa larutan bening berwarna kuning. Larutan hasil destruksi disaring secara kuantitatif terlebih dahulu menggunakan kertas saring. Penyaringan perlu dilakukan agar didapatkan larutan yang jernih sebelum proses pengukuran dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom.

#### 4.4 Penentuan kadar timbal, kadmium, dan tembaga dalam sampel

Penentuan kadar tembaga, kadmium, dan timbal dalam sampel menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) dilengkapi dengan unit-unit SSA dan *hollow cathode lamp* dapat dilihat pada Gambar 4.7, 4.8, 4.9 dan 4.10.

Rata-rata kadar tembaga dalam badan, kulit, kepala udang jerbung dan udang pacet dalam sampel (bobot kering) yang diteliti berturut-turut adalah  $5,88 \pm 0,26$ ;  $11,45 \pm 0,41$ ;  $17,51 \pm 0,95$ ;  $22,24 \pm 0,60$ ;  $17,51 \pm 0,88$ ;  $50,27 \pm 1,61$  mg/kg. Rata-rata kadar tembaga dalam badan, kulit, kepala udang jerbung dan udang pacet dalam sampel (bobot basah) yang diteliti berturut-turut adalah  $1,07 \pm 0,05$ ;  $2,23 \pm 0,08$ ;  $4,30 \pm 0,29$ ;  $5,28 \pm 0,13$ ;  $4,26 \pm 0,21$ ; dan  $11,86 \pm 0,38$  mg/kg. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.44.

Rata-rata kadar kadmium dalam badan, kulit, kepala udang jerbung dan udang pacet dalam sampel (bobot kering) yang diteliti berturut-turut adalah  $5,58 \pm 0,30$ ;  $3,54 \pm 0,12$ ;  $3,38 \pm 0,45$ ;  $2,58 \pm 0,10$ ;  $2,64 \pm 0,25$ ;  $3,37 \pm 0,11$  mg/kg. Rata-rata kadar kadmium dalam badan, kulit, kepala udang jerbung dan udang pacet dalam sampel (bobot basah) yang diteliti berturut-turut adalah  $1,01 \pm 0,05$ ;  $0,69 \pm 0,02$ ;  $0,83 \pm 0,11$ ;  $0,61 \pm 0,02$ ;  $0,64 \pm 0,06$ ;  $0,80 \pm 0,03$  mg/kg. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.45.

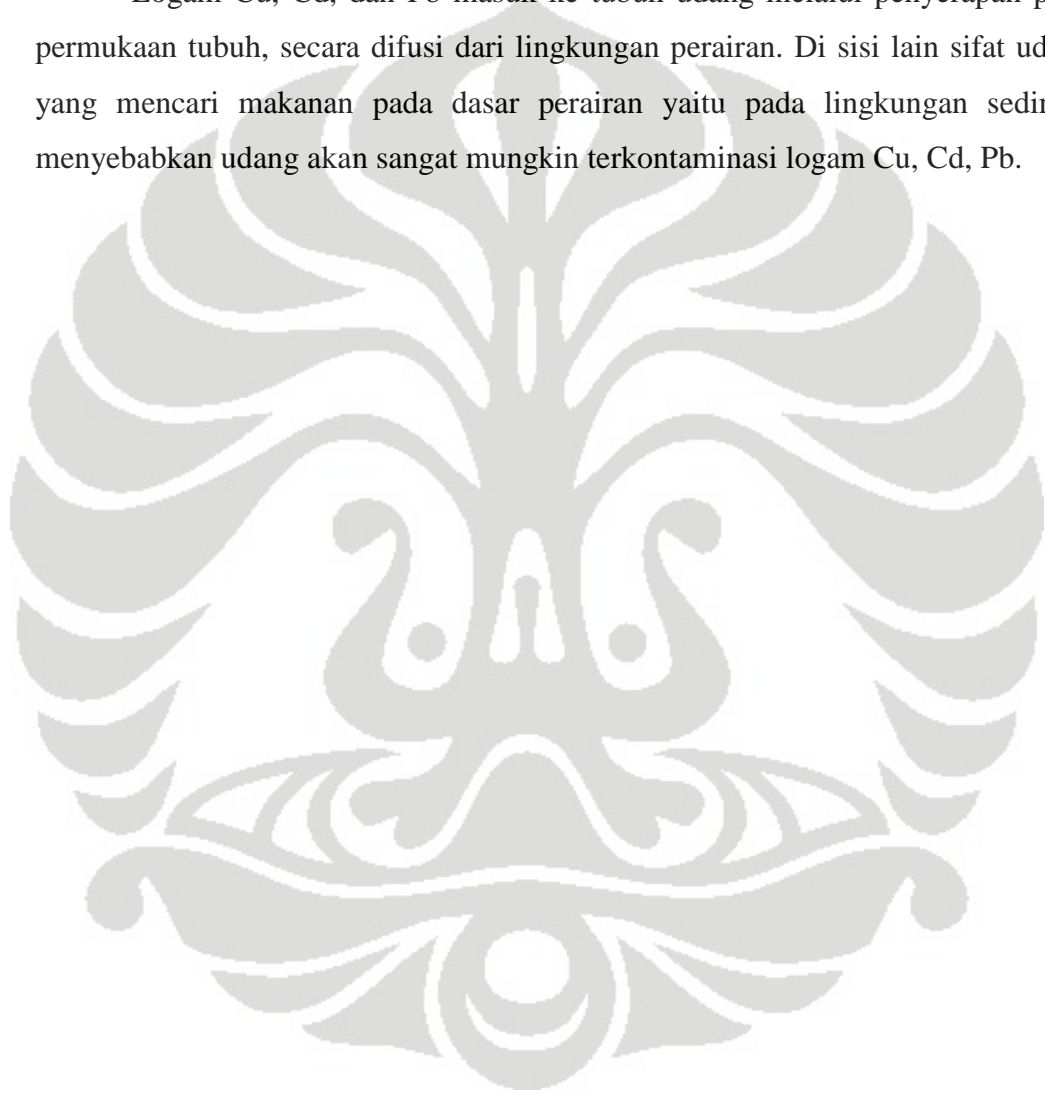
Rata-rata kadar timbal dalam badan, kulit, kepala udang jerbung dan udang pacet dalam sampel (bobot kering) yang diteliti berturut-turut adalah  $1,17 \pm 0,01$ ;  $2,44 \pm 0,05$ ;  $4,79 \pm 0,01$ ;  $2,36 \pm 0,01$ ;  $3,39 \pm 0,01$ ;  $2,85 \pm 0,01$  mg/kg. Rata-rata kadar timbal dalam badan, kulit, kepala udang jerbung dan udang pacet dalam sampel (bobot basah) yang diteliti berturut-turut adalah  $0,21 \pm 0,00$ ;  $0,48 \pm 0,01$ ;  $1,17 \pm 0,00$ ;  $0,56 \pm 0,00$ ;  $0,82 \pm 0,00$ ;  $0,67 \pm 0,00$  mg/kg. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.46.

Penentuan kadar timbal, kadmium, dan tembaga pada masing-masing sampel dilakukan triplo. Timbal, kadmium, dan tembaga terdeteksi pada seluruh sampel yang diteliti. Kadar timbal, kadmium, dan tembaga dalam seluruh sampel (bobot basah) yang diteliti masih dalam batas aman untuk dikonsumsi oleh masyarakat karena kadar timbal, kadmium dan tembaga tidak melebihi dari kadar yang disyaratkan Direktorat Jendral Pengawasan Obat dan Makanan Kementerian

Kesehatan Republik Indonesia yaitu sebesar berturut-turut 2,0 mg/kg, 1,0 mg/kg dan 20,0 mg/kg.

Kandungan logam pada kedua udang bersumber dari makanan dan lingkungan perairan yang sudah terkontaminasi oleh Cu, Cd, dan Pb . Kontaminasi makanan dan lingkungan perairan tidak terlepas dari aktivitas manusia di darat maupun di perairan.

Logam Cu, Cd, dan Pb masuk ke tubuh udang melalui penyerapan pada permukaan tubuh, secara difusi dari lingkungan perairan. Di sisi lain sifat udang yang mencari makanan pada dasar perairan yaitu pada lingkungan sedimen menyebabkan udang akan sangat mungkin terkontaminasi logam Cu, Cd, Pb.





## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 KESIMPULAN**

1. Cemaran tembaga, kadmium, dan timbal terdeteksi pada seluruh sampel yang diteliti.
2. Kadar tembaga, kadmium, dan timbal dalam seluruh sampel (bobot basah) yang diperoleh dari Muara Angke yaitu Rata-rata kadar tembaga dalam badan, kulit, kepala udang jerbung dan udang pacet dalam sampel (bobot basah) yang diteliti berturut-turut adalah  $1,07 \pm 0,05$ ;  $2,23 \pm 0,08$ ;  $4,30 \pm 0,29$ ;  $5,28 \pm 0,13$ ;  $4,26 \pm 0,21$ ; dan  $11,86 \pm 0,38$  mg/kg. Rata-rata kadar kadmium dalam badan, kulit, kepala udang jerbung dan udang pacet dalam sampel (bobot basah) yang diteliti berturut-turut adalah  $1,01 \pm 0,05$ ;  $0,69 \pm 0,02$ ;  $0,83 \pm 0,11$ ;  $0,61 \pm 0,02$ ;  $0,64 \pm 0,06$ ;  $0,80 \pm 0,03$  mg/kg. Rata-rata kadar timbal dalam badan, kulit, kepala udang jerbung dan udang pacet dalam sampel (bobot basah) yang diteliti berturut-turut adalah  $0,21 \pm 0,00$ ;  $0,48 \pm 0,01$ ;  $1,17 \pm 0,00$ ;  $0,56 \pm 0,00$ ;  $0,82 \pm 0,00$ ;  $0,67 \pm 0,00$  mg/kg. masih dalam batas aman untuk dikonsumsi oleh masyarakat karena kadar tembaga, kadmium dan timbal tidak melebihi dari kadar yang disyaratkan Direktorat Jendral Pengawasan Obat dan Makanan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia yaitu berturut-turut sebesar 20,0 mg/kg; 1,0 mg/kg dan 2,0 mg/kg

#### **5.2 SARAN**

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap kandungan logam berat pada biota laut seperti cumi-cumi, kepiting yang terdapat di perairan-perairan Indonesia.
2. Perlu adanya perbaikan pada cara pendestruksian sampel agar hasil yang di peroleh lebih akurat.



## DAFTAR ACUAN

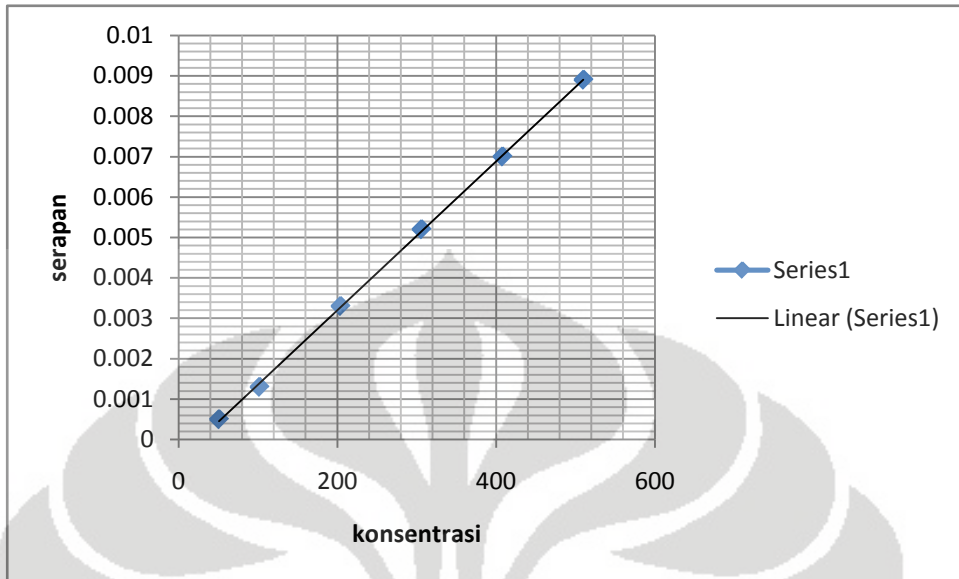
- Arifin, Zainal. (2008). *Kajian Kecenderungan Perubahan Kontaminan Logam Berat di Perairan Teluk Jakarta*. Jakarta : Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia Pusat Penelitian Oseanografi.
- Aziz,Aznan. (2008). *Kajian Perubahan Ekologis Perairan Teluk Jakarta*. Jakarta : Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia Pusat Penelitian Oseanografi.
- Aztiani , Dira. (2010). *Analisis Timbal, Kadmium, Dan Tembaga Dalam Hati Ayam Kampung Dan Broiler Secara Spektrofotometri Serapan Atom*. Depok: Departemen Farmasi FMIPA UI.
- B. Hary Murty, Kismono. (1985). *Perdagangan Udang Internasional*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Badan Riset Kelautan dan Perikanan. (2009). *Iptek Kelautan dan Perikanan Masa Kini*. Jakarta : Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Badan Standardisasi Nasional. (2006). SNI 01-2354.5-2006. *Cara Uji Kimia- Bagian 5 : Penentuan Kadar Logam Berat Kadmium (Cd) pada Produk Perikanan*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2006). SNI 01-2354.7-2006. *Cara Uji Kimia- Bagian 7 : Penentuan Kadar Logam Berat Timbal (Pb) pada Produk Perikanan*. Jakarta: BS
- Badan Standardisasi Nasional. (2009). SNI 6989.8:2009. *Air dan Limbah – Bagian 8: Cara Uji Timbal (Pb) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) – Nyala*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2009). SNI 6989.16:2009. *Air dan Limbah – Bagian 16: Cara Uji Kadmium (Cd) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) – Nyala*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2009). SNI 7387 :2009. *Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan*. Jakarta: BSN
- C, Supriyanto., Samin., Kamaal, Zainul.(2007) *Analisis Cemaran Logam Berat Pb, Cu, dan Cd pada Ikan Air Tawar dengan Metode Spektrometri Nyala Serapan Atom (SSA)*. Proceedings of Seminar Nasional III SDM Teknologi Nuklir. Yogyakarta, 21-22 November 2007.

- Darmono.(1995). *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Jakarta: UI-Press.
- Darmono. ( 2001). *Lingkungan Hidup dan Pencernaan: Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam*. Jakarta: UI-Press.
- Day, R.A.Jr., Underwood, A.L. (1986). *Analisis Kimia Kuantitatif Edisi Kelima*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Ganjar, Ibnu Gholib., Rohman, Abdul.(2007). *Kimia Farmasi Analisis*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Ganiswara, Sulistia G. (Ed.).(1995). *Farmakologi dan Terapi ed. 4*. Jakarta: Bagian Farmakologi Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- Hadie, Wartono., Lies Emmawati.(1996). *Budidaya Udang galah GIMacro di kolam irigasi, Sawah Tambak, Dan Tambak*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Hanson, M.W.(1973). *Official Standardized and Recomenanded Methodes of Analysis. Second Edition*. London: Heffers Plinters.
- Harmita.( 2004). *Petunjuk Pelaksanaan Validasi Metode Dan Cara Perhitungannya*. Depok: Departemen Farmasi FMIPA UI.
- Harmita. ( 2006). *Buku Ajar Analisis Fisikokimia*. Depok: Departemen Farmasi FMIPA UI.
- Hutagalung,H.P. (1982) . Pengamatan pendahuluan kandungan Pb dan Cd dalam air dan beberapa jenis hasil laut di Muara Angke, Teluk Jakarta.Oseanol di Indonesia 15: 1-10
- Jeffrey, G H., Basset, J., Mendham, J., Denney, RC., (1989). *Vogel's Textbook of Quantitative Chemical Analysis Fifth Edition*. England: Longman Scientific & Technical.
- Kementrian Kesehatan Republik Indonesia. (1998). *Kumpulan Peraturan Perundang-undangan di Bidang Makanan dan Minuman*. Jakarta : Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan.
- Khopkar, S.M. (2007). *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Diterjemahkan oleh A. Saptorahardjo. Jakarta: UI-Press.
- Kohar, Indrajati., Hartati, Poppy., Inge , Imelda. (2005). *Studi Kandungan Logam Pb Dalam Tanaman Kangkung Umur 3 Dan 6 Minggu Yang Ditanam Di Media Yang Mengandung Pb*. Makara Sains. 9: 56-59

- Lembaga Oseanologi Nasional. (1990). *Peta Sebaran Geografik Beberapa Biota Laut di Perairan Indonesia*. Jakarta : Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Mulyani, Oliviyanti. (2007). *Perbedaan destruksi basah dengan destruksi kering*. Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- Nontji, Anugerah. (1993). *Laut Nusantara*. Jakarta : Penerbit Djambatan.
- Nontji, Anugerah. (2006). *Tiada Kehidupan di Bumi Tanpa Keberadaan Plankton*. Jakarta : Pusat Penelitian Oseanografi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Nuhman. (2002). *Kandungan Kadmium Pada Udang Windu (*Penaeus monodon*) Hasil Budidaya Secara Intensif Dan Tradisional*. Surabaya : Neptunus Majalah Ilmiah Kelautan.
- Purwaningsih, Sri. (2000). *Teknologi Pembekuan Udang*. Depok: Penebar Swadaya.
- Rahman, Aditya. (2006). *Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Pada Beberapa Jenis Krustasea Di Pantai Batakan Dan Takisung Kabupaten Tanah Laut Kalimantan Selatan*. Bioscientiae 3 : 93-101.
- Romimohtarto, Kasijan., Juwana, Sri. (2001). *Biologi Laut*. Jakarta : Djambatan.
- Skalicka, Magdalena., Korenekova, Beata., Nad, Pavel., Makoova, Zuzana. (2002). *Cadmium Level in Poultry Meat*. Veterinarski Arhiv.
- Taylor, R. Larry., Papp, B. Richard., Pollard D. Bruce. (1994). *Instrumental Methods For Determining Elements*. New York : Wiley-VCH.
- Widowati, Wahyu., Sastiono, Astiana., Jusuf, Raymond. (2008). *Efek Toksik Logam*. Yogyakarta: Penerbit Andi
- Wijanto, Sigit Eddie. (12 April 2005). Limbah B3 dan kesehatan. 13 November 2010. <http://dinkesjatim.go.id/images/datainfo/200504121503-LIMBAH%20B-3.pdf>.
- Williams, Bryan L., Wilson, Keith. (1975). *Principles And Techniques Of Practical Biochemistry*. London : Edward Arnold
- Windholz, Martha, et al (1976). *The Merck Index an Encyclopedia of Chemicals and Drugs (9<sup>th</sup> ad.)*. Rahway: Merck.



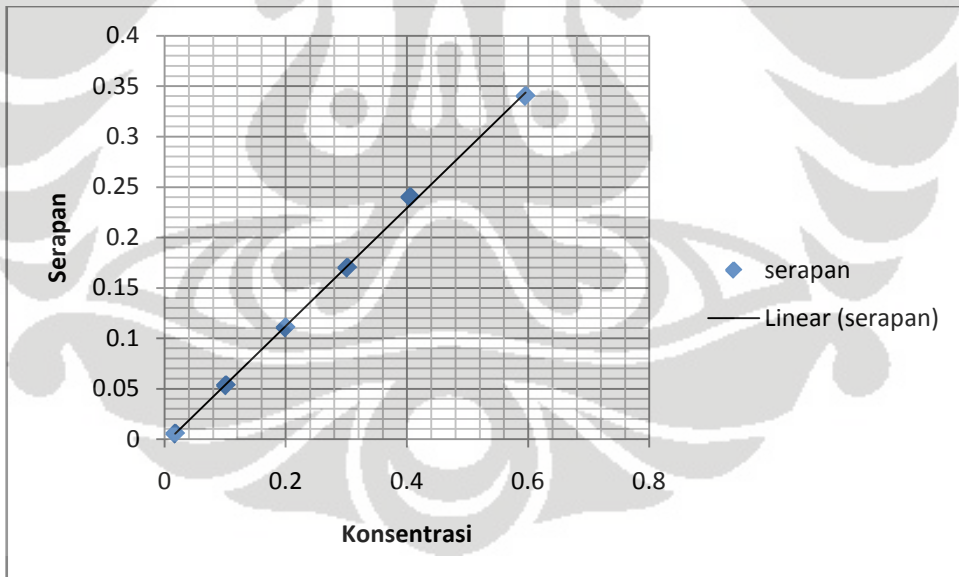
# **GAMBAR**



Keterangan :  $y = 0,0000184153x + 0,00048575$

$r = 0,99986.$

Gambar 4.1 Kurva kalibrasi standar timbal

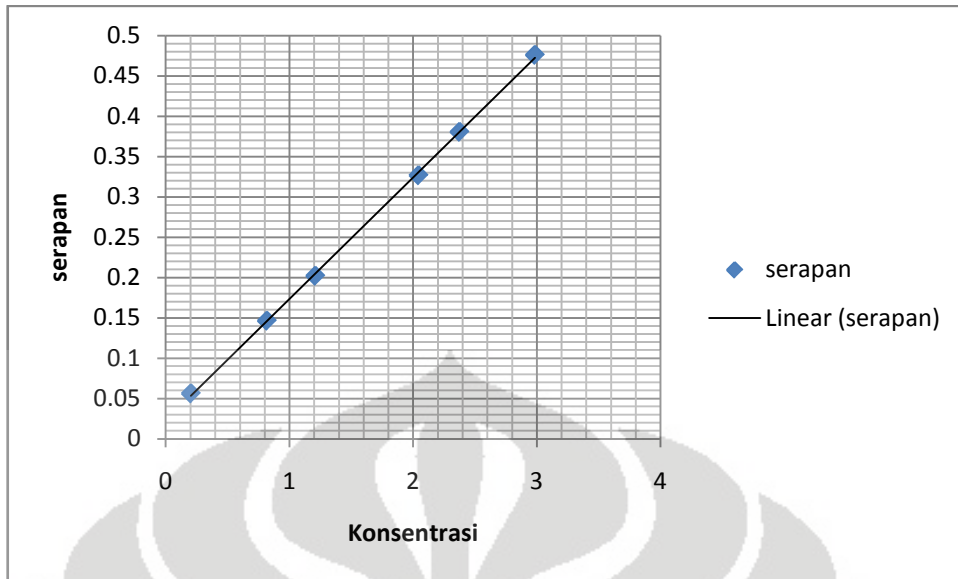


Keterangan :  $y = 0,57876x - 0,004831$

$r = 0,99999.$

Gambar 4.2 Kurva kalibrasi standar kadmium





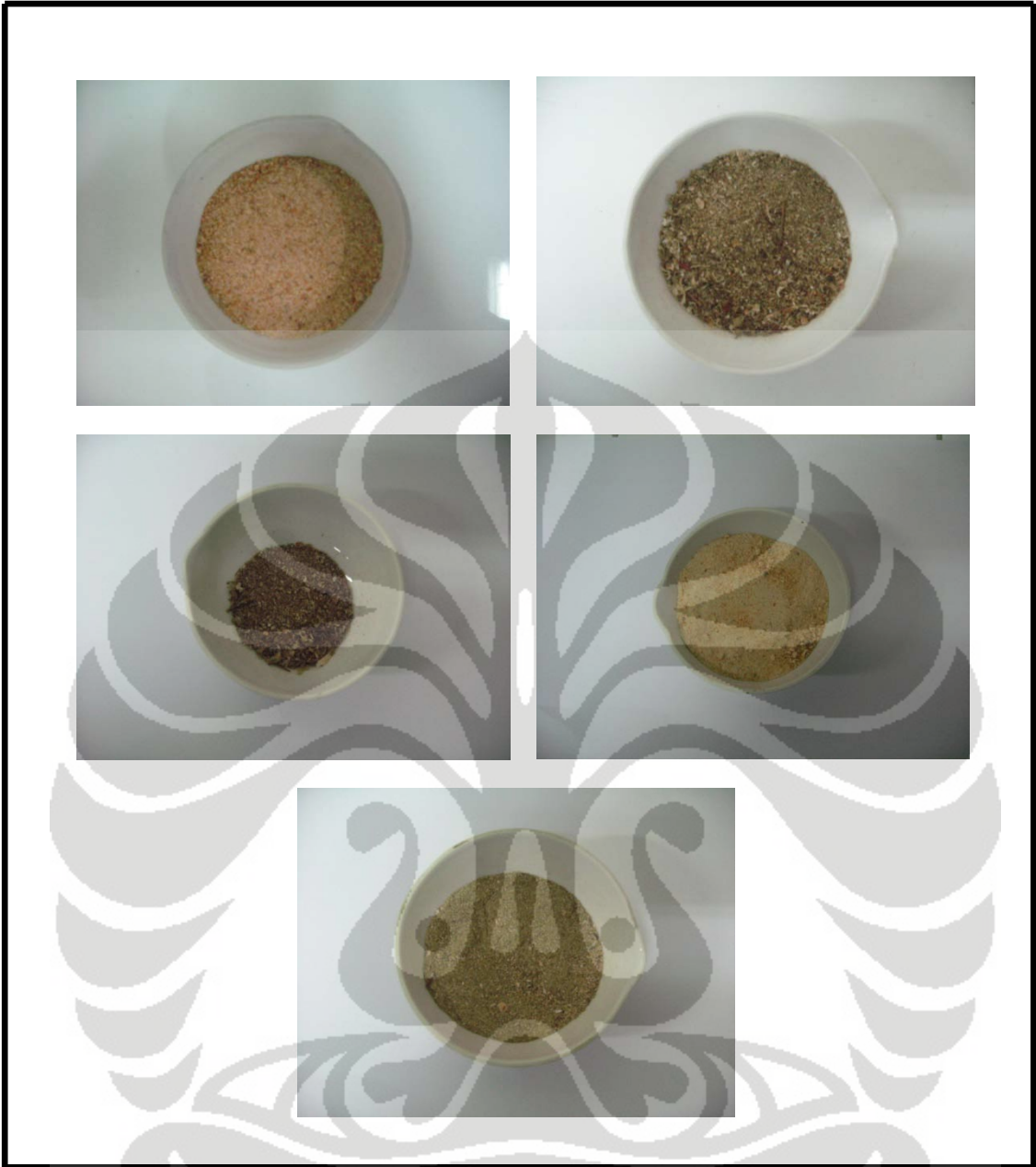
Keterangan :  $y = 0,15067916 + 0,022779358x$

$r = 0,99982$

Gambar 4.3 Kurva kalibrasi standar tembaga



Gambar 4.4 sampel basah badan, kulit, kepala udang yang akan diperiksa



Gambar 4.4.1 serbuk kering badan, kulit, kepala udang jerbung dan pacet



Gambar 4.5 Larutan sampel hasil destruksi



Gambar 4.6 Spektrofotometer serapan atom (Shimadzu AA-6300)



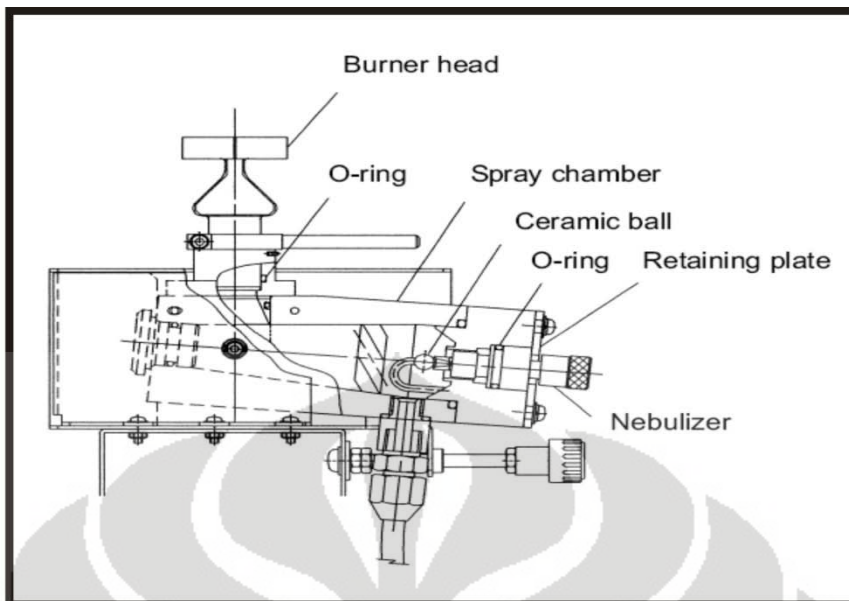


Keterangan :

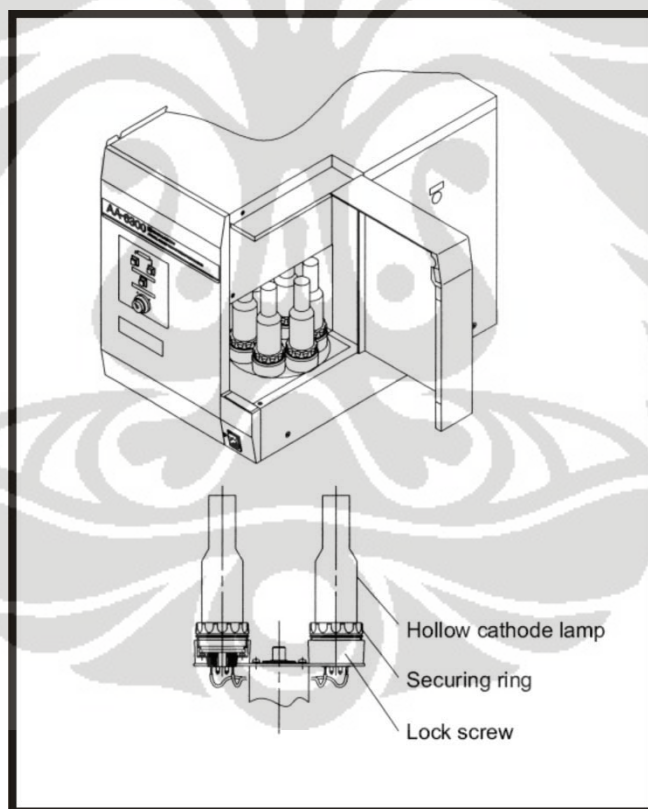
- |                  |                           |
|------------------|---------------------------|
| 1. burner head   | 5. drain sensor           |
| 2. nebulizer     | 6. Saluran masuk sampel   |
| 3. spray chamber | 7. Saluran tempat buangan |
| 4. drain tank    | 8. Flame monitor          |

Gambar 4.7 Unit-unit SSA





Gambar 4.8 Skema unit-unit SSA



Gambar 4.9 Skema *hollow cathode lamp*



Tabel 2.2 Rentang kesalahan yang diizinkan pada setiap konsentrasi analit pada matriks

Analit pada matriks sampel (%)	Rata-rata yang diperoleh (%)
100	98-102
> 10	98-102
> 1	97-103
> 0,1	95-105
0,01	90-107
0,001	90-107
0,000,1 (1 ppm)	80-110
0,000,01 (100 ppb)	80-110
0,000,001 (10 ppb)	60-115
0,000,000,1 (1 ppb)	40-120

[Sumber: Harmita, 2004]

Tabel 3.1 Ketentuan spektrofotometer serapan atom untuk timbal

Panjang gelombang	283,3 nm
Gas pembakar	Asetilen, kecepatan aliran 2,0 liter/menit
Oksidan	Udara, kecepatan aliran 15,0 liter/menit
Tinggi burner	7 mm

Tabel 3.2 Ketentuan spektrofotometer serapan atom untuk kadmium

Panjang gelombang	228,8 nm
Gas pembakar	Asetilen, kecepatan aliran 2,0 liter/menit
Oksidan	Udara, kecepatan aliran 15,0 liter/menit
Tinggi burner	7 mm

Tabel 3.3 Ketentuan spektrofotometer serapan atom untuk tembaga

Panjang gelombang	324,8 nm
Gas pembakar	Asetilen, kecepatan aliran 1,8 liter/menit
Oksidan	Udara, kecepatan aliran 15,0 liter/menit
Tinggi burner	7 mm

Tabel 4.1 Data serapan timbal

Konsentrasi (ppb)	Serapan
51,0	0,0005
102,0	0,0013
204,0	0,0033
306,0	0,0052
408,0	0,0070
510,0	0,0089

Keterangan :

$$y = 0,0000184153x - 0,00048575$$

$$r = 0,99986.$$

Tabel 4.2 Data serapan kadmium

Konsentrasi (ppm)	Serapan
0,0171	0,0053
0,1009	0,0532
0,1994	0,1105
0,3013	0,1698
0,4054	0,2298
0,5959	0,3400

Keterangan :

$$y = 0,57876x - 0,004831$$

$$r = 0,99999.$$



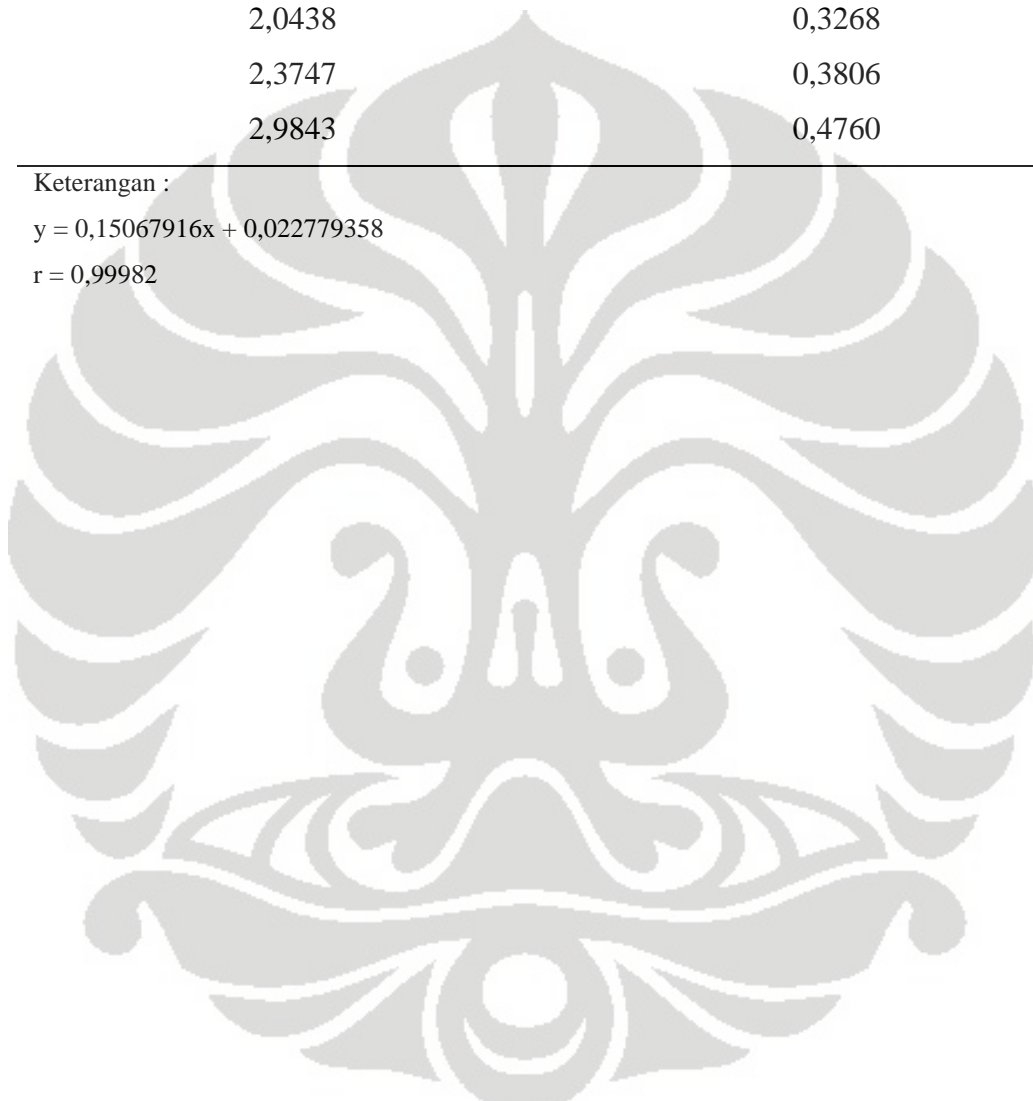
Tabel4.3 Data serapan tembaga

Konsentrasi (ppm)	Serapan
0,2043	0,0564
0,8183	0,1465
1,2098	0,2022
2,0438	0,3268
2,3747	0,3806
2,9843	0,4760

Keterangan :

$$y = 0,15067916x + 0,022779358$$

$$r = 0,99982$$



Tabel 4.4 Hasil penentuan batas deteksi (LOD) dan batas kuantitasi (LOQ) timbal

Konsentrasi (ppb)	Serapan	$y_i$	$(y-y_i)^2$
51,0	0,0005	$4,5343 \times 10^{-4}$	$2,1688 \times 10^{-9}$
102,0	0,0013	$1,3926 \times 10^{-3}$	$8,5748 \times 10^{-9}$
204,0	0,0033	$3,2710 \times 10^{-3}$	$8,41 \times 10^{-10}$
306,0	0,0052	$5,1493 \times 10^{-3}$	$2,5705 \times 10^{-9}$
408,0	0,0070	$7,0277 \times 10^{-3}$	$7,6729 \times 10^{-10}$
510,0	0,0089	$8,9061 \times 10^{-3}$	$3,721 \times 10^{-11}$
Jumlah			$1,49596 \times 10^{-8}$

Keterangan:

$$S(y/x) = 6,1155 \times 10^{-5}$$

$$V_{x0} = 1,26 \%$$

$$\text{Batas deteksi (LOD)} = 9,96 \text{ ppb}$$

$$\text{Batas kuantitasi (LOQ)} = 33,21 \text{ ppb}$$

Tabel 4.5 Hasil penentuan batas deteksi (LOD) dan batas kuantitasi (LOQ) kadmium

Konsentrasi (ppm)	Serapan	$y_i$	$(y-y_i)^2$
0,0171	0,0053	0,0051	$4 \times 10^{-8}$
0,1009	0,0532	0,0536	$1,6 \times 10^{-7}$
0,1994	0,1105	0,1106	$1 \times 10^{-8}$
0,3013	0,1698	0,1695	$9 \times 10^{-8}$
0,4054	0,2298	0,2297	$1 \times 10^{-4}$
0,5959	0,3400	0,3400	0
		Jumlah	$3,1 \times 10^{-7}$

Keterangan:

$S(y/x) = 2,7839 \times 10^{-4}$

$V_{x0} = 0,18 \%$

Batas deteksi (LOD) = 1,44 ppb

Batas kuantitasi (LOQ) = 4,81 ppb

Tabel 4.6 Hasil penetapan batas deteksi (LOD) dan batas kuantitasi (LOQ) tembaga

Konsentrasi (ppm)	Serapan	$y_i$	$(y-y_i)^2$
0,2043	0,0564	0,0536	$7,84 \times 10^{-6}$
0,8183	0,1465	0,1461	$1,6 \times 10^{-7}$
1,2098	0,2022	0,2051	$8,41 \times 10^{-6}$
2,0438	0,3268	0,3307	$1,521 \times 10^{-5}$
2,3747	0,3806	0,3806	0
2,9843	0,4760	0,4725	$1,225 \times 10^{-5}$
		Jumlah	$4,387 \times 10^{-5}$

Keterangan:

$$S(y/x) = 3,3117 \times 10^{-3}$$

$$V_{x0} = 1,37 \%$$

$$\text{Batas deteksi (LOD)} = 65,94 \text{ ppb}$$

$$\text{Batas kuantitasi (LOQ)} = 219,78 \text{ ppb}$$

Tabel 4.7 Hasil uji presisi kadmium pada badan Udang Jerbung

Konsentrasi (ppm)	Konsentrasi sampel (ppm)	Serapan	Konsentrasi Pengukuran (ppm)	Konsentrasi pengukuran – konsentrasi sampel (ppm)	$\bar{x}$ (ppm)	SD	KV (%)
0,0171	0,3021	0,1788	0,3172	0,0151	0,0159	0,0005	3,12
		0,1794	0,3184	0,0163			
		0,1792	0,3180	0,0159			
		0,1796	0,3186	0,0165			
		0,1791	0,3178	0,0157			
		0,1793	0,3182	0,0161			
0,3013		0,3239	0,5868	0,2847	0,2941	0,0086	2,92
		0,3390	0,5941	0,2920			
		0,3438	0,6023	0,3002			
		0,3351	0,5874	0,2853			
		0,3413	0,5980	0,2959			
		0,3475	0,6088	0,3067			
0,5959		0,5075	0,8852	0,5831	0,5864	0,0065	1,11
		0,5084	0,8867	0,5846			
		0,5129	0,8945	0,5924			
		0,5145	0,8973	0,5952			
		0,5041	0,8794	0,5773			
		0,5090	0,8878	0,5857			

Tabel 4.8 Hasil uji presisi kadmium pada kulit Udang Jerbung

Konsentrasi (ppm)	Konsentrasi sampel (ppm)	Serapan	Konsentrasi Pengukuran (ppm)	Konsentrasi pengukuran – konsentrasi sampel (ppm)	$\bar{x}$ (ppm)	SD	KV (%)
0,0171	0,1956	0,1163	0,2093	0,0137	0,0143	0,0014	9,10
		0,1169	0,2104	0,0148			
		0,1180	0,2122	0,0166			
		0,1158	0,2085	0,0129			
		0,1162	0,2092	0,0136			
		0,1165	0,2096	0,0140			
0,3013		0,2784	0,4894	0,2938	0,2955	0,0024	0,82
		0,2786	0,4897	0,2941			
		0,2806	0,4932	0,2976			
		0,2782	0,4891	0,2935			
		0,2817	0,4950	0,2994			
		0,2788	0,4900	0,2944			
0,5959		0,4520	0,7894	0,5938	0,5847	0,0147	2,52
		0,4329	0,7563	0,5607			
		0,4393	0,7674	0,5718			
		0,4527	0,7905	0,5949			
		0,4522	0,7896	0,5940			
		0,4516	0,7886	0,5930			



Tabel 4.9 Hasil uji presisi Kadmium pada Kepala Udang Jerbung

Konsentrasi (ppm)	Konsentrasi sampel (ppm)	Serapan	Konsentrasi Pengukuran (ppm)	Konsentrasi pengukuran – konsentrasi sampel (ppm)	$\bar{x}$ (ppm)	SD	KV (%)
0,0171	0,1240	0,0759	0,1395	0,0155	0,0162	0,0008	4,82
		0,0757	0,1391	0,0151			
		0,0761	0,1399	0,0159			
		0,0766	0,1407	0,0167			
		0,0768	0,1410	0,0170			
0,3013	0,1240	0,0767	0,1408	0,0168	0,2945	0,0054	1,84
		0,2380	0,4195	0,2955			
		0,2323	0,4097	0,2857			
		0,2396	0,4223	0,2983			
		0,2413	0,4252	0,3012			
0,5959	0,1240	0,2356	0,4154	0,2914	0,5887	0,0041	0,70
		0,2377	0,4190	0,2950			
		0,4059	0,7096	0,5856			
		0,4097	0,7163	0,5923			
		0,4057	0,7094	0,5854			
0,5959	0,1240	0,4112	0,7189	0,5949	0,5885	0,0041	0,70
		0,4075	0,7125	0,5885			
		0,4056	0,7092	0,5852			

Tabel 4.10 Hasil uji presisi kadmium pada badan Udang Pacet

Konsentrasi (ppm)	Konsentrasi sampel (ppm)	Serapan	Konsentrasi Pengukuran (ppm)	Konsentrasi pengukuran – konsentrasi sampel (ppm)	$\bar{x}$ (ppm)	SD	KV (%)
0,0171	0,1846	0,1114	0,2009	0,0163	0,0166	0,0016	9,84
		0,1105	0,1992	0,0146			
		0,1118	0,2016	0,0170			
		0,1124	0,2025	0,0179			
		0,1129	0,2034	0,0188			
0,3013	0,1846	0,1107	0,1996	0,0150	0,2938	0,0070	2,37
		0,2742	0,4821	0,2975			
		0,2710	0,4766	0,2920			
		0,2781	0,4889	0,3043			
		0,2685	0,4723	0,2877			
0,5959	0,1846	0,2732	0,4805	0,2959	0,5934	0,0052	0,87
		0,2671	0,4698	0,2852			
		0,4468	0,7804	0,5958			
		0,4456	0,7782	0,5936			
		0,4438	0,7751	0,5905			
0,5959	0,1846	0,4404	0,7692	0,5846	0,5989	0,0052	0,87
		0,4486	0,7835	0,5989			
		0,4474	0,7814	0,5968			

Tabel 4.11 Hasil uji presisi kadmium pada kulit Udang pacet

Konsentrasi (ppm)	Konsentrasi sampel (ppm)	Serapan	Konsentrasi Pengukuran (ppm)	Konsentrasi pengukuran – konsentrasi sampel (ppm)	$\bar{x}$ (ppm)	SD	KV (%)
0,0171	0,1350	0,0830	0,1517	0,0167	0,0166	0,0014	8,38
		0,0819	0,1499	0,0149			
		0,0821	0,1502	0,0152			
		0,0832	0,1521	0,0171			
		0,0841	0,1537	0,0187			
		0,0831	0,1520	0,0170			
0,3013		0,2412	0,4251	0,2901	0,2960	0,0062	2,08
		0,2472	0,4354	0,3004			
		0,2437	0,4295	0,2945			
		0,2398	0,4226	0,2876			
		0,2475	0,4360	0,3010			
		0,2481	0,4371	0,3021			
0,5959		0,4177	0,7301	0,5951	0,5974	0,0059	0,99
		0,4150	0,7254	0,5904			
		0,4169	0,7286	0,5936			
		0,4228	0,7388	0,6038			
		0,4237	0,7404	0,6054			
		0,4184	0,7313	0,5963			

Tabel 4.12 Hasil uji presisi kadmium pada kepala Udang Pacet

Konsentrasi (ppm)	Konsentrasi sampel (ppm)	Serapan	Konsentrasi Pengukuran (ppm)	Konsentrasi pengukuran – konsentrasi sampel (ppm)	$\bar{x}$ (ppm)	SD	KV (%)
0,0171	0,1681	0,1013	0,1833	0,0152	0,0162	0,0014	8,52
		0,1024	0,1852	0,0171			
		0,1020	0,1845	0,0164			
		0,1017	0,1841	0,0160			
		0,1007	0,1823	0,0142			
		0,1029	0,1862	0,0181			
0,3013		0,2669	0,4695	0,3014	0,2981	0,0051	1,73
		0,2656	0,4672	0,2991			
		0,2679	0,4713	0,3032			
		0,2628	0,4625	0,2944			
		0,2600	0,4576	0,2895			
		0,2665	0,4688	0,3007			
0,5959		0,4373	0,7639	0,5958	0,5953	0,0052	0,87
		0,4347	0,7594	0,5913			
		0,4376	0,7645	0,5964			
		0,4395	0,7677	0,5996			
		0,4325	0,7556	0,5875			
		0,4405	0,7694	0,6013			

Tabel 4.13 Hasil uji presisi Tembaga pada Badan Udang Jerbung

Konsentrasi (ppm)	Konsentrasi sampel (ppm)	Serapan	Konsentrasi Pengukuran (ppm)	Konsentrasi pengukuran – konsentrasi sampel (ppm)	$\bar{x}$ (ppm)	SD	KV (%)
0,2043	0,3033	0,0981	0,4998	0,1965	0,2039	0,0043	2,08
		0,0999	0,5123	0,2090			
		0,0990	0,5056	0,2023			
		0,0992	0,5074	0,2041			
		0,0996	0,5096	0,2063			
		0,0994	0,5082	0,2049			
2,0438		0,3742	2,3320	2,0287	2,0337	0,0066	0,32
		0,3760	2,3445	2,0412			
		0,3745	2,3342	2,0309			
		0,3746	2,3346	2,0313			
		0,3763	2,3460	2,0427			
		0,3739	2,3305	2,0272			
2,9843		0,5166	3,2776	2,9743	2,9788	0,0036	0,12
		0,5168	3,2784	2,9751			
		0,5175	3,2830	2,9797			
		0,5177	3,2846	2,9813			
		0,5173	3,2818	2,9785			
		0,5181	3,2871	2,9838			

Tabel 4.14 Hasil uji presisi tembaga pada kulit udang jerbung

Konsentrasi (ppm)	Konsentrasi sampel (ppm)	Serapan	Konsentrasi Pengukuran (ppm)	Konsentrasi pengukuran – konsentrasi sampel (ppm)	$\bar{x}$ (ppm)	SD	KV (%)
0,2043	0,9148	0,1889	1,1026	0,1878	0,1954	0,0079	4,04
		0,1911	1,1173	0,2025			
		0,1885	1,0998	0,1850			
		0,1898	1,1084	0,1936			
		0,1914	1,1189	0,2041			
		0,1907	1,1142	0,1994			
		0,1907	1,1142	0,1994			
2,0438		0,4926	3,1179	2,2031	2,2042	0,0066	0,30
		0,4920	3,1142	2,1994			
		0,4928	3,1195	2,2047			
		0,4913	3,1096	2,1948			
		0,4937	3,1251	2,2103			
		0,4940	3,1274	2,2126			
2,9843		0,5846	3,7285	2,8137	2,85	0,0749	2,63
		0,6021	3,8445	2,9297			
		0,5781	3,6853	2,7705			
		0,5899	3,7643	2,8495			
		0,6047	3,8621	2,9473			
		0,5799	3,6972	2,7824			

Tabel 4.15 Hasil uji presisi tembaga pada kepala jerbung

Konsentrasi (ppm)	Konsentrasi sampel (ppm)	Serapan	Konsentrasi Pengukuran (ppm)	Konsentrasi pengukuran – konsentrasi sampel (ppm)	$\bar{x}$ (ppm)	SD	KV (%)
0,2043	0,9097	0,1904	1,1125	0,2028	0,2039	0,0039	1,92
		0,1899	1,1089	0,1992			
		0,1916	1,1206	0,2109			
		0,1906	1,1139	0,2042			
		0,1907	1,1142	0,2045			
		0,1903	1,1117	0,2020			
2,0438		0,4551	2,8694	1,9597	1,9635	0,0612	3,12
		0,4668	2,9469	2,0372			
		0,4490	2,8284	1,9187			
		0,4638	2,9270	2,0173			
		0,4575	2,8851	1,9754			
		0,4420	2,7825	1,8728			
2,9843		0,6083	3,8860	2,9763	2,9783	0,0050	0,17
		0,6092	3,8920	2,9823			
		0,6085	3,8874	2,9777			
		0,6094	3,8934	2,9837			
		0,6073	3,8795	2,9698			
		0,6088	3,8894	2,9797			

Tabel 4.16 Hasil uji presisi tembaga pada badan udang pacet

Konsentrasi (ppm)	Konsentrasi sampel (ppm)	Serapan	Konsentrasi Pengukuran (ppm)	Konsentrasi pengukuran – konsentrasi sampel (ppm)	$\bar{x}$ (ppm)	SD	KV (%)
0,2043	0,5826	0,1401	0,7788	0,1962	0,1953	0,0079	4,05
		0,1387	0,7693	0,1867			
		0,1411	0,7854	0,2028			
		0,1385	0,7677	0,1851			
		0,1413	0,7865	0,2039			
		0,1403	0,7798	0,1972			
2,0438		0,4172	2,6176	2,0350	2,0384	0,0032	0,16
		0,4174	2,6189	2,0363			
		0,4184	2,6259	2,0433			
		0,4181	2,6237	2,0411			
		0,4176	2,6204	2,0378			
		0,4175	2,6194	2,0368			
2,9843		0,5601	3,5660	2,9834	2,9773	0,0059	0,20
		0,5588	3,5574	2,9748			
		0,5576	3,5496	2,9670			
		0,5598	3,5640	2,9814			
		0,5592	3,5598	2,9772			
		0,5596	3,5628	2,9802			

Tabel 4.17 Hasil uji presisi tembaga pada kulit udang pacet

Konsentrasi (ppm)	Konsentrasi sampel (ppm)	Serapan	Konsentrasi Pengukuran (ppm)	Konsentrasi pengukuran – konsentrasi sampel (ppm)	$\bar{x}$ (ppm)	SD	KV (%)
0,2043	1,1367	0,2245	1,3388	0,2021	0,2003	0,0058	2,87
		0,2248	1,3405	0,2038			
		0,2246	1,3394	0,2027			
		0,2228	1,3275	0,1908			
		0,2236	1,3326	0,1959			
		0,2251	1,3429	0,2062			
2,0438	0,5002	3,1684	2,0317	2,0414	0,0055	0,27	
		3,1756	2,0389				
		3,1802	2,0435				
		3,1796	2,0429				
		3,1804	2,0437				
		3,1844	2,0477				
2,9843	0,6415	4,1065	2,9698	2,9805	0,0056	0,19	
		4,1217	2,9850				
		4,1159	2,9792				
		4,1188	2,9821				
		4,1196	2,9829				
		4,1206	2,9839				

Tabel 4.18 Hasil uji presisi tembaga pada kepala udang pacet

Konsentrasi (ppm)	Konsentrasi sampel (ppm)	Serapan	Konsentrasi Pengukuran (ppm)	Konsentrasi pengukuran – konsentrasi sampel (ppm)	$\bar{x}$ (ppm)	SD	KV (%)
0,2043	2,6218	0,4445	2,7990	0,1772	0,1968	0,0104	5,27
		0,4472	2,8164	0,1946			
		0,4477	2,8199	0,1981			
		0,4482	2,8235	0,2017			
		0,4486	2,8259	0,2041			
		0,4487	2,8270	0,2052			
2,0438	0,7245	4,6570	2,0352	2,0402	0,0038	0,18	
		4,6621	2,0403				
		4,6673	2,0455				
		4,6598	2,0380				
		4,6652	2,0434				
		4,6606	2,0388				
2,9843	0,8671	5,6033	2,9815	2,9848	0,0057	0,19	
		5,5974	2,9756				
		5,6051	2,9833				
		5,6098	2,9880				
		5,6123	2,9905				
		5,6115	2,9897				



Tabel 4.19 Hasil uji presisi timbal pada badan udang jerbung

Konsentrasi (ppb)	Konsentrasi sampel (ppb)	Serapan	Konsentrasi Pengukuran (ppb)	Konsentrasi pengukuran – konsentrasi sampel (ppb)	$\bar{x}$ (ppb)	SD	KV (%)
51,0000	58,9595	0,00154	110,0000	51,0405	50,8796	0,4325	0,85
		0,00154	109,8762	50,9167			
		0,00152	108,9965	50,0370			
		0,00154	109,9492	50,9897			
		0,00154	110,2531	51,2936			
		0,00154	109,9593	50,9998			
306,0000		0,00624	364,9593	306,0000	305,7901	0,3819	0,12
		0,00623	364,7256	305,7660			
		0,00622	363,9946	305,0350			
		0,00624	365,0025	306,0430			
		0,00623	364,8873	305,9280			
		0,00623	364,9282	305,9690			
510,0000		0,00997	567,9423	508,9830	509,5598	0,7510	0,15
		0,00999	568,9675	510,0080			
		0,00998	568,2496	509,2900			
		0,01000	569,5523	510,5930			
		0,00999	568,8893	509,9300			
		0,00997	567,5146	508,5550			

Tabel 4.20 Hasil uji presisi timbal pada kulit udang jerbung

Konsentrasi (ppb)	Konsentrasi sampel (ppb)	Serapan	Konsentrasi Pengukuran (ppb)	Konsentrasi pengukuran – konsentrasi sampel (ppb)	$\bar{x}$ (ppb)	SD	KV (%)
51,0000	172,9953	0,00364	223,8461	50,8508	50,1140	0,7566	1,51
		0,00360	221,9952	48,9999			
		0,00362	222,9974	50,0021			
		0,00361	222,6057	49,6104			
		0,00362	223,2062	50,2109			
		0,00364	224,0052	51,0099			
306,0000		0,00833	478,7651	305,7700	305,4500	0,5861	0,19
		0,00834	478,9929	305,9980			
		0,00831	477,5633	304,5680			
		0,00832	478,3353	305,3400			
		0,00834	479,0165	306,0210			
		0,00832	477,9989	305,0040			
510,0000		0,0121	682,9952	510,0000	509,3178	0,8388	0,16
		0,0121	680,9762	507,9810			
		0,0121	681,8878	508,8930			
		0,0121	681,9921	508,9970			
		0,0121	683,0054	510,0100			
		0,0121	683,0217	510,0260			

Tabel 4.21 Hasil uji presisi timbal pada kepala udang jerbung

Konsentrasi (ppb)	Konsentrasi sampel (ppb)	Serapan	Konsentrasi Pengukuran (ppb)	Konsentrasi pengukuran – konsentrasi sampel (ppb)	$\bar{x}$ (ppb)	SD	KV (%)
51,0000	243,5890	0,00494	294,5882	50,9992	50,9964	0,4274	0,84
		0,00493	294,2776	50,6886			
		0,00493	293,9286	50,3396			
		0,00495	295,1326	51,5436			
		0,00494	294,8220	51,2330			
		0,00494	294,7635	51,1745			
306,0000		0,00964	549,6388	306,0500	305,5377	0,7201	0,24
		0,00962	548,9780	305,3890			
		0,00963	549,5821	305,9930			
		0,00960	547,7398	304,1510			
		0,00963	549,4992	305,9100			
		0,00963	549,3225	305,7340			
510,0000		0,0134	753,6021	510,0130	509,8507	1,0288	0,20
		0,0134	753,3392	509,7500			
		0,0134	752,8864	509,2970			
		0,0134	751,8463	508,2570			
		0,0134	754,1379	510,5490			
		0,0134	754,8263	511,2370			

Tabel 4.22 Hasil uji presisi timbal pada badan udang pacet

Konsentrasi (ppb)	Konsentrasi sampel (ppb)	Serapan	Konsentrasi Pengukuran (ppb)	Konsentrasi pengukuran – konsentrasi sampel (ppb)	$\bar{x}$ (ppb)	SD	KV (%)
51,0000	124,1228	0,00274	175,1364	51,0136	50,9042	0,7000	1,57
		0,00275	175,4625	51,3397			
		0,00274	174,9965	50,8737			
		0,00273	174,6692	50,5464			
		0,00271	173,7561	49,6333			
		0,00276	176,1410	52,0182			
306,0000		0,00744	430,1368	306,0140	306,5430	0,6075	0,20
		0,00744	430,2766	306,1540			
		0,00743	429,9890	305,8660			
		0,00745	431,1561	307,0330			
		0,00745	430,9927	306,8700			
		0,00746	431,4457	307,3230			
510,0000		0,0112	634,7621	510,6390	511,0686	1,1313	0,22
		0,0112	633,8823	509,7600			
		0,0112	633,9978	509,8750			
		0,0112	635,8461	511,7230			
		0,0112	636,4951	512,3720			
		0,0112	636,1651	512,0420			

Tabel 4.23 Hasil uji presisi timbal pada kulit udang pacet

Konsentrasi (ppb)	Konsentrasi sampel (ppb)	Serapan	Konsentrasi Pengukuran (ppb)	Konsentrasi pengukuran – konsentrasi sampel (ppb)	$\bar{x}$ (ppb)	SD	KV (%)
51,0000	118,6925	0,00264	169,7045	51,0120	51,1619	0,8783	1,72
		0,00262	168,6925	50,0000			
		0,00267	171,2496	52,5571			
		0,00265	170,1562	51,4637			
		0,00265	170,0934	51,4009			
		0,00263	169,2304	50,5379			
306,0000		0,00734	424,6925	306,0000	305,7782	0,7491	0,24
		0,00735	425,2405	306,5480			
		0,00734	423,4491	304,7570			
		0,00734	425,1926	306,5000			
		0,00733	424,6491	305,8570			
		0,00734	423,7005	305,0080			
510,0000		0,01111	628,7025	510,0100	509,9393	0,5286	0,10
		0,01108	628,3396	509,6470			
		0,01107	627,9971	509,3050			
		0,01108	628,2561	509,5640			
		0,01110	629,2041	510,5120			
		0,01110	629,2913	510,5990			

Tabel 4.24 Hasil uji presisi timbal pada kepala udang pacet

Konsentrasi (ppb)	Konsentrasi sampel (ppb)	Serapan	Konsentrasi Pengukuran (ppb)	Konsentrasi pengukuran – konsentrasi sampel (ppb)	$\bar{x}$ (ppb)	SD	KV (%)
51,0000	145,8439	0,00314	196,9741	51,1302	50,5293	0,6944	1,37
		0,00312	195,9251	50,0812			
		0,00311	195,3361	49,4922			
		0,00315	197,2251	51,3812			
		0,00313	196,2361	50,3922			
		0,00313	196,5427	50,6988			
306,0000		0,00783	451,7326	305,8890	306,0743	1,1589	0,38
		0,00781	450,5579	304,7140			
		0,00784	451,9927	306,1490			
		0,00787	453,5541	307,7100			
		0,00785	452,8693	307,0250			
		0,00782	450,8027	304,9590			
510,0000		0,0117	656,7054	510,8620	508,9168	1,8861	0,37
		0,0116	655,8427	509,9990			
		0,0116	655,2304	509,3870			
		0,0115	652,8974	507,0540			
		0,0115	651,9683	506,1240			
		0,0116	655,9200	510,076			

Tabel 4.25 Hasil uji perolehan kembali tembaga pada badan jerbung

Konsentrasi (ppm)	Serapan	C <sub>1</sub> (ppm)	C <sub>2</sub> (ppm)	S (ppm)	UPK (%)
0,2043	0,0564	-	-	0,2231	88,07
	0,0685	0,3033	-	-	
	0,0981	-	0,4998	-	
	0,0564	-	-	0,2231	93,68
	0,0685	0,3033	-	-	
	0,0999	-	0,5123	-	
	0,0564	-	-	0,2231	90,68
	0,0685	0,3033	-	-	
	0,0990	-	0,5056	-	
	0,0564	-	-	0,2231	91,48
	0,0685	0,3033	-	-	
	0,0992	-	0,5074	-	
2,0438	0,0564	-	-	0,2231	92,47
	0,0685	0,3033	-	-	
	0,0996	-	0,5096	-	
	0,0564	-	-	0,2231	91,84
	0,0685	0,3033	-	-	
	0,0994	-	0,5082	-	
	0,3268	-	-	2,0177	100,55
	0,0685	0,3033	-	-	
	0,3742	-	2,3320	-	
	0,3268	-	-	2,0177	101,16
	0,0685	0,3033	-	-	
	0,3760	-	2,3445	-	
2,0438	0,3268	-	-	2,0177	100,65
	0,0685	0,3033	-	-	
	0,3745	-	2,3342	-	
	0,3268	-	-	2,0177	100,67
	0,0685	0,3033	-	-	
	0,3746	-	2,3346	-	
	0,3268	-	-	2,0177	101,24
	0,0685	0,3033	-	-	
	0,3763	-	2,3460	-	
	0,3268	-	-	2,0177	100,47
	0,0685	0,3033	-	-	
	0,3739	-	2,3305	-	
2,9843	0,4760	-	-	3,0078	98,89
	0,0685	0,3033	-	-	
	3,2776	-	3,2776	-	
	0,4760	-	-	3,0078	98,91
	0,0685	0,3033	-	-	
	3,2784	-	3,2784	-	
	0,4760	-	-	3,0078	99,07
	0,0685	0,3033	-	-	
	3,2830	-	3,2830	-	
	0,4760	-	-	3,0078	99,12
	0,0685	0,3033	-	-	
	3,2846	-	3,2846	-	
2,9843	0,4760	-	-	3,0078	99,03
	0,0685	0,3033	-	-	
	3,2818	-	3,2818	-	
	0,4760	-	-	3,0078	99,20
	0,0685	0,3033	-	-	

3,2871	-	3,2871	-
--------	---	--------	---

Tabel 4.26 Hasil uji perolehan kembali tembaga pada kulit udang jerbung

Konsentrasi (ppm)	Serapan	C <sub>1</sub> (ppm)	C <sub>2</sub> (ppm)	S (ppm)	UPK (%)
0,2043	0,0564	-	-	0,2231	84,18
	0,1606	0,9148	-	-	
	0,1889	-	1,1026	-	
	0,0564	-	-	0,2231	90,77
	0,1606	0,9148	-	-	
	0,1911	-	1,1173	-	
	0,0564	-	-	0,2231	82,92
	0,1606	0,9148	-	-	
	0,1885	-	1,0998	-	
	0,0564	-	-	0,2231	86,78
	0,1606	0,9148	-	-	
	0,1898	-	1,1084	-	
	0,0564	-	-	0,2231	91,48
	0,1606	0,9148	-	-	
	0,1914	-	1,1189	-	
	0,0564	-	-	0,2231	89,38
	0,1606	0,9148	-	-	
	0,1907	-	1,1142	-	
2,0438	0,3268	-	-	2,0177	109,19
	0,1606	0,9148	-	-	
	0,4926	-	3,1179	-	
	0,3268	-	-	2,0177	108,92
	0,1606	0,9148	-	-	
	0,4920	-	3,1124	-	
	0,3268	-	-	2,0177	109,27
	0,1606	0,9148	-	-	
	0,4928	-	3,1195	-	
	0,3268	-	-	2,0177	108,78
	0,1606	0,9148	-	-	
	0,4913	-	3,1096	-	
	0,3268	-	-	2,0177	109,55
	0,1606	0,9148	-	-	
	0,4937	-	3,1251	-	
	0,3268	-	-	2,0177	109,66
	0,1606	0,9148	-	-	
	0,4940	-	3,1274	-	
2,9843	0,4760	-	-	3,0078	93,55
	0,1606	0,9148	-	-	
	0,5846	-	3,7285	-	
	0,4760	-	-	3,0078	97,40
	0,1606	0,9148	-	-	
	0,6021	-	3,8445	-	
	0,4760	-	-	3,0078	92,11
	0,1606	0,9148	-	-	
	0,5781	-	3,6853	-	
	0,4760	-	-	3,0078	94,73
	0,1606	0,9148	-	-	
	0,5899	-	3,7643	-	
	0,4760	-	-	3,0078	97,99
	0,1606	0,9148	-	-	



0,6047	-	3,8621	-	
0,4760	-	-	3,0078	92,51
0,1606	0,9148	-	-	
0,5799	-	3,6972	-	

Tabel 4.27 Hasil uji perolehan kembali tembaga pada kepala udang jerbung

Konsentrasi (ppm)	Serapan	C <sub>1</sub> (ppm)	C <sub>2</sub> (ppm)	S (ppm)	UPK (%)
0,2043	0,0564	-	-	0,2231	90,90
	0,1599	0,9097	-	-	
	0,1904	-	1,1125	-	
	0,0564	-	-	0,2231	89,29
	0,1599	0,9097	-	-	
	0,1899	-	1,1089	-	
	0,0564	-	-	0,2231	94,53
	0,1599	0,9097	-	-	
	0,1916	-	1,1206	-	
	0,0564	-	-	0,2231	91,53
	0,1599	0,9097	-	-	
	0,1906	-	1,1139	-	
	0,0564	-	-	0,2231	91,66
	0,1599	0,9097	-	-	
	0,1907	-	1,1142	-	
	0,0564	-	-	0,2231	90,54
	0,1599	0,9097	-	-	
	0,1903	-	1,1117	-	
2,0438	0,3268	-	-	2,0177	97,13
	0,1599	0,9097	-	-	
	0,4551	-	2,8694	-	
	0,3268	-	-	2,0177	100,97
	0,1599	0,9097	-	-	
	0,4668	-	2,9469	-	
	0,3268	-	-	2,0177	95,09
	0,1599	0,9097	-	-	
	0,4490	-	2,8284	-	
	0,3268	-	-	2,0177	99,98
	0,1599	0,9097	-	-	
	0,4638	-	2,9270	-	
	0,3268	-	-	2,0177	97,90
	0,1599	0,9097	-	-	
	0,4575	-	2,8851	-	
	0,3268	-	-	2,0177	92,82
	0,1599	0,9097	-	-	
	0,4420	-	2,7825	-	
2,9843	0,4760	-	-	3,0078	98,95
	0,1599	0,9097	-	-	
	0,6083	-	3,8860	-	
	0,4760	-	-	3,0078	99,15
	0,1599	0,9097	-	-	
	0,6092	-	3,8920	-	
	0,4760	-	-	3,0078	99,00
	0,1599	0,9097	-	-	
	0,6085	-	3,8874	-	
	0,4760	-	-	3,0078	99,20
	0,1599	0,9097	-	-	

0,6094	-	3,8934	-	
0,4760	-	-	3,0078	98,74
0,1599	0,9097	-	-	
0,6073	-	3,8795	-	
0,4760	-	-	3,0078	99,07
0,1599	0,9097	-	-	
0,6088	-	3,8894	-	

Tabel 4.28 Hasil uji perolehan kembali tembaga pada badan udang pacet

Konsentrasi (ppm)	Serapan	C <sub>1</sub> (ppm)	C <sub>2</sub> (ppm)	S (ppm)	UPK (%)
0,2043	0,0564	-	-	0,2231	87,94
	0,1106	0,5826	-	-	
	0,1401	-	0,7788	-	
	0,0564	-	-	0,2231	83,68
	0,1106	0,5826	-	-	
	0,1387	-	0,7693	-	
	0,0564	-	-	0,2231	90,90
	0,1106	0,5826	-	-	
	0,1411	-	0,7854	-	
	0,0564	-	-	0,2231	82,97
	0,1106	0,5826	-	-	
	0,1385	-	0,7677	-	
	0,0564	-	-	0,2231	91,39
	0,1106	0,5826	-	-	
	0,1413	-	0,7865	-	
	0,0564	-	-	0,2231	88,39
	0,1106	0,5826	-	-	
	0,1403	-	0,7798	-	
2,0438	0,3268	-	-	2,0177	100,86
	0,1106	0,5826	-	-	
	0,4172	-	2,6176	-	
	0,3268	-	-	2,0177	100,92
	0,1106	0,5826	-	-	
	0,4174	-	2,6189	-	
	0,3268	-	-	2,0177	101,27
	0,1106	0,5826	-	-	
	0,4184	-	2,6259	-	
	0,3268	-	-	2,0177	101,16
	0,1106	0,5826	-	-	
	0,4181	-	2,6237	-	
	0,3268	-	-	2,0177	101,00
	0,1106	0,5826	-	-	
	0,4176	-	2,6204	-	
	0,3268	-	-	2,0177	100,95
	0,1106	0,5826	-	-	
	0,4175	-	2,6194	-	
2,9843	0,4760	-	-	3,0078	99,19
	0,1106	0,5826	-	-	
	0,5601	-	3,5660	-	
	0,4760	-	-	3,0078	98,90
	0,1106	0,5826	-	-	
	0,5588	-	3,5574	-	
	0,4760	-	-	3,0078	98,64
	0,1106	0,5826	-	-	

0,5576	-	3,5496	-	
0,4760	-	-	3,0078	99,12
0,1106	0,5826	-	-	
0,5598	-	3,5640	-	
0,4760	-	-	3,0078	98,98
0,1106	0,5826	-	-	
0,5592	-	3,5598	-	
0,4760	-	-	3,0078	99,08
0,1106	0,5826	-	-	
0,5596	-	3,5628	-	

Tabel 4.29 Hasil uji perolehan kembali tembaga pada kulit udang pacet

Konsentrasi (ppm)	Serapan	C <sub>1</sub> (ppm)	C <sub>2</sub> (ppm)	S (ppm)	UPK (%)
0,2043	0,0564	-	-	0,2231	90,59
	0,1940	1,1367	-	-	
	0,2245	-	1,3388	-	
0,2043	0,0564	-	-	0,2231	91,35
	0,1940	1,1367	-	-	
	0,2248	-	1,3405	-	
0,2043	0,0564	-	-	0,2231	90,86
	0,1940	1,1367	-	-	
	0,2246	-	1,3394	-	
0,2043	0,0564	-	-	0,2231	85,52
	0,1940	1,1367	-	-	
	0,2228	-	1,3275	-	
0,2043	0,0564	-	-	0,2231	87,81
	0,1940	1,1367	-	-	
	0,2236	-	1,3326	-	
0,2043	0,0564	-	-	0,2231	92,42
	0,1940	1,1367	-	-	
	0,2251	-	1,3429	-	
2,0438	0,3268	-	-	2,0177	100,69
	0,1940	1,1367	-	-	
	0,5002	-	3,1684	-	
2,0438	0,3268	-	-	2,0177	101,05
	0,1940	1,1367	-	-	
	0,5013	-	3,1756	-	
2,0438	0,3268	-	-	2,0177	101,28
	0,1940	1,1367	-	-	
	0,5020	-	3,1802	-	
2,0438	0,3268	-	-	2,0177	101,25
	0,1940	1,1367	-	-	
	0,5019	-	3,1796	-	
2,0438	0,3268	-	-	2,0177	101,29
	0,1940	1,1367	-	-	
	0,5020	-	3,1804	-	
2,0438	0,3268	-	-	2,0177	101,49
	0,1940	1,1367	-	-	
	0,5026	-	3,1844	-	
2,9843	0,4760	-	-	3,0078	98,74
	0,1940	1,1367	-	-	
	0,6415	-	4,1065	-	
2,9843	0,4760	-	-	3,0078	99,24
	0,1940	1,1367	-	-	

0,6438	-	4,1217	-	
0,4760	-	-	3,0078	99,05
0,1940	1,1367	-	-	
0,6430	-	4,1159	-	
0,4760	-	-	3,0078	99,15
0,1940	1,1367	-	-	
0,6434	-	4,1188	-	
0,4760	-	-	3,0078	99,17
0,1940	1,1367	-	-	
0,6435	-	4,1196	-	
0,4760	-	-	3,0078	99,21
0,1940	1,1367	-	-	
0,6437	-	4,1206	-	

Tabel 4.30 Hasil uji perolehan kembali tembaga pada kepala udang pacet

Konsentrasi (ppm)	Serapan	C <sub>1</sub> (ppm)	C <sub>2</sub> (ppm)	S (ppm)	UPK (%)
0,2043	0,0564	-	-	0,2231	80,01
	0,4178	2,6218	-	-	
	0,4445	-	2,7990	-	
0,2043	0,0564	-	-	0,2231	87,23
	0,4178	2,6218	-	-	
	0,4472	-	2,8164	-	
0,2043	0,0564	-	-	0,2231	88,79
	0,4178	2,6218	-	-	
	0,4477	-	2,8199	-	
0,2043	0,0564	-	-	0,2231	90,41
	0,4178	2,6218	-	-	
	0,4482	-	2,8235	-	
0,2043	0,0564	-	-	0,2231	91,48
	0,4178	2,6218	-	-	
	0,4486	-	2,8259	-	
0,2043	0,0564	-	-	0,2231	91,98
	0,4178	2,6218	-	-	
	0,4487	-	2,8270	-	
2,0438	0,3268	-	-	2,0177	100,87
	0,4178	2,6218	-	-	
	0,7245	-	4,6570	-	
2,0438	0,3268	-	-	2,0177	101,12
	0,4178	2,6218	-	-	
	0,7253	-	4,6621	-	
2,0438	0,3268	-	-	2,0177	101,38
	0,4178	2,6218	-	-	
	0,7260	-	4,6673	-	
2,0438	0,3268	-	-	2,0177	101,01
	0,4178	2,6218	-	-	
	0,7249	-	4,6598	-	
2,0438	0,3268	-	-	2,0177	101,27
	0,4178	2,6218	-	-	
	0,7257	-	4,6652	-	
2,0438	0,3268	-	-	2,0177	101,05
	0,4178	2,6218	-	-	
	0,7250	-	4,6606	-	
2,9843	0,4760	-	-	3,0078	99,13
	0,4178	2,6218	-	-	

0,8671	-	5,6033	-	
0,4760	-	-	3,0078	98,93
0,4178	2,6218	-	-	
0,8662	-	5,5974	-	
0,4760	-	-	3,0078	99,19
0,4178	2,6218	-	-	
0,8674	-	5,6051	-	
0,4760	-	-	3,0078	99,34
0,4178	2,6218	-	-	
0,8681	-	5,6098	-	
0,4760	-	-	3,0078	99,42
0,4178	2,6218	-	-	
0,8684	-	5,6123	-	
0,4760	-	-	3,0078	99,40
0,4178	2,6218	-	-	
0,8683	-	5,6115	-	

Tabel 4.31 Hasil uji perolehan kembali kadmium pada badan udang jerbung

Konsentrasi (ppm)	Serapan	C <sub>1</sub> (ppm)	C <sub>2</sub> (ppm)	S (ppm)	UPK (%)
0,0171	0,0053	-	-	0,0175	86,29
	0,1700	0,3021	-	-	
	0,1788	-	0,3172	-	
0,0053	0,0053	-	-	0,0175	93,14
	0,1700	0,3021	-	-	
	0,1794	-	0,3184	-	
0,0053	0,0053	-	-	0,0175	90,86
	0,1700	0,3021	-	-	
	0,1792	-	0,3180	-	
0,0053	0,0053	-	-	0,0175	94,29
	0,1700	0,3021	-	-	
	0,1796	-	0,3186	-	
0,0053	0,0053	-	-	0,0175	89,71
	0,1700	0,3021	-	-	
	0,1791	-	0,3178	-	
0,0053	0,0053	-	-	0,0175	92,00
	0,1700	0,3021	-	-	
	0,1793	-	0,3182	-	
0,3013	0,1698	-	-	0,3017	94,36
	0,1700	0,3021	-	-	
	0,3239	-	0,5868	-	
0,1698	0,1698	-	-	0,3017	96,78
	0,1700	0,3021	-	-	
	0,3390	-	0,5941	-	
0,1698	0,1698	-	-	0,3017	99,50
	0,1700	0,3021	-	-	
	0,3438	-	0,6023	-	
0,1698	0,1698	-	-	0,3017	94,56
	0,1700	0,3021	-	-	
	0,3351	-	0,5874	-	
0,1698	0,1698	-	-	0,3017	98,08
	0,1700	0,3021	-	-	
	0,3413	-	0,5980	-	



	0,1698	-	-	0,3017	101,66
	0,1700	0,3021	-	-	
	0,3475	-	0,6088	-	
0,5959	0,3400	-	-	0,5958	97,87
	0,1700	0,3021	-	-	
	0,5075	-	0,8852	-	
	0,3400	-	-	0,5958	98,12
	0,1700	0,3021	-	-	
	0,5084	-	0,8867	-	
	0,3400	-	-	0,5958	99,43
	0,1700	0,3021	-	-	
	0,5129	-	0,8945	-	
	0,3400	-	-	0,5958	99,90
	0,1700	0,3021	-	-	
	0,5145	-	0,8973	-	
	0,3400	-	-	0,5958	96,89
	0,1700	0,3021	-	-	
	0,5041	-	0,8794	-	
	0,3400	-	-	0,5958	98,30
	0,1700	0,3021	-	-	
	0,5090	-	0,8878	-	

Tabel 4.32 Hasil uji perolehan kembali kadmium pada kulit udang jerbung

Konsentrasi (ppm)	Serapan	C <sub>1</sub> (ppm)	C <sub>2</sub> (ppm)	S (ppm)	UPK (%)
0,0171	0,0053	-	-	0,0175	81,71
	0,1080	0,1950	-	-	
	0,1163	-	0,2093	-	
	0,0053	-	-	0,0175	88,00
	0,1080	0,1950	-	-	
	0,1169	-	0,2104	-	
	0,0053	-	-	0,0175	98,29
	0,1080	0,1950	-	-	
	0,1180	-	0,2122	-	
	0,0053	-	-	0,0175	105,71
	0,1080	0,1950	-	-	
	0,1158	-	0,2135	-	
	0,0053	-	-	0,0175	81,14
	0,1080	0,1950	-	-	
	0,1162	-	0,2092	-	
	0,0053	-	-	0,0175	83,43
	0,1080	0,1950	-	-	
	0,1165	-	0,2096	-	
0,3013	0,1698	-	-	0,3017	97,58
	0,1080	0,1950	-	-	
	0,2784	-	0,4894	-	
	0,1698	-	-	0,3017	97,68
	0,1080	0,1950	-	-	
	0,2786	-	0,4897	-	
	0,1698	-	-	0,3017	98,84
	0,1080	0,1950	-	-	
	0,2806	-	0,4932	-	
	0,1698	-	-	0,3017	97,48
	0,1080	0,1950	-	-	
	0,2782	-	0,4891	-	

	0,1698	-	-	0,3017	99,44
	0,1080	0,1950	-	-	
	0,2817	-	0,4950	-	
	0,1698	-	-	0,3017	97,78
	0,1080	0,1950	-	-	
	0,2788	-	0,4900	-	
0,5959	0,3400	-	-	0,5958	99,77
	0,1080	0,1950	-	-	
	0,4520	-	0,7894	-	
	0,3400	-	-	0,5958	94,21
	0,1080	0,1950	-	-	
	0,4329	-	0,7563	-	
	0,3400	-	-	0,5958	96,07
	0,1080	0,1950	-	-	
	0,4393	-	0,7674	-	
	0,3400	-	-	0,5958	99,94
	0,1080	0,1950	-	-	
	0,4527	-	0,7905	-	
	0,3400	-	-	0,5958	99,80
	0,1080	0,1950	-	-	
	0,4522	-	0,7896	-	
	0,3400	-	-	0,5958	99,63
	0,1080	0,1950	-	-	
	0,4516	-	0,7886	-	

Tabel 4.33 Hasil uji perolehan kembali kadmium pada kepala udang jerbung

Konsentrasi (ppm)	Serapan	C <sub>1</sub> (ppm)	C <sub>2</sub> (ppm)	S (ppm)	UPK (%)
0,0171	0,0053	-	-	0,0175	89,14
	0,0669	0,1239	-	-	
	0,0759	-	0,1395	-	
	0,0053	-	-	0,0175	86,86
	0,0669	0,1239	-	-	
	0,0757	-	0,1391	-	
	0,0053	-	-	0,0175	91,43
	0,0669	0,1239	-	-	
	0,0761	-	0,1399	-	
	0,0053	-	-	0,0175	96,00
	0,0669	0,1239	-	-	
	0,0766	-	0,1407	-	
	0,0053	-	-	0,0175	97,16
	0,0669	0,1239	-	-	
	0,0768	-	0,1410	-	
	0,0053	-	-	0,0175	96,57
	0,0669	0,1239	-	-	
	0,0767	-	0,1408	-	
0,3013	0,1698	-	-	0,3017	97,98
	0,0669	0,1239	-	-	
	0,2380	-	0,4195	-	
	0,1698	-	-	0,3017	94,73
	0,0669	0,1239	-	-	
	0,2323	-	0,4097	-	
	0,1698	-	-	0,3017	98,91
	0,0669	0,1239	-	-	
	0,2396	-	0,4223	-	

	0,1698	-	-	0,3017	99,87
	0,0669	0,1239	-	-	
	0,2413	-	0,4252	-	
	0,1698	-	-	0,3017	96,62
	0,0669	0,1239	-	-	
	0,2356	-	0,4154	-	
	0,1698	-	-	0,3017	97,81
	0,0669	0,1239	-	-	
	0,2377	-	0,4190	-	
0,5959	0,3400	-	-	0,5958	98,30
	0,0669	0,1239	-	-	
	0,4059	-	0,7096	-	
	0,3400	-	-	0,5958	99,43
	0,0669	0,1239	-	-	
	0,4097	-	0,7163	-	
	0,3400	-	-	0,5958	98,27
	0,0669	0,1239	-	-	
	0,4057	-	0,7094	-	
	0,3400	-	-	0,5958	99,87
	0,0669	0,1239	-	-	
	0,4112	-	0,7189	-	
	0,3400	-	-	0,5958	98,79
	0,0669	0,1239	-	-	
	0,4075	-	0,7125	-	
	0,3400	-	-	0,5958	98,24
	0,0669	0,1239	-	-	
	0,4056	-	0,7092	-	

Tabel 4.34 Hasil uji perolehan kembali kadmium pada badan udang pacet

Konsentrasi (ppm)	Serapan	C <sub>1</sub> (ppm)	C <sub>2</sub> (ppm)	S (ppm)	UPK (%)
0,0171	0,0053	-	-	0,0175	93,14
	0,1020	0,1846	-	-	
	0,1114	-	0,2009	-	
	0,0053	-	-	0,0175	83,43
	0,1020	0,1846	-	-	
	0,1105	-	0,1992	-	
	0,0053	-	-	0,0175	97,14
	0,1020	0,1846	-	-	
	0,1118	-	0,2016	-	
	0,0053	-	-	0,0175	102,29
	0,1020	0,1846	-	-	
	0,1124	-	0,2025	-	
	0,0053	-	-	0,0175	107,43
	0,1020	0,1846	-	-	
	0,1129	-	0,2034	-	
	0,0053	-	-	0,0175	85,71
	0,1020	0,1846	-	-	
	0,1107	-	0,1996	-	
0,3013	0,1698	-	-	0,3017	98,61
	0,1020	0,1846	-	-	
	0,2742	-	0,4821	-	
	0,1698	-	-	0,3017	96,78
	0,1020	0,1846	-	-	
	0,2710	-	0,4766	-	

	0,1698	-	-	0,3017	100,86
	0,1020	0,1846	-	-	
	0,2781	-	0,4889	-	
	0,1698	-	-	0,3017	95,36
	0,1020	0,1846	-	-	
	0,2685	-	0,4723	-	
	0,1698	-	-	0,3017	98,08
	0,1020	0,1846	-	-	
	0,2732	-	0,4805	-	
	0,1698	-	-	0,3017	94,53
	0,1020	0,1846	-	-	
	0,2671	-	0,4698	-	
0,5959	0,3400	-	-	0,5958	100,00
	0,1020	0,1846	-	-	
	0,4468	-	0,7804	-	
	0,3400	-	-	0,5958	99,63
	0,1020	0,1846	-	-	
	0,4456	-	0,7782	-	
	0,3400	-	-	0,5958	99,11
	0,1020	0,1846	-	-	
	0,4438	-	0,7751	-	
	0,3400	-	-	0,5958	98,12
	0,1020	0,1846	-	-	
	0,4404	-	0,7692	-	
	0,3400	-	-	0,5958	100,52
	0,1020	0,1846	-	-	
	0,4486	-	0,7835	-	
	0,3400	-	-	0,5958	100,17
	0,1020	0,1846	-	-	
	0,4474	-	0,7814	-	

Tabel 4.35 Hasil uji perolehan kembali kadmium pada kulit udang pacet

Konsentrasi (ppm)	Serapan	C <sub>1</sub> (ppm)	C <sub>2</sub> (ppm)	S (ppm)	UPK (%)
0,0171	0,0053	-	-	0,0175	95,43
	0,0733	0,1350	-	-	
	0,0830	-	0,1517	-	
	0,0053	-	-	0,0175	85,14
	0,0733	0,1350	-	-	
	0,0819	-	0,1499	-	
	0,0053	-	-	0,0175	86,86
	0,0733	0,1350	-	-	
	0,0821	-	0,1502	-	
	0,0053	-	-	0,0175	97,71
	0,0733	0,1350	-	-	
	0,0832	-	0,1521	-	
	0,0053	-	-	0,0175	106,86
	0,0733	0,1350	-	-	
	0,0841	-	0,1537	-	
	0,0053	-	-	0,0175	97,14
	0,0733	0,1350	-	-	
	0,0831	-	0,1520	-	
0,3013	0,1698	-	-	0,3017	96,16
	0,0733	0,1350	-	-	
	0,2412	-	0,4251	-	

	0,1698	-	-	0,3017	99,57
	0,0733	0,1350	-	-	
	0,2472	-	0,4354	-	
	0,1698	-	-	0,3017	97,61
	0,0733	0,1350	-	-	
	0,2437	-	0,4295	-	
	0,1698	-	-	0,3017	95,33
	0,0733	0,1350	-	-	
	0,2398	-	0,4226	-	
	0,1698	-	-	0,3017	99,77
	0,0733	0,1350	-	-	
	0,2475	-	0,4360	-	
	0,1698	-	-	0,3017	100,13
	0,0733	0,1350	-	-	
	0,2481	-	0,4371	-	
0,5959	0,3400	-	-	0,5958	99,88
	0,0733	0,1350	-	-	
	0,4177	-	0,7301	-	
	0,3400	-	-	0,5958	99,09
	0,0733	0,1350	-	-	
	0,4150	-	0,7254	-	
	0,3400	-	-	0,5958	99,63
	0,0733	0,1350	-	-	
	0,4169	-	0,7286	-	
	0,3400	-	-	0,5958	101,34
	0,0733	0,1350	-	-	
	0,4228	-	0,7388	-	
	0,3400	-	-	0,5958	101,61
	0,0733	0,1350	-	-	
	0,4237	-	0,7404	-	
	0,3400	-	-	0,5958	100,08
	0,0733	0,1350	-	-	
	0,4184	-	0,7313	-	

Tabel 4.36 Hasil uji perolehan kembali kadmium pada kepala udang pacet

Konsentrasi (ppm)	Serapan	C <sub>1</sub> (ppm)	C <sub>2</sub> (ppm)	S (ppm)	UPK (%)
0,0171	0,0053	-	-	0,0175	86,86
	0,0925	0,1681	-	-	
	0,1013	-	0,1833	-	
	0,0053	-	-	0,0175	97,71
	0,0733	0,1681	-	-	
	0,1024	-	0,1852	-	
	0,0053	-	-	0,0175	93,71
	0,0733	0,1681	-	-	
	0,1002	-	0,1845	-	
	0,0053	-	-	0,0175	91,43
	0,0733	0,1681	-	-	
	0,1017	-	0,1841	-	
	0,0053	-	-	0,0175	81,14
	0,0733	0,1681	-	-	
	0,1007	-	0,1823	-	
	0,0053	-	-	0,0175	103,43
	0,0733	0,1681	-	-	
	0,0999	-	0,1862	-	



0,3013	0,1698	-	-	0,3017	99,90
	0,0733	0,1681	-	-	
	0,2669	-	0,4695	-	
	0,1698	-	-	0,3017	99,14
	0,0733	0,1681	-	-	
	0,2656	-	0,4672	-	
	0,1698	-	-	0,3017	100,50
	0,0733	0,1681	-	-	
	0,2679	-	0,4713	-	
	0,1698	-	-	0,3017	97,58
	0,0733	0,1681	-	-	
	0,2628	-	0,4625	-	
	0,1698	-	-	0,3017	95,96
	0,0733	0,1681	-	-	
	0,2600	-	0,4576	-	
	0,1698	-	-	0,3017	99,67
	0,0733	0,1681	-	-	
	0,2665	-	0,4688	-	
0,5959	0,3400	-	-	0,5958	100,00
	0,0733	0,1681	-	-	
	0,4373	-	0,7639	-	
	0,3400	-	-	0,5958	99,26
	0,0733	0,1681	-	-	
	0,4347	-	0,7594	-	
	0,3400	-	-	0,5958	100,10
	0,0733	0,1681	-	-	
	0,4376	-	0,7645	-	
	0,3400	-	-	0,5958	100,64
	0,0733	0,1681	-	-	
	0,4395	-	0,7677	-	
	0,3400	-	-	0,5958	98,61
	0,0733	0,1681	-	-	
	0,4325	-	0,7556	-	
	0,3400	-	-	0,5958	100,92
	0,0733	0,1681	-	-	
	0,4405	-	0,7694	-	

Tabel 4.37 Hasil uji perolehan kembali timbal pada badan udang jerbung

Konsentrasi (ppm)	Serapan	C <sub>1</sub> (ppm)	C <sub>2</sub> (ppm)	S (ppm)	UPK (%)
51,0000	0,0005	-	-	53,5289	95,35
	0,0006	58,9595	-	-	
	0,0015	-	110,0000	-	
	0,0005	-	-	53,5289	95,12
	0,0006	58,9595	-	-	
	0,0015	-	109,8762	-	
	0,0005	-	-	53,5289	93,48
	0,0006	58,9595	-	-	
	0,0015	-	108,9965	-	
	0,0005	-	-	53,5289	95,26
	0,0006	58,9595	-	-	
	0,0015	-	109,9492	-	
	0,0005	-	-	53,5289	95,82

	0,0006	58,9595	-	-	
	0,0015	-	110,2531	-	
	0,0005	-	-	53,5289	95,28
	0,0006	58,9595	-	-	
	0,0015	-	109,9593	-	
306,0000	0,0052	-	-	308,7514	99,11
	0,0006	58,9595	-	-	
	0,0062	-	364,9593	-	
	0,0052	-	-	308,7514	99,03
	0,0006	58,9595	-	-	
	0,0062	-	364,7256	-	
	0,0052	-	-	308,7514	98,80
	0,0006	58,9595	-	-	
	0,0062	-	363,9946	-	
	0,0052	-	-	308,7514	99,12
	0,0006	58,9595	-	-	
	0,0062	-	365,0025	-	
	0,0052	-	-	308,7514	99,09
	0,0006	58,9595	-	-	
	0,0062	-	364,8873	-	
	0,0052	-	-	308,7514	99,10
	0,0006	58,9595	-	-	
	0,0062	-	364,9282	-	
510,0000	0,0080	-	-	460,7989	110,46
	0,0006	58,9595	-	-	
	0,0099	-	567,9423	-	
	0,0080	-	-	460,7989	110,68
	0,0006	58,9595	-	-	
	0,0099	-	568,9675	-	
	0,0080	-	-	460,7989	110,52
	0,0006	58,9595	-	-	
	0,0099	-	568,2496	-	
	0,0080	-	-	460,7989	110,81
	0,0006	58,9595	-	-	
	0,0100	-	569,5523	-	
	0,0080	-	-	460,7989	110,66
	0,0006	58,9595	-	-	
	0,0099	-	568,8893	-	
	0,0080	-	-	460,7989	110,36
	0,0006	58,9595	-	-	
	0,0099	-	567,5146	-	

Tabel 4.38 Hasil uji perolehan kembali timbal pada kulit udang jerbung

Konsentrasi (ppm)	Serapan	C <sub>1</sub> (ppm)	C <sub>2</sub> (ppm)	S (ppm)	UPK (%)
51,0000	0,0005	-	-	53,5289	95,00
	0,0027	172,9953	-	-	
	0,0036	-	223,8461	-	
	0,0005	-	-	53,5289	91,54
	0,0027	172,9953	-	-	
	0,0036	-	221,9952	-	
	0,0005	-	-	53,5289	93,41
	0,0027	172,9953	-	-	
	0,0036	-	222,9974	-	
	0,0005	-	-	53,5289	92,68

	0,0027	172,9953	-	-	
	0,0036	-	222,6057	-	
	0,0005	-	-	53,5289	93,80
	0,0027	172,9953	-	-	
	0,0036	-	223,2062	-	
	0,0005	-	-	53,5289	95,29
	0,0027	172,9953	-	-	
	0,0036	-	224,0052	-	
306,0000	0,0052	-	-	308,7514	99,03
	0,0027	172,9953	-	-	
	0,0083	-	478,7651	-	
	0,0052	-	-	308,7514	99,11
	0,0027	172,9953	-	-	
	0,0083	-	478,9929	-	
	0,0052	-	-	308,7514	98,65
	0,0027	172,9953	-	-	
	0,0083	-	477,5633	-	
	0,0052	-	-	308,7514	98,90
	0,0027	172,9953	-	-	
	0,0083	-	478,3353	-	
	0,0052	-	-	308,7514	99,12
	0,0027	172,9953	-	-	
	0,0083	-	479,0165	-	
	0,0052	-	-	308,7514	98,79
	0,0027	172,9953	-	-	
	0,0083	-	477,9989	-	
510,0000	0,0080	-	-	460,7989	110,68
	0,0027	172,9953	-	-	
	0,0121	-	682,9952	-	
	0,0080	-	-	460,7989	110,24
	0,0027	172,9953	-	-	
	0,0121	-	680,9762	-	
	0,0080	-	-	460,7989	110,44
	0,0027	172,9953	-	-	
	0,0121	-	681,8878	-	
	0,0080	-	-	460,7989	110,46
	0,0027	172,9953	-	-	
	0,0121	-	681,9921	-	
	0,0080	-	-	460,7989	110,68
	0,0027	172,9953	-	-	
	0,0121	-	683,0054	-	
	0,0080	-	-	460,7989	110,68
	0,0027	172,9953	-	-	
	0,0121	-	683,0217	-	

Tabel 4.39 Hasil uji perolehan kembali timbal pada kepala udang jerbung

Konsentrasi (ppm)	Serapan	C <sub>1</sub> (ppm)	C <sub>2</sub> (ppm)	S (ppm)	UPK (%)
51,0000	0,0005	-	-	53,5289	95,27
	0,0040	243,5890	-	-	
	0,0049	-	294,5882	-	
	0,0005	-	-	53,5289	94,69
	0,0040	243,5890	-	-	
	0,0049	-	294,2776	-	
	0,0005	-	-	53,5289	94,40

	0,0040	243,5890	-	-	
	0,0049	-	293,9286	-	
	0,0005	-	-	53,5289	96,29
	0,0040	243,5890	-	-	
	0,0049	-	295,1326	-	
	0,0005	-	-	53,5289	95,71
	0,0040	243,5890	-	-	
	0,0049	-	294,8220	-	
	0,0005	-	-	53,5289	95,60
	0,0040	243,5890	-	-	
	0,0049	-	294,7635	-	
306,0000	0,0052	-	-	308,7514	99,12
	0,0040	243,5890	-	-	
	0,0096	-	549,6388	-	
	0,0052	-	-	308,7514	98,91
	0,0040	243,5890	-	-	
	0,0096	-	548,9780	-	
	0,0052	-	-	308,7514	99,11
	0,0040	243,5890	-	-	
	0,0096	-	549,5821	-	
	0,0052	-	-	308,7514	98,51
	0,0040	243,5890	-	-	
	0,0096	-	547,7398	-	
	0,0052	-	-	308,7514	99,08
	0,0040	243,5890	-	-	
	0,0096	-	549,4992	-	
	0,0052	-	-	308,7514	99,02
	0,0040	243,5890	-	-	
	0,0096	-	549,3225	-	
510,0000	0,0080	-	-	460,7989	110,68
	0,0040	243,5890	-	-	
	0,0134	-	753,6021	-	
	0,0080	-	-	460,7989	110,62
	0,0040	243,5890	-	-	
	0,0134	-	753,3392	-	
	0,0080	-	-	460,7989	110,52
	0,0040	243,5890	-	-	
	0,0134	-	752,8864	-	
	0,0080	-	-	460,7989	110,30
	0,0040	243,5890	-	-	
	0,0134	-	751,8463	-	
	0,0080	-	-	460,7989	110,80
	0,0040	243,5890	-	-	
	0,0134	-	754,1379	-	
	0,0080	-	-	460,7989	110,95
	0,0040	243,5890	-	-	
	0,0134	-	754,8263	-	

Tabel 4.40 Hasil uji perolehan kembali timbal pada badan udang pacet

Konsentrasi (ppm)	Serapan	C <sub>1</sub> (ppm)	C <sub>2</sub> (ppm)	S (ppm)	UPK (%)
51,0000	0,0005	-	-	53,5289	95,30
	0,0018	124,1228	-	-	
	0,0027	-	175,1364	-	
	0,0005	-	-	53,5289	95,91

	0,0018	124,1228	-	-	
	0,0027	-	175,4625	-	
	0,0005	-	-	53,5289	95,04
	0,0018	124,1228	-	-	
	0,0027	-	174,9965	-	
	0,0005	-	-	53,5289	94,43
	0,0018	124,1228	-	-	
	0,0027	-	174,6692	-	
	0,0005	-	-	53,5289	92,72
	0,0018	124,1228	-	-	
	0,0027	-	173,7561	-	
	0,0005	-	-	53,5289	97,18
	0,0018	124,1228	-	-	
	0,0027	-	176,1410	-	
306,0000	0,0005	-	-	308,7514	99,11
	0,0018	124,1228	-	-	
	0,0074	-	430,1368	-	
	0,0005	-	-	308,7514	99,16
	0,0018	124,1228	-	-	
	0,0074	-	430,2766	-	
	0,0005	-	-	308,7514	99,07
	0,0018	124,1228	-	-	
	0,0074	-	429,9890	-	
	0,0005	-	-	308,7514	99,44
	0,0018	124,1228	-	-	
	0,0074	-	431,1561	-	
	0,0005	-	-	308,7514	99,39
	0,0018	124,1228	-	-	
	0,0074	-	430,9927	-	
	0,0005	-	-	308,7514	99,54
	0,0018	124,1228	-	-	
	0,0074	-	431,4457	-	
510,0000	0,0005	-	-	460,7989	110,82
	0,0018	124,1228	-	-	
	0,0112	-	634,7621	-	
	0,0005	-	-	460,7989	110,63
	0,0018	124,1228	-	-	
	0,0112	-	633,8823	-	
	0,0005	-	-	460,7989	110,65
	0,0018	124,1228	-	-	
	0,0112	-	633,9978	-	
	0,0005	-	-	460,7989	111,05
	0,0018	124,1228	-	-	
	0,0112	-	635,8461	-	
	0,0005	-	-	460,7989	111,19
	0,0018	124,1228	-	-	
	0,0112	-	636,4951	-	
	0,0005	-	-	460,7989	111,12
	0,0018	124,1228	-	-	
	0,0112	-	636,1651	-	



Tabel 4.41 Hasil uji perolehan kembali timbal pada kulit udang pacet

Konsentrasi (ppm)	Serapan	C <sub>1</sub> (ppm)	C <sub>2</sub> (ppm)	S (ppm)	UPK (%)
51,0000	0,0005	-	-	53,5289	95,30
	0,0017	118,6925	-	-	
	0,0026	-	169,7045	-	
	0,0005	-	-	53,5289	93,41
	0,0017	118,6925	-	-	
	0,0026	-	168,6925	-	
	0,0005	-	-	53,5289	98,19
	0,0017	118,6925	-	-	
	0,0027	-	171,2496	-	
	0,0005	-	-	53,5289	96,14
	0,0017	118,6925	-	-	
	0,0027	-	170,1562	-	
306,0000	0,0005	-	-	53,5289	96,02
	0,0017	118,6925	-	-	
	0,0027	-	170,0934	-	
	0,0005	-	-	53,5289	94,41
	0,0017	118,6925	-	-	
	0,0026	-	169,2304	-	
	0,0005	-	-	308,7514	99,11
	0,0017	118,6925	-	-	
	0,0073	-	424,6925	-	
	0,0005	-	-	308,7514	99,29
	0,0017	118,6925	-	-	
	0,0074	-	425,2405	-	
510,0000	0,0005	-	-	308,7514	98,71
	0,0017	118,6925	-	-	
	0,0073	-	423,4491	-	
	0,0005	-	-	308,7514	99,27
	0,0017	118,6925	-	-	
	0,0073	-	425,1926	-	
	0,0005	-	-	308,7514	99,06
	0,0017	118,6925	-	-	
	0,0073	-	424,5491	-	
	0,0005	-	-	308,7514	98,79
	0,0017	118,6925	-	-	
	0,0073	-	423,7005	-	
510,0000	0,0005	-	-	460,7989	110,68
	0,0017	118,6925	-	-	
	0,0111	-	628,7025	-	
	0,0005	-	-	460,7989	110,60
	0,0017	118,6925	-	-	
	0,0111	-	628,3396	-	
	0,0005	-	-	460,7989	110,53
	0,0017	118,6925	-	-	
	0,0111	-	627,9971	-	
	0,0005	-	-	460,7989	110,58
	0,0017	118,6925	-	-	
	0,0111	-	628,2561	-	
510,0000	0,0005	-	-	460,7989	110,79
	0,0017	118,6925	-	-	
	0,0111	-	629,2041	-	

0,0005	-	-	460,7989	110,81
0,0017	118,6925	-	-	
0,0111	-	629,2913	-	

Tabel 4.42 Hasil uji perolehan kembali timbal pada kepala udang pacet

Konsentrasi (ppm)	Serapan	C <sub>1</sub> (ppm)	C <sub>2</sub> (ppm)	S (ppm)	UPK (%)
51,0000	0,0005	-	-	53,5289	95,52
	0,0022	145,8439	-	-	
	0,0031	-	196,9741	-	
	0,0005	-	-	53,5289	93,56
	0,0022	145,8439	-	-	
	0,0031	-	195,9251	-	
	0,0005	-	-	53,5289	92,46
	0,0022	145,8439	-	-	
	0,0031	-	195,3361	-	
	0,0005	-	-	53,5289	95,99
	0,0022	145,8439	-	-	
	0,0032	-	197,2251	-	
306,0000	0,0005	-	-	53,5289	94,14
	0,0022	145,8439	-	-	
	0,0031	-	196,2361	-	
	0,0005	-	-	53,5289	94,71
	0,0022	145,8439	-	-	
	0,0031	-	196,5427	-	
	0,0005	-	-	308,7514	99,07
	0,0022	145,8439	-	-	
	0,0031	-	451,7326	-	
	0,0005	-	-	308,7514	98,69
	0,0022	145,8439	-	-	
	0,0031	-	450,5579	-	
510,0000	0,0005	-	-	308,7514	99,16
	0,0022	145,8439	-	-	
	0,0031	-	451,9927	-	
	0,0005	-	-	308,7514	99,66
	0,0022	145,8439	-	-	
	0,0032	-	453,5541	-	
	0,0005	-	-	308,7514	99,44
	0,0022	145,8439	-	-	
	0,0031	-	452,8693	-	
	0,0005	-	-	308,7514	98,77
	0,0022	145,8439	-	-	
	0,0031	-	450,8027	-	
510,0000	0,0005	-	-	460,7989	110,89
	0,0022	145,8439	-	-	
	0,0031	-	656,7054	-	
	0,0005	-	-	460,7989	110,68
	0,0022	145,8439	-	-	
	0,0031	-	655,8427	-	
	0,0005	-	-	460,7989	110,54
	0,0022	145,8439	-	-	
	0,0031	-	655,2304	-	
	0,0005	-	-	460,7989	110,04
	0,0022	145,8439	-	-	
	0,0032	-	652,8974	-	

0,0005	-	-	460,7989	109,84
0,0022	145,8439	-	-	
0,0031	-	651,9683	-	
0,0005	-	-	460,7989	110,69
0,0022	145,8439	-	-	
0,0031	-	655,9200	-	



Tabel 4.43 Hasil susut pengeringan sampel

Sampel	Bobot basah (gram)	Bobot kering (gram)	susut pengeringan (%)
Badan Udang jerbung	19,6635	3,5645	81,87%
Kepala Udang Jerbung	13,0421	3,1691	75,70 %
Kulit Udang jerbung	14,3983	3,5214	75,54%
Badan Udang Pacet	43,0902	8,4061	80,49%
Kepala Udang Pacet	16,731	3,9477	76,40%
Kulit Udang Pacet	14,3085	3,3963	76,26%

Tabel 4.44 Hasil penentuan kadar tembaga dalam udang jerbung dan udang pacet

Sampel	Serapan	Kadar (ppm)	Berat (gram)	Kadar tembaga dalam sampel (bobot kering) (mg/kg)	persentase susut pengeringan (%)	Kadar tembaga dalam sampel (bobot basah) (mg/kg)	Kadar tembaga rata-rata dalam sampel ± SD (mg/kg)
Badan udang jerbung	0,0685 0,0695 0,0657	0,3033 0,3103 0,2851	0,5092 0,5098 0,5095	5,96 6,09 5,60	81,87	1,08 1,10 1,01	1,07 ± 0,05
Kulit udang jerbung	0,1606 0,1621 0,1460	0,9148 0,9249 0,8183	0,5045 0,5044 0,5047	18,13 18,34 16,21	75,54	4,43 4,49 3,97	4,30 ± 0,29
Kepala udang jerbung	0,1599 0,1585 0,1477	0,9097 0,9005 0,8291	0,5023 0,5026 0,5023	18,11 17,92 16,51	75,70	4,40 4,35 4,01	4,26 ± 0,21
Badan udang pacet	0,1106 0,1125 0,1063	0,5826 0,5957 0,5542	0,5045 0,5049 0,5042	11,55 11,80 10,99	80,49	2,25 2,30 2,14	2,23 ± 0,08
Kulit udang pacet	0,1940 0,1951 0,1873	1,1367 1,1436 1,0919	0,5055 0,5058 0,5051	22,49 22,61 21,62	76,26	5,34 5,37 5,13	5,28 ± 0,13
Kepala udang pacet	0,4178 0,4105 0,3934	2,6218 2,5733 2,4596	0,5079 0,5075 0,5072	51,62 50,71 48,49	76,40	12,18 11,97 11,44	11,86 ± 0,38



Tabel 4.45 Hasil penentuan kadar kadmium dalam udang jerbung dan udang pacet

Sampel	Serapan	Kadar (ppm)	Berat (gram)	Kadar kadmium dalam sampel (bobot kering) (mg/kg)	persentase susut pengeringan (%)	Kadar kadmium dalam sampel (bobot basah) (mg/kg)	Kadar kadmium rata-rata dalam sampel $\pm$ SD (mg/kg)
Badan udang jerbung	0,1700 0,1551 0,1541	0,3021 0,2764 0,2746	0,5092 0,5090 0,5094	5,93 5,43 5,39	81,87	1,08 0,98 0,98	1,01 $\pm$ 0,05
Kulit udang jerbung	0,1080 0,0903 0,0829	0,1956 0,1644 0,1515	0,5045 0,5047 0,5044	3,88 3,26 3,00	75,54	0,95 0,80 0,7347	0,83 $\pm$ 0,11
Kepala udang jerbung	0,0669 0,0802 0,0691	0,1240 0,1469 0,1277	0,5023 0,5023 0,5026	2,47 2,92 2,54	75,70	0,60 0,71 0,62	0,64 $\pm$ 0,06
Badan udang pacet	0,1020 0,0988 0,0946	0,1846 0,1791 0,1718	0,5049 0,5046 0,5042	3,66 3,55 3,41	80,49	0,71 0,69 0,66	0,69 $\pm$ 0,02
Kulit udang pacet	0,0733 0,0712 0,0674	0,1350 0,1313 0,1248	0,5058 0,5055 0,5050	2,67 2,60 2,47	76,26	0,63 0,62 0,59	0,61 $\pm$ 0,02
Kepala udang pacet	0,0925 0,0925 0,0978	0,1681 0,1681 0,1773	0,5077 0,5074 0,5070	3,31 3,31 3,50	76,40	0,78 0,78 0,83	0,80 $\pm$ 0,03

Tabel 4.46 Hasil penentuan kadar timbal dalam udang jerbung dan udang pacet

Sampel	Serapan	Kadar (ppb)	Berat (gram)	Kadar timbal dalam sampel (bobot kering) (mg/kg)	persentase susut pengeringan (%)	Kadar timbal dalam sampel (bobot basah) (mg/kg)	Kadar timbal rata-rata dalam sampel ± SD (mg/kg)
Badan udang jerbung	0,0006 0,0006 0,0006	58,9595 58,8135 57,9421	0,5020 0,5017 0,5015	1,17 1,17 1,16	81,87	0,21 0,22 0,21	0,21 ± 0,00
Kulit udang jerbung	0,0040 0,0040 0,0040	243,5890 243,1149 242,5578	0,5075 0,5071 0,5068	4,80 4,79 4,79	75,54	1,17 1,17 1,17	1,17 ± 0,00
Kepala udang jerbung	0,0027 0,0027 0,0027	172,9953 172,3398 171,6692	0,5088 0,5084 0,5079	3,40 3,39 3,38	75,70	0,83 0,82 0,82	0,82 ± 0,00
Badan udang pacet	0,0018 0,0017 0,0018	124,1228 119,7621 123,5692	0,5030 0,5025 0,5028	2,47 2,38 2,46	80,49	0,48 0,47 0,48	0,48 ± 0,01
Kulit udang pacet	0,0017 0,0017 0,0017	118,6925 118,2124 117,8864	0,5014 0,5010 0,5005	2,37 2,36 2,36	76,26	0,56 0,56 0,56	0,56 ± 0,00
Kepala udang pacet	0,0022 0,0022 0,0022	145,8439 145,2569 144,7826	0,5095 0,5091 0,5086	2,86 2,85 2,85	76,40	0,68 0,67 0,67	0,67 ± 0,00



# LAMPIRAN

## Lampiran 1 Cara memperoleh persamaan garis linier

Persamaan garis  $y = bx + a$

Untuk memperoleh nilai  $a$  dan  $b$  digunakan kuadrat terkecil (*least square*)

$$a = \frac{(\sum yi)(\sum xi^2) - (\sum xi)(\sum yi)}{N(\sum xi^2) - (\sum xi)^2}$$

$$b = \frac{N(\sum xi.yi) - (\sum xi)(\sum yi)}{N(\sum xi^2) - (\sum xi)^2}$$

Linearitas ditentukan berdasarkan nilai koefisien korelasi ( $r$ )

$$r = \frac{N(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[(N \sum x^2) - (\sum x)^2][(N \sum y^2) - (\sum y)^2]}}$$

Lampiran 2 Cara perhitungan batas deteksi dan batas kuantitasi

$$S_{y/x} = \sqrt{\frac{(\sum(y-y_i))^2}{n-2}}$$

$$V_{x0} = \frac{S_{y/x}}{b\bar{x}} \times 100\%$$

Batas deteksi :  $LOD = \frac{3S_{y/x}}{b}$

Batas kuantitasi :  $LOQ = \frac{10S_{y/x}}{b}$

Contoh :

Persamaan kurva kalibrasi tembaga :  $y = 0,02489x + 0,00028$

$$S_{y/x} = \sqrt{\frac{(0,0027-0,0028)^2 + \dots + (0,0534-0,0536)^2}{6-2}} = 2,1426 \times 10^{-4}$$

$$V_{x0} = \frac{2,1426}{0,02489 \times 1,122} \times 100\% = 0,77\%$$

Batas deteksi tembaga :  $LOD = \frac{3 \times (2,1426 \times 10^{-4})}{0,02489}$

$$LOD = 25,8 \text{ ppb}$$

Batas kuantitasi tembaga :  $LOQ = \frac{10 \times (2,1426 \times 10^{-4})}{0,02489}$

$$LOQ = 86,1 \text{ ppb}$$



### Lampiran 3 Cara perhitungan simpangan baku dan koefisien variasi

Konsentrasi rata-rata :  $\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$

Simpangan baku :  $SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$

Koefisien variasi :  $KV = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100\%$

Contoh :

Hasil uji presisi tembaga pada badan udang jerbung dengan penambahan konsentrasi 0,2043 ppm

xi diperoleh dari hasil pengurangan konsentrasi pengukuran dengan konsentrasi sampel.

Konsentrasi pengukuran = 1,5238 ppm

Konsentrasi sampel = 0,2423 ppm

Maka, xi = 1,5238 ppm – 0,2423 ppm = 1,2815 ppm

Konsentrasi rata-rata :  $\bar{x} = \frac{1,2815 + \dots + 1,2293}{5} = 1,2502$

Simpangan baku :  $SD = \sqrt{\frac{(1,2815-1,2502)^2 + \dots + (1,2293-1,2502)^2}{5-1}} = 0,0236$

Koefisien variasi :  $KV = \frac{0,0236}{1,2502} \times 100\% = 1,89\%$

#### Lampiran 4 Cara perhitungan uji perolehan kembali

$$\text{UPK} = \frac{C_2 - C_1}{S} \times 100\%$$

Keterangan :

$C_1$  = konsentrasi sampel yang tidak ditambahkan dengan standar

$C_2$  = konsentrasi sampel yang ditambahkan dengan standar

$S$  = konsentrasi standar yang ditambahkan

Contoh :

Konsentrasi tembaga dalam badan udang yang tidak ditambah standar  
= 0,5826 ppm

Konsentrasi timbal dalam badan udang yang ditambahkan standar  
= 0,7788 ppm

Konsentrasi standar yang ditambahkan = 0,2231 ppm

Maka,

$$\text{UPK} = \frac{0,7788 - 0,5826}{0,2231} \times 100\% = 87,94 \%$$

## Lampiran 5 Cara perhitungan persentase susut pengeringan

$$\% \text{ susut pengeringan} = \frac{Bb-Bk}{Bb} \times 100\%$$

Keterangan :

Bb = bobot basah sampel (gram)

Bk = bobot kering sampel (gram)

Contoh :

Bobot basah sampel badan udang jerbung = 19,6635 gram

Bobot kering sampel badan udang jerbung = 3,5645 gram

Maka,

$$\% \text{ susut pengeringan} = \frac{19,6635 - 3,5645}{19,6635} \times 100\% = 81,87\%$$

## Lampiran 6 Cara perhitungan penetapan kadar

$$\text{kadar tembaga dalam sampel (bobot kering)} \left( \frac{\text{mg}}{\text{kg}} \right) = \frac{(C \times V)_{\text{sampel}}}{\text{berat sampel}}$$

$$\text{kadar logam dalam sampel (bobot basah)} \left( \frac{\text{mg}}{\text{kg}} \right) =$$

$$\frac{\text{kadar logam dalam sampel (bobot kering)} \times (100 - \% \text{ susut pengeringan})}{100}$$

Contoh :

$$\text{Berat sampel badan udang jerbung} = 0,5092 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar tembaga dalam sampel (C)} &= 0,3033 \text{ ppm} \\ &= 0,3033 \text{ } \mu\text{g/mL} \end{aligned}$$

$$\text{Volume larutan sampel (V)} = 10,0 \text{ mL}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar tembaga dalam sampel (bobot kering)} &= \frac{0,3033 \text{ } \mu\text{g/ml} \times 10,0 \text{ ml}}{0,5092 \text{ gram}} \\ &= 5,9564 \text{ } \mu\text{g/gram} \\ &= 5,9564 \text{ mg/kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar tembaga dalam sampel (bobot basah)} &= \frac{5,9564 \text{ mg/kg} \times (100 - 81,87)}{100} \\ &= 1,0799 \text{ mg/kg} \end{aligned}$$

