PENGARUH PERENDAMAN DAN PEREBUSAN DENGAN PENAMBAHAN ASAM TERHADAP PENURUNAN KADAR CEMARAN Pb PADA PENSI (*Corbicula javanica)*

SKRIPSI

Oleh :

ANNI KHOLILA LUBIS
NIM : 1604115

PROGRAM STUDI S1 FARMASI
FAKULTAS FARMASI
UNIVERITAS PERINTIS INDONESIA
PADANG
2020

PERNYATAAN ORISINILITAS DAN PENYERAHAN HAK CIPTA

Saya bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Anni Kholila Lubis
NIM : 1604115
Judul Skripsi : Pengaruh Perendaman dan Perebusan dengan Penambahan Asam terhadap Penurunan Kadar Cemaran Pb pada Pensi *(Corbicula javanica)*

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Skripsi yang saya tulis merupakan hasil karya saya sendiri, terhindar dari unsur plagiarisme, dan data beserta seluruh isi skripsi tersebut adalah benar adanya.
2. Saya menyerahkan hak cipta dari skripsi tersebut ke Falkutas Farmasi Universitas Perintis Indonesia untuk dapat dimanfaatkan dalam kepentingan akademis.

Padang, 17 September 2020

Anni Kholila Lubis

Lembar Pengesahan Skripsi

Dengan ini dinyatakan bahwa :

Nama : Anni Kholila Lubis

NIM : 1604115

Judul Skripsi : Pengaruh Perendaman dan Perebusan dengan Penambahan Asam terhadap Penurunan Kadar Cemaran Pb pada Pensi *(Corbicula javanica)*

Telah diuji dan disetujui skripsinya sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Farmasi (S.Farm) melalui ujian sarjana yang diadakan pada tanggal 17 September 2020 berdasarkan ketentuan yang berlaku

Ketua Sidang

Dr. apt. Eka Fitrianda, M.Farm

Pembimbing I	**Anggota Penguji I**
Sandra Tri Juli Fendri, M.Si	**Dr. Apt. Syofyan, S.Si, M.Farm**
Pembimbing II	**Anggota Penguji II**
Muthia Miranda Zaunit, S.Pd, M.Si	**apt. Nessa, S.Farm, M.Biomed**

Mengetahui :
Ketua Program Studi S1 Farmasi

apt. Revi Yenti, M.Si

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim
Bacalah dengan menyebut nama Tuhanmu
Dia telah menciptakan manusia dari segumpal darah
Bacalah dan Tuhanmulah yang Maha Mulia
Yang mengajar manusia dengan pena,
Dia mengajarkan manusia apa yang tidak diketahuinya (QS: Al-'Alaq 1-5)
Maka nikmat Tuhanmu yang manakah yang kamu dustakan ? (QS: Ar-Rahman 13)
Niscaya Allah akan mengangkat (derajat) orang-orang yang beriman diantaramu dan orang-orang yang diberi ilmu beberapa derajat(QS : Al-Mujadilah 11)

Alhamdulillahirobbil alamin....

Sujud syukurku kusembahkan kepadamu Allah yang Maha Agung Maha Adil Maha Penyayang, atas takdirmu telah kau jadikan aku manusia yang senantiasa berpikir, berilmu, dan bersabar dalam menjalani kehidupan ini.

Kupersembahkan sebuah karya ini teristimewa untuk Ayahanda dan Ibundaku tercinta *yang tiada hentinya memberiku semangat, do'a, nasehat, dan kasih sayang, serta segala hal yang telah dilakukan untuk kebahagiaanku.* ***Yang Tersayang Abang-abangku: bg Udin, bg Amat, bg Ikbal, bg Ucok, dan bg Apis*** *terimakasih telah menjadi abang yang menjaga dan menyayangi adek kalian ini.* ***Yang Tersayang Kakak-kakakku: kak Butet, kak Laila dan kak Imik*** *terimakasih karna selalu ada dan mendengarkan keluh kesah hidupku ini☺Dan Terimakasih kepada keluarga besar lainnya.*

Kupersembahkan sebuah tulisan dari didikan kalian yang ku aplikasikan dengan ketikan, hanya ucapan TERIMA KASIH yang setulusnya tersirat dihati yang ingin ku sampaikan

Teruntuk sahabat yang selalu ada dikala sedih dan tawaku "Melia dan Lilis" Terimakasih atas kebaikannya

Teruntuk sahabat Pejuang Toga "Upik Tiza, Tia mak pejuang, Rut cici Gea, Unang anak sultan, Rani adik mbo, Lusi centil" Terimakasih atas ketulusannya, susah, sedih, senang telah kita lalui bersama selama 4 tahun dalam mendapatkan gelar S.Farm dan Alhamdulillah kita bisa wisuda bareng

Teruntuk "Alvin, Adel, Nadia, Humaira, Fikri, Zulmi" Terimakasih karna telah menemani, menghibur dan menjadi my besties☺

With Love ❤

Anni Kholila Lubis, S.Farm

KATA PENGANTAR

بسم الله الرحمن الرحيم

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh. Alhamdulillahirobbil alamin puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi yang berjudul "**Pengaruh Perendaman dan Perebusan dengan Penambahan Asam terhadap Penurunan Kadar Cemaran Pb pada Pensi *(Corbicula javanica)*"**, untuk memenuhi salah satu syarat mencapai gelar Serjana Farmasi pada Universitas Perintis Indonesia (UPERTIS).

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kata kesempurnaan dan tidak akan terwujud tanpa partisipasi dan kontribusi dari berbagai pihak. Maka pada kesempatan ini izinkan penulis dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat untuk mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang tidak terhingga kepada :

1. Bapak Sandra Tri Juli Fendri, M.Si sebagai dosen pembimbing I dan Ibu Muthia Miranda Zaunit, S.Pd, M.Si sebagai pembimbing II yang telah meluangkan waktu, memberikan ilmu, arahan, petunjuk, inspirasi, nasehat serta bimbingan selama penelitian dan penyusunan skripsi ini
2. Ibu Diana Agustin, S.Si, M.Farm, Apt sebagai dosen pembimbing akademik yang telah memberikan nasehat dan bimbingan kepada penulis selama perkuliahan.

3. Bapak Prof. Dr. apt. Elfi Sahlan Ben selaku Rektor di Universitas Perintis Indonesia.
4. Dr. apt Eka Fitrianda, M. Farm, selaku Dekan Fakultas Farmasi Universitas Perintis Indonesia.
5. Ibu apt. Revi Yenti, M.Si selaku Ka. Prodi S1 Farmasi Universitas Perintis Indonesia
6. Bapak/Ibu dosen yang telah memberikan ilmu kepada penulis, serta staf karyawan/karyawati Universitas Perintis Padang (UPERTIS).
7. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan namanya satu persatu, atas bantuan baik langsung maupun tidak langsung dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan, untuk itu penulis sangat mengharapkan masukan berupa kritik dan saran yang positif demi kelengkapan dan kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata penulis mengharapkan semoga skripsi ini dapat bermanfaat serta dapat menambah wawasan pembaca maupun bagi penulis sendiri.

Wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Padang, 17 September 2020

Hormat Saya,

Penulis

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh perendaman dan perebusan dengan penambahan asam terhadap penurunan kadar cemaran Pb pada pensi (*Corbicula javanica).* Didalam tubuh, keracunan akibat Pb dapat menyebabkan gangguan anatomi tubuh, seperti *ensefalopati* (penyakit degenaratif otak) pada anak-anak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penurunan kadar logam Pb pada pensi. Pensi di paparkan Pb sebanyak 20 ppm selama 10 hari. Sampel yang telah terpapar Pb diberi perlakuan perendaman dan perebusan dengan asam (asam cuka dan jeruk nipis), sampel didestruksi basah, dan dilakukan uji kuantitatif dengan menggunakan motode Spektrofotometer Serapan Atom (Varian SPECTRAA 240) pada panjang gelombang 217,0 nm. Hasil yang didapatkan untuk kadar Pb sampel tanpa perlakuan adalah 1,8 mg/kg, sampel yang terpapar Pb 20 ppm adalah 73,23 mg/kg, sampel dengan perlakuan perendaman asam ditambah cuka konsentrasi 25% adalah 54,73 mg/kg dan konsentrasi 12,5% adalah 56,75 mg/kg, sampel dengan perlakuan perendaman asam ditambah jeruk nipis konsentrasi 25% adalah 56,25 mg/kg dan konsentrasi 12,5% adalah 57,21 mg/kg. Kadar Pb pada sampel dengan perlakuan perebusan asam ditambah jeruk nipis 5% pada perebusan 10 menit adalah 58,96 mg/kg, pada perebusan 20 menit adalah 53,85 mg/kg, pada perebusan 25 menit 50,81 mg/kg dan pada perebusan 30 menit adalah 47,55 mg/kg. Berdasarkan hasil yang didapatkan maka dapat disimpulkan terdapat pengaruh perendaman dan perebusan dengan asam yang dapat menurunkan kadar cemaran Pb pada pensi (*Corbicula javanica).* Hasil analisa statistik Kruskal-wallis dari nilai penambahan asam menunjukkan ada perbedaan yang signifikan ($P<0,05$). Ini berarti penambahan asam berpengaruh nyata terhadap penurunan kadar cemaran Pb pada pensi (*Corbicula javanica).*

Kata Kunci : Pensi (*Corbiculla javanica),* Asam Cuka , Jeruk Nipis, SSA

ABSTRAC

Research has been carried out on the effect of soaking and boiling with the addition of acid to reduce levels of Pb contamination in pensi (Corbicula javanica). In the body, Pb poisoning can cause anatomical disorders, such as encephalopathy (degenerative brain disease) in children. This study aims to determine the reduction in Pb metal content in pensi. Pensi was described as Pb as much as 20 ppm for 10 days. Samples that have been exposed to Pb were treated with soaking and boiling with acids (vinegar and lime acid), wet digested samples, and quantitative tests were carried out using the Atomic Absorption Spectrophotometer (Varian SPECTRAA 240) method, at a wavelength of 217.0 nm. The results obtained for the Pb level of the sample without treatment were 1,8 mg/kg, the sample exposed to 20 ppm Pb was 73,23 mg/kg, the sample with the acid soaking treatment and the addition of vinegar to the 25% concentration was 54,73 mg/kg and the concentration of 12,5% was 56,75 mg/kg, the sample with the acid immersion treatment and the addition of lime, the concentration of 25% was 56,25 mg/kg and the concentration of 12,5% was 57,21 mg/kg. The Pb level in the sample with the treatment of acid boiling and the addition of 5% lime for 10 minutes of boiling was 58,96 mg/kg, at 20 minutes of boiling was 53.85 mg / kg, at 25 minutes of boiling 50,81 mg/kg and at boiling 30 minutes is 47,55 mg/kg. Based on the results obtained, it can be concluded that there is an effect of soaking and boiling with acid which can reduce the levels of Pb contamination in pensi (Corbicula javanica). The results of the Kruskal-wallis statistical analysis of the value of adding acid showed a significant difference (P <0.05). This means that the addition of acid has a significant effect on reducing the levels of Pb contamination in pensi (Corbicula javanica).

Keywords: Pensi (Corbicula javanica), Vinegar Acid, Lime, AAS

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR ..... **i**
ABSTRAK ..... **iii**
ABSTRACT ..... **v**
DAFTAR ISI ..... **vi**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **vii**
DAFTAR TABEL ..... **viii**
DAFTAR GAMBAR ..... **ix**
BAB I. PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA **5**
2.1 Tinjauan Biologi Pensi 5
2.1.1 Klasifikasi 5
2.1.2 Manfaat Pensi 6
2.1.3 Kandungan Pensi 6
2.2 Tinjauan Kimia Pb 8
2.2.1 Monografi Pb 8
2.2.2 Sumber Pb dalam Lingkungan 8
2.2.3 Identifikasi Pb 10
2.2.4 Penetapan Kadar Pb 11
2.3 Tinjauan Farmakologi Pb 12
2.3.1 Toksisitas Pb pada Manusia 13
2.3.2 Mekanisme Keracunan 19
2.3.3 Terapi keracunan Pb 20
2.4 Jeruk nipis 21
2.5 Asam Cuka 22
2.6 Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) 24
2.6.1 Prinsip Kerja Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) 24
2.6.2 Hubungan Absorban dengan Konsentrasi 26
2.6.3 Peralatan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) 27
2.6.4 Keunggulan dan Kelemahan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) 32
BAB III. METODE PENELITIAN **34**
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 34
3.2 Alat dan Bahan 34
3.2.1 Alat 34
3.2.2 Bahan 34
3.3 Prosedur Penelitian 34
3.3.1 Pengambilan Sampel 34
3.3.2 Identifikasi Sampel 35
3.3.3 Pembuatan Larutan Pereaksi 35
3.3.3.1 Pembuatan Larutan Pb 20 ppm 35
3.3.3.2 Pembuatan Larutan Standar Pb 35
3.3.3.3 Pembuatan Larutan Asam 36
3.3.4 Penyiapan Sampel 36

3.3.4.1 Sampel Tanpa Perlakuan 36
3.3.4.2 Sampel Terpapar Pb 20 ppm.....36
3.3.4.3 Sampel Perlakuan dengan Perendaman Asam 37
3.3.4.4 Sampel Perlakuan dengan Perendaman Asam 37
3.3.5 Susut Pengeringan 37
3.3.6 Destruksi Sampel.....37
3.3.7 Pengukuran Kadar Pb pada Sampel dengan SSA 38
3.3.7.1 Pengukuran Serapan Larutan Seri Standar & Pem.Kurva 38
3.3.7.2 Pengukuran Kadar Pb dalam Sampel 38
3.3.8 Pengolahan Data 39
3.4 Analisis Data.....39
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....40
4.1 Hasil Penelitian 40
4.2 Pembahasan 41
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN 48
5.1 Kesimpulan.....48
5.2 Saran.....48
DAFTAR PUSTAKA.....49
LAMPIRAN

DAFTAR LAMPIRAN

1. Identifikasi Sampel 54
2. Bagan Alur Penelitian 55
3. Penyiapan Sampel.....56
4. Pembuatan Larutan Standar Pb.....57
5. Destruksi Sampel 58
6. Alur Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) 59
7. Gambar Pensi (*Corbicula javanica)*, Jeruk Nipis dan Asam Cuka 60
8. Seperangkat Alat Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).....61
9. Gambar Perlakuan Sampel 60
10. Pembuatan Kurva Kalibrasi.....65
11. Perhitungan Kurva Kalibrasi 66
12. Perhitungan Batas Deteksi dan Batas Kuantitasi Pb.....68
13. Penentuan Kadar Pb pada Pensi (*Corbicula javanica)* 69
14. Perhitungan Persentase Penurunan Kadar Cemaran Pb.....70
15. Persentase Penurunan Kadar Pb 72
16. Hasil Susut Pengeringan.....73
17. Uji Statistik 74

DAFTAR TABEL

1. Hasil Pengukuran Absorban Larutan Standar Pb 66
2. Perhitungan Kalibrasi Larutan Standar Pb 67
3. Perhitungan Batas Deteksi dan Batas Kuantitasi Pb.....68
4. Hasil Pengukuran Kadar Pb pada pensi 69
5. Perhitungan Persentase Penurunan Kadar Cemaran Pb.....72
6. Susut Pengeringan.....73
7. Perhitungan Statistik Normalitas Anova 74
8. Perhitungan Statistik Homogenitas Anova.....74
9. Perhitungan Statistik Ranks Uji Kruskal-Wallis 74
10. Perhitungan Statistik Uji Kruskal-Wallis.....74

BAB I. PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Corbicula merupakan jenis kerang yang dikenal oleh masyarakat Sumatera Barat dengan nama pensi, yang tergolong famili Corbiculidae. Keberadaan pensi di Danau Singkarak merupakan anugerah bagi masyarakat sekitar, dimana dengan keberadaan pensi secara tidak langsung dapat menunjang perekonomian masyarakat disekitar danau (PSLH, 1994). Saat ini terlihat Danau Singkarak mengalami perubahan seperti penurunan permukaan air danau dan seiring dengan pemanfaatan pensi tersebut, danau sebagai tempat hidup pensi juga digunakan sebagai tempat objek wisata dan pembuatan jala apung (keramba) oleh masyarakat disana (Nofriza, 2005).

Danau sebagai tempat berbagai hasil buangan manusia baik dari pemukiman dan pertanian yang ada disekitar sehingga dapat mempengaruhi faktor fisika kimia air dan biota air yang ada didalamnya. Banyaknya senyawa organik yang masuk ke dalam air mengakibatkan air semakin keruh dan kotor. Keadaan ini berpengaruh kepada ekosistem danau maka secara langsung berdampak terhadap plankton yang menjadi makanan pensi (*Corbicula javanica*). Diduga dengan banyaknya aktivitas masyarakat di Danau Singkarak sebagai habitat pensi dapat terganggu (Nofriza, 2005). Sehingga dikhawatirkan akan terdapatnya pencemaran logam berat seperti logam Pb. Pb adalah logam berat yang dapat menyebabkan keracunan dan terakumulasi dalam tubuh manusia. Mekanisme masuknya Pb ke dalam tubuh manusia dapat melalui sistem pernapasan, oral, ataupun langsung melalui permukaan kulit. Didalam tubuh, keracunan akibat Pb dapat menyebabkan gangguan anatomi tubuh, seperti *ensefalopati* (penyakit

degenaratif otak) pada anak-anak dengan membengkaknya otak, kemungkinan demielinasi (rusaknya sarung myelin saraf) otak dan otak kecil yang putih sebelah belakang, kematian sel-sel syaraf (Robbins, 1995).

Kerang merupakan biota air yang potensial terkontaminasi logam berat karena sifatnya yang *filter feeder*. Logam Pb dapat terakumulasi dalam tubuh kerang melalui rantai makanan, yang akhirnya akan membahayakan kesehatan manusia. Sistem rantai makanan menunjukkan bahwa manusia merupakan penumpuk logam berat paling tinggi dalam tubuhnya karena berperan sebagai konsumen tingkat tinggi (Hutabarat dan Evans 2008). Menurut M. Suhaemi (2016) kandungan logam Pb pada pensi yang berada di Muko-Muko atau Danau Maninjau terdapat sebesar 4,17 mg/kg, kandungan Pb yang terakumulasi tersebut sudah melebihi batas maksimum yang diperbolehkan dalam pangan pada kerang yang hanya 1,5 mg/kg (SNI, 2009).

Adanya masalah pencemaran logam berat pada kerang seperti yang telah disebutkan diatas, maka perlu dilakukan penelitian untuk menurunkan kadar Pb sehingga penyebab negatif terhadap masyarakat yang mengkonsumsinya dapat berkurang. Salah satu upaya pengurangannya adalah dengan cara perendaman dan perebusan menggunakan larutan yang dapat mengikat logam berat.

Menurut Armanda (2009), sayuran buah jeruk mengandung asam sitrat yang dapat mengikat ion-ion logam dengan membentuk kompleks, sehingga dapat menghilangkan ion-ion logam yang terakumulasi pada kerang. Larutan Asam cuka mengandung asam asetat yang mudah bercampur dengan pelarut polar atau nonpolar lainnya seperti air, kloroform dan heksana. (Hart *dkk*, 2003). Reaksi antara zat pengikat logam (asam cuka) dengan ion logam menyebabkan ion logam

kehilangan sifat ionnya dan mengakibatkan logam berat tersebut kehilangan sebagian besar toksisitasnya, sehingga asam asetat ini dapat digunakan sebagai pelarut logam berat Pb pada kerang atau *Corbicula javanica*. Menurut penelitian Indasah (2008) asam asetat 25% mampu menurunkan Pb pada daging kupang beras 95,7%.

Sehingga dari latar belakang diatas peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang pengaruh perendaman dan perebusan asam terhadap penurunan kadar cemaran Pb pada pensi (*Corbocula javanica)* yang di ukur dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).

1.2. Rumusan Masalah

1. Berapakah kadar Pb yang terdapat pada pensi (*Corbicula javanica*) yang beredar di Danau Singkarak secara Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).
2. Berapakah kadar Pb yang terdapat pada pensi setelah direndam dan direbus dengan asam yang diukur dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).
3. Apakah ada pengaruh perendaman dan perebusan dengan asam terhadap penurunan kadar cemaran Pb pada pensi (*Corbicula javanica*).

1.3. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui kadar Pb yang ada pada pensi (*Corbicula javanica*) yang beredar di Danau Singkarak secara Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).

2. Untuk mengetahui kadar Pb yang terdapat pada pensi setelah di rendam dan direbus dengan asam yang diukur dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).
3. Untuk melihat pengaruh perendaman dan perebusan dengan asam terhadap penurunan kadar cemaran Pb pada pensi (*Corbicula javanica*).

1.5. Manfaat penelitian

1. Bagi peneliti

   Penelitian ini bermanfaat dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang kimia farmasi

2. Bagi Masyarakat

   Memberikan informasi kepada masyarakat tentang cemaran Pb pada pensi (*Corbicula javanica*) yang beredar di Danau Singkarak secara Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Biologi

2.1.1. Klasifikasi dan Morfologi Pensi (*Carbicula*)

Klasifikasi Pensi *(Corbicula javanica)* menurut (Bunjamin Dharma, 2005) adalah sebagai berikut:

Filum : Mollusca

Kelas : Bivalvia

Ordo : Eulamellibranchiata

Famili : Corbiculidae

Genus : *Corbicula*

Spesies : *Corbicula javanica* (Mousson, 1849)

Gambar1. Pensi *Corbicula javanica*

Corbicula javanica memiliki cangkang dengan panjang berkisar antara 9,1- 26,7 mm, lebar antara 7,4 – 21,2 mm, dan tebal antara 5,6 – 15,2 mm. jenis ini umumnya berbentuk segitiga lonjong berlunas-lunas konsentrik agak kasar, dengan umbo tidak terlalu menonjol, memiliki warna hijau kekuningan sampai kehitaman dan pada bagian hulunya memudar menjadi putih (Djajasasmita, 1999)

2.1.2. Manfaat Pensi (*Carbicula javanica*)

Bivalvia memiliki kemampuan beradaptasi yang cukup tinggi di berbagai habitat, dapat mengakumulasi logam berat tanpa mengalami kematian dan memiliki peran sebagai bioindikator suatu lingkungan. Bivalvia memiliki beberapa manfaat bagi manusia diantaranya sebagai sumber protein, bahan pakan ternak, bahan industri, perhiasan, bahan pupuk serta untuk obat-obatan. Hewan ini dapat dijadikan protein sebagai ganti lauk pauk. Cangkang Bivalvia dapat dijadikan bahan industri terutama industri rumah tangga. Kelas Bivalvia merupakan salah satu kelas dari filum Moluska yang memiliki peran penting dalam melihat kualitas suatu perairan. Bivalvia juga memiliki fungsi sebagai bioindikator kualitas perairan karena Bivalvia menghabiskan hidup di kawasan air yang tercemar. Tubuh Bivalvia terpapar oleh bahan perncemar dan berada di bawah lumpur (Restu, 2012).

Corbicula javanica merupakan salah satu jenis kerang yang bernilai ekonomis. Kerang air tawar ini dikonsumsi manusia sebagai sumber protein hewani, digunakan sebagai baha obat serta makanan ternak, jenis kerang ini hidup didasar perairan yang berlumpur, berpasir, dan substrat yang lebih keras (Suwignyo, 2005).

2.1.3. Kandungan Pensi

Pensi mengandung asam lemak omega 3 rantai panjang yang baik bagi kesehatan jantung (Salamah & Purwaningsih, 2012). Hewan famili molluska yaitu hewan bertubuh lunak, yang umumnya dilindungi oleh cangkang keras berupa kalsium karbonat. Kerang ini disukai sebagai makanan favorit dan menjadi salah satu sumber protein (Fahmi, 2015).

Protein adalah molekul makro yang mempunyai berat molekul antara lima ribu hingga beberapa juta dan merupakan sumber asam amino yang mengandung unsur-unsur C, H, O, dan N (S Almatsier, 1989). Protein sebagai sumber energi memberikan 4 Kkal per gramnya. Jumlah total protein tubuh adalah sekitar 19% dari berat daging, 45% dari protein tubuh adalah otot. Kebutuhan protein bagi seorang dewasa adalah 1 gram/kg berat badan setiap hari. Untuk anak-anak yang sedang tumbuh diperlukan protein yang lebih banyak, yaitu 3 gram/kg berat badan. Untuk menjamin agar tubuh benar-benar mendapatkan asam amino dalam jumlah dan jenis yang cukup, sebaiknya untuk orang dewasa seperlima dari protein yang diperlukan haruslah protein yang berasal dari hewan, sedangkan untuk anak-anak sepertiga dari jumlah protein yang diperlukan (Mustika, 2012).

Moluska merupakan komoditi perikanan yang potensial sebagai kandidat sumber senyawa bioaktif untuk berbagai keperluan. Senyawa bioaktif yang ditemukan dalam moluska diidentifikasi sebagai peptida, depsipeptida, seskuiterpen, skualen, terpen, alkaloid, flavonoid, polipropionat, senyawa nitrogen, makrolida, prostaglandin, turunan asam lemak, dan senyawa lain yang memiliki aktivitas tertentu (Blunt *dkk*, 2006). Produk alami yang diisolasi dari bivalvia maupun gastropoda telah dimanfaatkan antara lain sebagai antioksidan, antitumor, antivirus, antibakteri, antijamur, antikanker, sitotoksik, dan penghambat enzim (Defer *dkk*, 2009).

2.2. Tinjauan Kimia Pb

2.2.1. Monografi Pb

Timbal atau timah hitam adalah sejenis logam lunak yang berwarna coklat dengan lambang Pb, nomor atom 82, berat atom 207,19, titik leleh $327,5^0$ C, titik didih 1725^0 C, dan berat jenis 11,4 gr/ml (Relly,1991). Timbal merupakan logam yang terdapat secara alami didalam kerak bumi dan tersebar dalam jumlah kecil melalui proses alami (Vogel, 1990).

2.2.2. Sumber Pb dalam Lingkungan

Pb dan persenyawaannya dalam lingkungan dapat berasal secara alamiah maupun sebagai dampak kegiatan manusia.

1. Secara alamiah Pb dapat masuk ke perairan melalui pengkristalan Pb di udara dengan bantuan air hujan. Disamping itu proses pelapukan dari batuan mineral akibat hempasan gelombang dan angin juga merupakan salah satu jalur sumber Pb yang akan masuk ke badan perairan (Palar, 1994). Sumber alamiah persenyawaan pb jarang ditemui dalam keadaan murni tetapi sering ditemui dalam bentuk Galena (PbS), Anglesit ($PbSO_4$) dan cerusit ($PbCO_3$) dalam jumlah yang relatif kecil (Filov *dkk*, 1993). Logam berat dalam perairan dapat terakumulasi pada padatan di dalam perairan seperti sedimen. Pada umumnya logam berat yang terakumulasi di dalam sedimen tidak berbahaya, namun adanya pengaruh kondisi kimia akuatik seperti perubahan pH dapat menyebabkan logam barat yang terakumulasi pada sedimen terionisasi ke perairan. Hal ini menjadikan logam-logam berat bersifat racun bagi kehidupan perairan (Connel and Miller, 1995). Pencemaran logam berat dapat merusak lingkungan perairan dalam hal stabilitas dan keanekaragaman ekosistem. Dari

aspek ekologis, kerusakan ekosistem perairan akibat pencemaran logam berat dipengaruhi oleh kadar dan sumber zat pencemar yang masuk dalam perairan, sifat toksisitas, dan bioakumulasi. Pencemaran logam berat dapat menyebabkan terjadinya kerusakan sistem perairan (Darmono, 2001).

2. Pb yang terdapat pada daerah perairan merupakan dampak kegiatan manusia yang beraneka ragam, antara lain ditemukannya Pb pada air limbah yang berasal dari pertambangan timbal, industri baterai, selain itu juga ditemukan pada air minum, hal ini disebabkan karena pipa air juga dilapisi logam timbal (Channel, 1994). Industri yang perpotensi sebagai sumber pencemaran Pb adalah semua industri yang memakai Pb sebagai bahan baku maupun bahan penolong, misalnya: Industri pengecoran maupun pemurnian. Industri ini menghasilkan timbal konsentrat (*primary lead*), maupun *secondary lead* yang berasal dari potongan logam (*scrap*). Industri batery. Industri ini banyak menggunakan logam Pb terutama lead *antimony alloy* dan *lead oxides* sebagai bahan dasarnya. Industri bahan bakar. Pb berupa *tetra ethyl lead* dan *tetra methyl lead* banyak dipakai sebagai anti knock pada bahan bakar, sehingga baik industri maupun bahan bakar yang dihasilkan merupakan sumber pencemaran Pb. Industri kabel. Industri kabel memerlukan Pb untuk melapisi kabel. Saat ini pemakaian Pb di industri kabel mulai berkurang, walaupun masih digunakan campuran logam Cd, Fe, Cr, Au dan arsenik yang juga membahayakan untuk kehidupan makluk hidup. Industri kimia yang menggunakan bahan pewarna, pada industri ini seringkali dipakai Pb karena relatif lebih rendah jika dibandingkan dengan logam pigmen yang lain. Sebagai pewarna merah pada cat biasanya dipakai *red lead*, sedangkan untuk

warna kuning dipakai *lead chromate*. Pencemaran Pb juga diakibatkan oleh hasil pembakaran dari bahan tambahan (aditif) Pb pada bahan bakar kendaraan bermotor menghasilkan emisi Pb organik. Logam berat Pb yang bercampur dengan bahan bakar tersebut akan bercampur dengan oli dan melalui proses didalam mesin maka logam berat Pb akan keluar dari knalpot bersama dengan gas buang lainnya. Pencemaran logam berat terhadap lingkungan terjadi karena adanya penggunaan logam tersebut dalam kegiatan manusia, sehingga menghasilkan limbah yang mencemari lingkungan. Daya toksisitas logam berat terhadap makhluk hidup sangat bergantung pada spesies, lokasi, umur (fase siklus hidup), daya tahan (detoksikasi) dan kemampuan individu untuk menghindarkan diri dari pengaruh polusi. Toksisitas pada spesies biota dibedakan menurut kriteria dari biota air dan biota darat, sedangkan toksisitas menurut lokasi dibagi menurut kondisi tempat hidup, yaitu daerah pencemaran berat, sedang, dan daerah nonpolusi (Palar, 1994).

2.2.3. Identifikasi Pb

a. Dengan natrium hidroksida (NaOH) akan terbentuk endapan putih $Pb(OH)_2$ yang larut dalam reagensia berlebih (Vogel, 1990).

b. Dengan kalium kromat (K_2CrO_4) akan terbentuk endapan kuning $PbCrO_4$ (Vogel, 1990)

c. Dengan asam klorida (HCl) encer, terbentuk endapan putih dan larut dalam air panas dan mengendap kembali membentuk Kristal jarum bila didinginan (Vogel, 1990).

d. Dengan asam sulfat (H_2SO_4) terbentuk endapan putih dan tidak larut dalam kelebihan reagen (Vogel, 1990).

2.2.4. Penetapan Kadar Pb

Absorbsi Pb terutama melalui saluran cerna dan saluran nafas, absorbsi melalui usus pada orang dewasa kira-kira 10%, pada anak-anak kira-kira 40%. Pb dan kalsium berkompetisi dalam transport lewat mukosa usus, karena ada suatu hubungan timbal balik antara kadar kalsium makanan dan absorbsi Pb. Kekurangan zat besi dapat meningkatkan absorbsi Pb melalui saluran cerna. Absorbsi Pb melalui saluran cerna berbeda-beda tergantung dari bentuk uap atau artikel, dan kadar Pb kira-kira 90% partikel Pb di udara yang di absorbsi melalui saluran nafas, Pb mula-mula terdistribusi kedalam tulang 95%, gigi dan rambut, sejumlah kecil Pb ditimbun dalam otak sebagian besar dari jumlah tersebut berada di substansia grisea dan ganglia basal, hampir semua Pb terikat dengan eritrosit dalam sirkulasi. Bila kadar Pb relatif tinggi dalam sirkulasi maka akan ditemukan dalam plasma (Ganiswarna, 1995).

Penetapan kadar Pb dapat dilakukan dengan metode gravimetri, volumetri dan fisiko kimia. Metode gravimetri prinsipnya menimbang sejumlah sampel menggunakan timbangan analitik kemudian sampel dirubah dalam bentuk zat murni kemudian diendapkan dan dilakukan penimbangan. Metode volumetri yang digunakan untuk menentukan kadar Pb adalah titrasi kompleksometri. Prinsipnya berdasarkan pada pembentukan senyawa kompleks antara kation dengan zat pembentuk kompleks. Metode fisiko kimia untuk menentukan Pb adalah Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) prinsipnya penyerapan sinar oleh lampu katoda berongga (Depkes RI, 1995).

2.3. Tinjauan Farmakologi Pb

Pb masuk dalam tubuh baik dari udara maupun melalui makanan atau minuman, akan mengumpul terutama didalam jaringan- jaringan tulang, karena logam ini dalam bentuk ion Pb^{2+} yang terdapat dalam jaringan tulang (Fardiaz, 1992). Mekanisme masuknya timbal ke dalam tubuh manusia dapat melalui sistem pernafasan, oral, ataupun langsung melalui permukaan kulit. Kira-kira 40% dari timbal yang masuk melalui pernafasan, diabsorbsi sampai ke saluran pernafasan. Sekitar 5-10% dari senyawa timbal yang masuk diserap oleh saluran gastrointestinal. Timbal yang masuk melalui makanan, masuk ke saluran cerna, dan dapat masuk ke dalam darah. Pada anak-anak, tingkat penyerapan timbal mencapai 53%. Hal ini jauh berbeda pada tingkat penyerapan orang dewasa, yaitu sekitar 10%. Defisiensi besi (Fe) dan Kalsium (Ca) serta diet lemak tinggi dapat meningkatkan absorbsi timbal gastrointestinal. Peningkatan asam lambung dapat meningkatkan absorbsi usus sehingga absorbsi timbal juga meningkat (Riyadina,1997).

Timbal yang diabsorbsi oleh tubuh akan mengikat gugus aktif dari enzim ALAD (*Amino Levulinic Acid Dehidratase*), dimana enzim ini berfungsi pada sintesa sel darah merah. Adanya senyawa timbal akan mengganggu kerja enzim ini sehingga sintesa sel darah merah menjadi terganggu (Palaar, 1994). Timbal juga akan didistribusikan ke darah, cairan ekstraselular, dan beberapa tempat deposit. Tempat deposit timbal berada di jaringan lunak (hati, ginjal, dan syaraf) dan jaringan mineral (tulang dan gigi). Timbal yang terakumulasi dalam skeleton (tulang) diperkirakan sekitar 90% dari jumlah keseluruhan. Tulang berfungsi sebagai tempat penyimpanan karena sifat ion Pb^{2+} yang hampir sama dengan Ca^{2+}

Pb^{2+} yang berkumpul dalam skeleton kemungkinan dapat diremobilisasi ke bagian-bagian tubuh lainnya lama setelah absorbsi awal (Fardiaz, 2001).

Orang dewasa mengabsorpsi Pb sebesar 5-15% dari keseluruhan Pb yang dicerna, sedangkan anak-anak mengabsorpsi Pb lebih besar, yaitu 41,5%. Didalam tubuh manusia, Pb bisa menghambat aktivitas enzim yang terlibat dalam pembentukan hemoglobin (Hb) dan sebagian kecil Pb diekskresikan lewat urin atau feses karena sebagian terikat oleh protein, sedangkan sebagian lagi terakumulasi dalam ginjal, hati, kuku, jaringan lemak, dan rambut (Jusuf *dkk*, 2008).

2.3.1. Toksisitas Pb pada Manusia

Pb logam yang bersifat toksik terhadap manusia, yang bisa berasal dari tindakan mengonsumsi makanan, minuman, atau melalui inhalasi dari udara, debu yang tercemar Pb, kontak lewat kulit, kontak lewat mata, dan lewat parenteral. Logam Pb tidak dibutuhkan oleh tubuh manusia sehingga bila makanan dan minuman tercemar Pb dikonsumsi, maka tubuh akan mengeluarkannya (Jusuf *dkk*, 2008).

Toksisistas Pb bergantung pada daya larut dan ukuran partikel, partikel yang berukuran kecil dapat terhirup dari udara masuk ke paru-paru dan terus kedalam aliran darah, kemudian diedarkan keseluruh jaringan dan organ tubuh. Efek racun timbal ini terjadi setelah adanya penumpukan pada jaringan tubuh dimana jumlahnya melebihi batas yang telah ditentukan (Channel, 1994).

Paparan bahan tercemar Pb dapat menyebabkan gangguan pada organ sebagai berikut:

- Efek Pb dan sintesa hemoglobin

  Sel-sel darah merah merupakan suatu bentuk kompleks khelat yang dibentuk oleh logam Fe(besi) dengan gugus haeme dan globin. Sintesa dari kompleks tersebut melibatkan 2 macam enzim, yaitu enzim ALAD (Amino Levulinic Acid Dehidrase) atau asam levulinat dehidrase dan enzim ferrokhelatase. Enzim ALAD adalah enzim jenis sitoplasma. Enzim ini akan bereaksi secara aktif pada tahap awal sintesa dan selama sirkulasi sel darah merah berjalan. Enzim ferrokhelatase ini akan berfungsi aktif pada akhir proses sintesa, yaitu mengkatalisasi pembentukan kompleks khelat haemoglobin. Senyawa Pb yang ada pada tubuh akan mengikat gugus aktif dan enzim ALAD. Ikatan yang terbentuk antara logam Pb dengan gugus ALAD tersebut akan mengakibatkan pembentukan intermediet porphobilinogen dan kelanjutan dan proses reaksi ini tidak dapat berlanjut (terputus) (Palar, 2008: 84).

- Efek Pb pada sistem syaraf

  Sistem syaraf merupakan sistem yang paling sensitif terhadap daya racun yang dibawa oleh logam Pb. Pengamatan yang dilakukan pada pekerja tambang dan pengolahan logam Pb menunjukkan bahwa pengaruh dari keracunan Pb dapat menimbulkan kerusakan pada otak. Penyakit-penyakit yang berhubungan dengan otak, sebagai akibat dari keracunan Pb adalah epilepsi, halusinasi, kerusakan pada otak besar, dan delirium, yaitu sejenis penyakit gula (Sudarwin, 2008).

- Efek Pb terhadap sistem urinaria

  Senyawa-senyawa Pb yang terlarut dalam darah akan dibawa oleh darah ke seluruh sistem tubuh. Pada peredarannya, darah akan terus masuk ke glomerulus yang merupakan bagian dari ginjal. Dalam glomerulus tersebut terjadi proses penyaringan akhir dari semua bahan yang dibawa darah, apakah masih berguna bagi tubuh atau harus dibuang karena sudah tidak diperlukan lagi. Ikut sertanya senyawa Pb yang terlarut dalam darah ke sistem urinaria (ginjal) dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan pada saluran ginjal. Kerusakan yang terjadi tersebut disebabkan terbentuknya intranuclear inclution bodies yang disertai dengan membentuk aminociduria, yaitu terjadinya kelebihan asam amino urin. (Palar, 2008). Nephropathy (kerusakan nefron pada ginjal) dapat dideteksi dari ketidakseimbangnya fungsi renal dan sering diikuti hipertensi (Sudarwin, 2008).

- Efek Pb terhadap sistem reproduksi

  Percobaan yang diperlakukan terhadap tikus putih jantan dan betina yang diberi perlakuan dengan 1% Pb-asetat ke dalam makanannya, menunjukkan hasil berkurangnya kemampuan sistem reproduksi dari hewan tersebut. Embrio yang dihasilkan dari perkawinan yang terjadi antara tikus jantan yang diberi perlakuan Pb-asetat dengan betina normal (yang tidak diberi perlakuan), mengalami hambatan dalam pertumbuhannya. Sedangkan janin yang terdapat pada betina yang diberi perlakuan Pb-asetat mengalami penurunan dalam ukuran, hambatan pada pertumbuhan dalam rahim induk dan setelah dilahirkan (Palar, 2008).

- Efek Pb Terhadap Sistem Gastrointestinal

  Gejala awal muncul pada konsentrasi timbal dalam darah sekitar 80 µg/100 ml, gejala-gejala tersebut meliputi kurangnya nafsu makan, gangguan pencernaan, gangguan epigastrik setelah makan, sembelit dan diare. Jika kadar timbal dalam darah melebihi 100 µg/100 ml, maka kecenderungan untuk munculnya gejala lebih parah lagi yaitu bagian perut kolik terus menerus dan sembelit yang lebih parah. Jika gejala ini tidak segera ditangani, maka akan muncul kolik yang lebih spesifik. Konsentrasi timbal dalam darah di atas 150 µg/100 ml penderita menderita nyeri dan melakukan reaksi kaki ditarik-tarik ke arah perut secara terus-menerus dan menggeretakkan gigi, diikuti keluarnya keringat pada kening. Jika tidak dilakukan penanganan lebih lanjut maka kolik dapat terjadi selama beberapa hari, bahkan hingga satu minggu (Sudarwin, 2008).

- Efek Pb terhadap sistem endokrin

  Pengukuran terhadap steroid dalam urin pada kondisi paparan Pb yang berbeda dapat digunakan untuk melihat hubungan penyerapan Pb oleh sistem endokrin. Dari pengamatan yang dilakukan dengan paparan Pb yang berbeda terjadi pengurangan pengeluaran steroid dan terus mengalami peningkatan dalam posisi minus. Kecepatan pengeluaran aldosteron juga mengalami penurunan selama pengurangan konsumsi garam pada orang yang mengalami keracunan Pb dari penyulingan alkohol. Endokrin lain yang diuji pada manusia adalah endokrin tiroid. Fungsi dari tiroid sebagai hormon akan mengalami takanan bila manusia kekurangan I131 (yodium isotop 131) (Palar, 2008).

- Efek Pb terhadap jantung

  Tahap akut keracunan timbal khususnya pada pasien yang menderita kolik, tekanan darah akan naik. Jika terjadi hal demikian, maka pasien tersebut akan mengalami hipotonia. Kemungkinan kerusakan miokardial harus diperhatikan (Sudarwin, 2008: 51). Sejauh ini perubahan dalam otot jantung sebagai akibat dari keracunan Pb baru ditemukan pada anak-anak. Perubahan tersebut dapat dilihat dari ketidaknormalan EKG. Tatapi setelah diberikan bahan khelat, EKG akan kembali normal (Palar, 2008).

- Efek karsinogenik

  International Agency for Reseach on Center (IARC) menyatakan bahwa timbal anorganik dan senyawanya termasuk dalam grup 2B, kemungkinan menyebabkan kanker pada manusia. Tahap awal proses terjadinya kanker adanya kerusakan DNA yang menyebabkan peningkatan lesi genetik herediter yang menetap atau disebut mutasi. Timbal diperkirakan mempunyai sifat toksik pada gen sehingga dapat mempengaruhi terjadinya kerusakan DNA/mutasi gen dalam kultur sel mamalia. Patogenesis kanker otak akibat terpapar timbal adalah sebagai berikut: timbal masuk ke dalam darah melalui makanan dan akan tersimpan dalam organ tubuh yang mengakibatkan gangguan sintesis DNA, proliferensi sel yang membentuk nodul selanjutnya berkembang menjadi tumor ganas (Sudarwin, 2008).

Masuknya timbal secara berlebihan ke dalam tubuh, dapat mengakibatkan keracunan. Keracunan oleh persenyawaan timbal disebut juga *plubism* (Darmono, 2001). Besarnya tingkat keracunan timbal menurut WHO (1977) dalam Naria (1999) dipengaruhi oleh:

- Umur: Anak-anak mengabsorbsi timbal lebih banyak dari orang dewasa. Anak-anak juga lebih rentan sehingga dapat terjadi efek keracunan pada kandungan timbal yang rendah dalam darah.
- Jenis kelamin: Wanita lebih rentan dibandingkan dengan pria.
- Musim panas akan meningkatkan daya racun timbal.
- Peningkatan asam lambung akan meningkatkan absorbsi timbal
- Peminum alkohol lebih rentan terhadap timbal.

Dampak kronis dari keterpaparan timbal diawali dengan kelelahan, kelesuan, irritabilitas, dan gangguan gastrointestinal. Keterpaparan yang terus-menerus pada sistem syaraf pusat menunjukkan gejala insomnia (susah tidur), bingung atau pikiran kacau, konsentrasi berkurang, dan gangguan ingatan. Beberapa gejala lain yang diakibatkan keterpaparan timbale secara kronis di antaranya adalah kehilangan libido, infertilitas pada laki-laki, gangguan menstruasi, serta aborsi spontan pada wanita. Pada laki-laki telah terbukti adanya perubahan dalam spermatogenesis, baik dalam jumlah, gerakan, dan bentuk spermatozoa, semuanya mempunyai nilai yang lebih rendah dari standar normal.

Keracunan akut yang ditimbulkan Pb juga ditandai dengan adanya mual, muntah, diare, atau konstipasi, kolik usus, suhu tubuh yang rendah dan penurunan tekanan darah. Disamping itu terjadi pula kerusakan yang parah dihati dan ginjal. Keracunan timbal kronis secara perlahan akan menimbulkan gangguan pada komponen darah dan sum-sum tulang, sistem saraf, otot polos, ginjal serta kulit, pada anak-anak dapat menunjukkan penurunan IQ dan gangguan pengelihatan (Ganiswarna, 1995; Mutschler, 1991).

2.3.2. Mekanisme Keracunan

Mekanisme keracunan terbagi atas dua fase, yaitu fase kinetik dan fase dinamik. Fase kinetik meliputi proses-proses biologi biasa seperti penyerapan, penyebaran dalam tubuh, metabolisme dan proses pembuangan atau ekskresi. Adapun fase dinamik meliputi semua reaksi-reaksi biokimia yang terjadi dalam tubuh, berupa katabolisme dan anabolisme yang melibatkan enzim-enzim. Pada fase kinetik, baik toksikan (bahan-bahan beracun) dan atau protoksikan (bahan-bahan yang mempunyai potensi untuk menjadi racun) akan mengalami proses sinergetik atau sebaliknya proses antagonis. Proses sinergetik merupakan proses atau peristiwa terjadinya penggandaan atau peningkatan daya racun yang sangat tinggi. Sedangkan proses antagonis merupakan proses atau peristiwa pengurangan dan bahkan mungkin penghapusan daya racun yang dibina oleh suatu zat atau senyawa. Peristiwa sinergetik dan antagonis ini didalam tubuh dapat terjadi akibat dari adanya bahan-bahan lain yang terdapat didalam tubuh, baik yang memang sudah ada sebagai sistem ataupun sebagai bahan lain yang masuk ke dalam tubuh. Fase dinamik merupakan proses lanjut dari fase kinetik. Pada fase dinamik ini bahan racun yang tidak bisa dinetralisir oleh tubuh akan bereaksi dengan senyawa-senyawa hasil dari biosintesa seperti protein, enzim, asam inti, lemak, dan lain-lain. Hasil dari reaksi yang terjadi antara bahan beracun dengan produk biosintesa ini bersifat merusak terhadap proses-proses biomolekul dalam tubuh. Bahan beracun atau toksikan bersifat inhibitor (menghalangi kerja) terhadap enzim. Apabila terjadi pertemuan atau reaksi antara bahan beracun dengan enzim, maka kerja enzim akan terhalang. Keadaan itu akan turut mempengaruhi proses metabolisme tubuh, sehingga terjadi ketimpangan- ketimpangan. Pada tingkat

lanjutnya, keadaan ini dapat merusak seluruh sistem kerja enzim dalam tubuh (Palar, 2008).

Mekanisme keracunan oleh logam dapat dikelompokkan ke dalam tiga kategori yaitu:

- Memblokir atau menghalangi kerja gugus fungsi biomolekul yang esensial untuk proses-proses biologi, seperti protein dan enzim.
- Menggantikan ion-ion esesensial yang terdapat dalam molekul terkait.
- Mengadakan modifikasi atau perubahan bentuk dari gugus-gugus aktif yang dimiliki oleh biomolekul. Mekanisme kerja reaksi dari logam terhadap protein, pada umumnya menyerang ikatan sulfida. Penyerangan terhadap ikatan sulfida yang selalu ada pada molekul protein itu akan menimbulkan kerusakan dari struktur protein terkait (Palar, 2008).

2.3.3. Terapi Keracunan Pb

Pengobatan keracunan Pb dilakukan dengan penambahan kelator, dimana kelator merupakan antidotum paling serba guna dan efektif untuk keracunan logam. Kelator bisa digunakan untuk pengobatan intoksikasi timbal yaitu natrium kalsium edetat (penisilamin). Diamana pada kasus yang lebih ringan digunakan natrium sitrat, yaitu dengan cara sama mengubah timbal menjadi senyawa yang tidak beracun (Mutschler, 1991 ; Katzung, 1989).

Pengobatan awal meliputi tindakan untuk menjauhi paparan. Jenis pengobatan utama untuk keracunan timbal antara lain terapi kelasi, nano-enkapsulasi antioksidan, dan n-acetylcysteine (NAC). Terapi kelasi dilakukan dengan cara memasukkan obat dalam infus, terapi ini bekerja dengan mengikat logam atau mineral dalam darah untuk kemudian dikeluarkan melalui urin. Agen

kelasi yang digunakan untuk keracunan timbal antara lain dimercaprol, succimer, dan EDTA (*ethylene-diamine-tetraacetic acid*). Efek samping terapi kelasi antara lain demam, mual, muntah, sakit kepala, dan kurangnya mineral.

2.4. Jeruk Nipis

Jeruk nipis berasal dari India dan Myanmar. Sekarang tersebar di daerah tropis dan subtropis. Di Indonesia, tanaman ini dapat ditemukan pada ketinggian 1-1000 m dpl. Dikenal sebagai tanaman serbaguna, manfaat jeruk nipis sebagai tanaman obat tidak diketahui oleh banyak orang karena sifat asamnya hanya diketahui sebagai campuran bumbu masakan. Aroma khasnya sering dipakai sebagai pewangi pada perlengkapan produk pembersih (Budiana, 2013).

Jeruk nipis juga terdapat nama-nama lain yang terdapat pada beberapa daerah. Daerah-daerah tertentu jeruk nipis dikenal dengan istilah yang berbedabeda antara lain: Jawa: jeruk pecel/jeruk asam, Sunda: jeruk nipis, Melayu: limau nipis, Arab: limah, Sumatera: limau, Kalimantan: lemau epi, Maluku: putat ebi, Flores: mudutelang, Madura: jeruk dhurga, Inggris: lime (Latief, 2014).

Morfologi dari buah jeruk nipis berbentuk bulat sampai bulat telur. Diameter buahnya sekitar 3-6 cm, ketebalan kulit buahnya berkisar 0,2 - 0,5 mm, dan permukaannya memiliki kelenjar yang banyak sekali. Buahnya kadang-kadang memiliki papila atas berwarna segmen buahnya berdaging hijau kekuning-kuningan dan mengandung sari buah yang beraroma harum. Sari buah jeruk nipis yang memiliki rasa asam sekali berisi asam sitrat berkadar 7 – 8 % dari berat daging buah (Sarwono, 2001). Saat masih muda buah berwarna kuning semakin tua warna buah menjadi hijau muda atau kekungingan. Bijinya berbentuk bulat

telur, pipih dan berwarna putih kehijauan. Akar tunggangnya berbentuk bulat dan berwarna putih kekungningan (Astarini *dkk*, 2010).

Kandungan utama yang terdapat pada jeruk nipis adalah asam sitrat. Asam sitrat inilah yang menyebabkan rasa asam pada jeruk nipis. Selain asam sitrat, jeruk nipis juga mengandung senyawa flavonoid, asam amino (triptofan, lisin), vitamin A, vitamin C, vitamin B1, kalsium, kalium, fosfor, besi, tembaga dan minyak atsiri (sitral, limonene, fellandren, terpineol, kamfen) (Latief, 2014).

2.5. Asam Cuka

Asam asetat atau cuka adalah suatu zat yang dibuat dari berbagai bahan yang bergula atau berpati melalui fermentasi alkohol yang di ikuti oleh fermentasi asetat. Produk ini merupakan suatu larutan asam asetat dalam air yang megandung cita rasa, zat warna dan substansi yang terekstrak, asam buah, ester-ester, garam-garam organik dari buah, yang berbeda-beda sesuai dengan asalnya (Desrosier, 1988).

Asam asetat, asam etanoat atau asam cuka adalah senyawa kimia asam organik yang merupakan asam karboksilat yang paling penting di perdagangan, industri, dan laboratorium dan dikenal sebagai pemberi rasa asam dan aroma dalam makanan. Asam cuka memiliki rumus kimia CH3-COOH, CH3COOH, atau CH3CO2H. Bentuk murni dari asam asetat ialah asam asetat glacial. Asam asetat glasial mempunyai ciri-ciri tidak berwarna, mudah terbakar (titik beku 17°C dan titik didih 118°C) dengan bau menyengat, dapat bercampur dengan air dan banyak pelarut organik. Dalam bentuk cair atau uap, asam asetat glacial sangat korosi terhadap kulit dan jaringan lain suatu molekul asam asetat mengandung gugus – OH dan dengan sendirinya dapat membentuk ikatan hidrogen dengan air.

Karena adanya ikatan hidrogen ini, maka asam asetat yang mengandung atom karbon satu sampai empat dan dapat bercampur dengan air (Hewitt, 2003)

Sifat asam asetat adalah berbentuk cairan jernih, tidak bewarna, berbau menyengat, berasa asam, memliki titik beku 16,6°C, titik didih 118,1°C dan larut dalam alkohol, air dan eter. Asam asetat tidak larut dalam karbon disulfida. Asam asetat dibuat dengan fermentasi alkohol oleh bakteri Acetobacter. Proses ini dilakukan dalam pembuatan cuka makan (DepkesRI, 1995).

Asam asetat mudah menguap diudara terbuka, mudah terbakar, dan dapat menyebabkan korosi pada logam. Asam asetat larut dalam air dengan suhu 20°C, etanol 9,5% pekat, dan gliserol pekat (DepkesRI, 1995). Asam karboksilat tergolong polar dan dapat membentuk ikatan hidrogen dengan sesamanya atau dengan molekul 5 lain. Jadi asam karboksilat seperti asam asetat memiliki titik didih tinggi untuk bobot molekulnya.Asam karboksilat seperti asam asetat mengurai di dalam air, menghasilkan anion karboksilat dan ion hidronium. Atom hidrogen (H) pada gugus karboksil (−COOH) dalam asam karboksilat seperti asam asetat dapat dilepaskan sebagai ion H+ (proton), sehingga memberikan sifat asam. Asam asetat adalah asam lemah monoprotik basa konjugasinya adalah asetat (CH3COO−). Asam asetat adalah pelarut protik hidrofilik (polar), mirip seperti air dan etanol. Asam asetat bercampur dengan mudah dengan pelarut polar 10 atau nonpolar lainnya seperti air, kloroform dan heksana. Sifat kelarutan dan kemudahan bercampur dari asam asetat ini membuatnya digunakan secara luas dalam industri kimia dan laboratorium (Hart, 2003).

2.6. Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

Metode analisis Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) merupakan suatu metoda instrument yang didasarkan pada penyerapan energi sinar monokromatis pada panjang gelombang tertentu suatu atom netral dalam keadaan gas. Sinar monokromatis sebagai sinar dialurkan dari lampu katoda berongga dengan panjang gelombang tertentu sehingga dapat menyebabkan atom-atom tersebut tereksitasi (Van Loon, J.C, 1980).

Cara analisis SSA, baik atomisasi dengan nyala yang menggunakan berbagai bahan bakar, maupun dengan tanpa nyala mampu menentukan secara kualitatif dan kuantitatif hampir semua unsur logam. Kepekaannya mulai dari beberapa ppm sampai ppb, kecuali beberapa unsur berat seperti U dan Zr yang baru dapat ditentukan pada konsentrasi yang relatif tinggi di atas 100 ppm (Gunandjar, 1985).

Dewasa ini analisa Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) banyak digunakan untuk penentuan unsur secara kualitatif. Unsur-unsur dalam sistem periodik dapat dideteksi sekitar 65 unsur diantaranya Ag, Cd, Pb, Mn, Hg, Na, dan lain-lain (Khopkar, 1990). Penetapan unsur dengan Spektroskopi Serapan Atom (SSA) dapat diperoleh keuntungan selain pengerjaannya lebih cepat juga mempunyai sensitifitas yang relatif tinggi sehingga unsur-unsur kadarnya kecil dapat ditentukan dengan metoda ini (Hansayan, S, 1994).

2.6.1. Prinsip kerja Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) adalah suatu metode spektrofotometer yang memanfaatkan fenomena serapan sebagai dasar pengukurannya. Penyerapannya energi sinar terjadi oleh atom netral dalam

keadaan gas, sinar yang diserap itu biasannya sinar tampak atau ultra lembayung (Sastrohamidjojo, 2001). Atau spektrofotometri serapan atom adalah suatu metode analisis yang didasarkan pada proses penyerapan energi radiasi oleh atom-atom yang berada pada tingkat tenaga dasar (ground state). Penyerapan tersebut menyebabkan tereksitasinya elektron dalam kulit atom ke tingkat tenaga yang lebih tinggi (exited state). Pengurangan intensitas radiasi yang diberikan sebanding dengan jumlah atom pada tingkat tenaga dasar yang menyerap energi radiasi tersebut. Intensitas radiasi yang diteruskan (transmitansi) atau mengukur intensitas radiasi yang diserap (absorbansi), dapat diukur sehingga konsentrasi unsur di dalam cuplikan dapat ditentukan (Gunandjar, 1985).

Dalam analisis senyawa Spektrofotometer Serapan Atom (SSA), unsur yang dianalisis berada sebagai atom yang netral, dalam keadaan uap dan disinari dengan berkas sinar yang berasal dari sumber sinar. Proses ini dapat dilaksanakan dengan jalan menghisap cuplikan melalui tabung kapiler dan menyemprotkannya ke dalam nyala api yang memenuhi persyaratan-persyaratan tertentu sebagai kabut yang halus. Dengan demikian nyala api itu berfungsi sama seperti sel (kuvet) dan larutan dalam spektrofotometer serapan molekul. Untuk membebaskan atom-atom dari persenyawannya dibutuhkan sejumlah energi yang umumnya diperoleh dari nyala hasil reaksi pembakaran. Untuk itu diperlukan bahan bakar gas (Noor, 1989).

Bila hasil senyawa tertentu dimasukkan dalam nyala, maka pertam-tama akan terjadi proses desolvasi (penguapan pelarut), sesudah terjadi proses desolvasi ini, sehingga yang tinggal adalah butur-butir halus padatan cuplikan. Berikutnya ada dua kemungkinan : pertama, butir-butir padat cuplikan itu langsung terurai,

menjadi atom-atom unsur yang akan ditetapkan, atau butir-butir padat cuplikan itu berubah dulu menjadi uap dan uap inilah yang kemudian terurai menjadi atom-atom unsur (Noor, 1989).

Pada suhu kamar praktis semua cuplikan berada dalam keadaan asas. Elektron dalam keadaan asas ini dapat tereksitasi ke tingkat energi electron yang lebih tinggi oleh kalor nyala api. Keadaan tereksitasi ini amat singkat, kira-kira 10-9 detik atau lebih pendek, kemudian akan segera kembali ke keadaan asas. Pada waktu kembali inilah akan dipancarkan oleh atom tersebut suatu kuantum energi yang sesuai dengan nilai panjang gelombang tertentu (Noor, 1989).

2.6.2. Hubungan Absorbansi Dengan Konsentrasi

Seperti dijelaskan di atas. Atom-atom unsur logam dapat menyerap sinar dengan panjang gelombang tertentu, penyerapan sinar ini sebanding dengan konsentrasi atom dalam nyala. Dengan mengukur penyerapan cahaya oleh atom-atom dalam nyala maka konsentrasi logam dalam contoh dapat ditentukan (Noor, 1989).

Hubungan atara penyerapan cahaya dan konsentrasi dinyatakan oleh hukum Lambert – Beer :

$$A = a \times b \times c$$

Keterangan :

A = Absorban

a = Konstanta absorptivitas

b = Panjang medium absorpsi

c = Konsentrasi

Dalam analisis unsur dengan panjang gelombang tertentu, absorptivitas (a) dan panjang medium absopsi (b) telah tertentu pula, sehingga nilai a dan b

dalam persamaan di atas adalah tetap. Dengan demikian maka A sebanding dengan konsentrasi (c) (Van Loon, 1980).

Cara untuk menentukan konsentrasi larutan cuplikan adalah dengan membandingkan nilai absorban (a) larutan cuplikan tersebut dengan nilai A dari larutan baku yang diketahui konsentrasinya. Selanjutnya dari A larutan baku tersebut dibuat kurva kalibrasi yaitu grafik hubungan antara absorban terhadap konsentrasi larutan baku yang merupakan sebuah garis lurus. Nilai absorban dari larutan cuplikan kemudian dialurkan pada grafik kurva kalibrasi tersebut sehingga konsentrasi larutan cuplikan dapat ditentukan (Van Loon, 1980).

2.6.3.Peralatan Spektrofotometer Serapan Atom

a. Sumber Cahaya

Sumber cahaya berfungsi untuk memancarkan cahaya yang akan dipakai untuk mengeksitasi atom atom dari unsur yang akan dianalisis. Sumber cahaya utama ini harus memancarkan cahaya resonan yang tajam dan interaksinya stabil. Sebagai sumber cahaya dipakai lampu katoda berongga. Lampu katoda ini terdiri atas tabung kaca tertutup yang mengandung suatu katoda dan suatu anoda (Sumar, 1994).

Katoda tersebut berbentuk silinder berongga yang terbuat dari atau permukaannya dilapisi dengan unsur yang sama dengan unsur yang dianalisis. Tabung lampu tersebut diisi dengan gas mulia neon atau argon. Bila antara katoda dan anoda tersebut di pasang selisih tegangan yang tinggi, sampai 600 volt, maka mula-mula katoda akan memancarkan berkas elektron yang menuju ke anoda dengan kecepatan dan energi yang tinggi. Elektron-elektron yang bergerak dengan energi kinetik yang tinggi itu dalam perjalanannya menuju anoda akan

bertabrakan dengan atom-atom gas mulia. Akibat dari tabrakan ini, maka atom-atom gas mulia itu akan kehilangan elektron dan berubah menjadi ion-ion positif. Ion-ion positif gas mulia ini akan menuju ke katoda dengan kecepatan dan energi yang tinggi (Sumar, 1994).

Akibatnya atom-atom unsur bahan katoda (yang sama dengan unsur yang dianalisis) akan terlempar keluar dan kemudian mengalami eksitasi ketingkat yang lebih tinggi dan pada saat dieksitasi akan memecahkan spektrum pancaran dari unsur bahan katoda yang sama dengan unsur yang akan dianalisis, harus digunakan lampu katoda berongga tesendiri yang sesuai.

b. Pengabut dan Pembakar

Pengabut berfungsi untuk mengubah larutan menjadi kabut. Pembakar berfungsi untuk mengubah ion logam menjadi atom. Dalam Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) menyerap cahaya adalah atom, sehingga unsur-unsur dalam senyawa yang akan ditentukan kadarnya harus direduksi ke bentuk atomnya. Oleh karena itu proses pengatoman memegang peranan penting dalam analisis ini. Proses yang terjadi dalam sistem ini terdiri dari 2 tingkat yaitu pengabutan larutan agar dapat masuk ke dalam nyala, dan pengatoman unsur di dalam nyala dengan menggunakan pembakar. Di dalam pembakaran campuran gas dan bahan dinyalakan untuk menghasilkan nyala, yang akan digunakan untuk mengatomkan unsur yang akan dianalisis. Campuran gas yang biasa dipakai untuk menghasilkan nyala ialah : udara dan asetilena; N_2O dan asetilena; campuran udara dan propana menghasilkan nyala dengan suhu 1925ºC, dipakai untuk unsur-unsur yang mudah diatomkan, misalnya Cu dan Zn. Nyala campuran udara dan asetilena (2300ºC) merupakan nyala standar, karena dapat mengatomkan kurang lebih 30 unsur.

Campuran N_2O dan asetilena menghasilkan nyala yang paling tinggi suhunya (3300ºC), biasanya dipakai untuk mengatomkan unsur Al, Si dan Logam alkali tanah (Noor, 1989).

c. Monokromator

Untuk menghilangkan gangguan yang berasal dari spektrum yang kontinyu yang dipancarkan oleh molekul-molekul gas bahan bakar yang tereksitasi di dalam nyala, digunakan monokromator. Monokromator ini adalah terdiri dari difraksi dan prisma. Monokromator berfungsi untuk menyaring cahaya, sehingga cahaya yang masuk ke larutan contoh adalah cahaya tunggal (Sumar, 1994).

d. Detektor

Detektor berfungsi mengubah energi yang diterima menjadi sinyal listrik. Detektor akan menerima dua macam isyarat yang berselang seling dan akan diubah menjadi isyarat listrik bolak-balik. Sedang isyarat kontinyu yang berasal dari nyala akan diubah menjadi isyarat arus searah itu oleh detektor akan diteruskan ke amplifier arus bolak-balik (Sumar, 1994).

e. Amplifier dan Pembacaan

Amplifier akan menguatkan isyarat arus bolak-balik dan melalui mekanisme pengolahan sinyal selanjutnya akan diperoleh hasil yang dapat terbaca pada alat pencatat. Isyarat arus searah yang berasal dari isyarat sinyal kontinyu dari nyala, tidak akan diperkuat oleh amplifier (Sumar, 1994).

2.6.3.1. Cara-Cara Melarutkan Cuplikan

Karena peralatan yang tersedia mengharuskan cuplikan atau contoh yang akan ditentukan unsur logamnya berupa larutan, maka perlu diketahui cara-cara melarutkan contoh. Cara melarutkan contoh akan tergantung dari susunan dan bentuk (Boes, 1991).

Beberapa cara untuk melarutkan contoh dari materi biologis :

a. Melarutkan dengan Air

   Beberapa macam materi biologis dapat langsung dilarutkan dalam air. Namun demikian agar hasil analisis memberikan hasil yang baik dan pengatoman dari unsur yang lebih mudah, maka biasannya kepada larutan yang diperiksa ditambahkan sedikit asam nitrat.

b. Melarutkan dengan Cara Hidrolisis

   Penentuan unsure-unsur logam dengan cara ini banyak digunakan, terutama untuk memeriksa unsur-unsur tersebut dari cuplikan buah-buahan dan tanah (Boes, 1991).

c. Melarutkan dengan Cara Ekstraksi

   Cara ini biasannya menggunakan zat pereaksi pengompleks seperti EDTA yang membentuk kompleks kelat dengan ion logam. Cara ekstraksi ini memberikan hasil yang baik untuk penetapan unsur Co, Ni, Fe dan Cr dari berbagai contoh pada pH 6 (Boes, 1991).

d. Melarutkan dengan Cara Dekstruksi

   Cara ini bertujuan untuk menghilangkan zat organik dari materi biologis sehingga yang tinggal hanya senyawa anorganiknya. Ada 2 cara dekstruksi

yang sering digunakan yaitu cara dekstruksi kering dan dekstruksi basah (Boes, 1991)

1. Dekstruksi Kering

   Dalam cara kering, contoh dipanaskan secara bertahap di udara terbuka untuk menguapkan air, menguraikan dan mengoksidasi contoh, dan akhirnya contoh diabukan dalam tungku pemanas dalam suhu maksimum yang berkisar 450º - 550º C, yaitu bergantung pada contoh yang akan diperiksa. Namun ada juga dekstruksi kering dengan suhu maksimum atau suhu pengabuan mencapai 750º C atau bahkan sampai 980º C. hal ini akan mempercepat proses destruksi tersebut, dilain pihak, untuk analisis unsur tertentu kadang-kadang diperlukan suatu pengabuan yang tidak boleh terlalu tinggi misalnya hanya 300º- 320ºC. Hal ini dapat dijumpai dalam analisis unsur-unsur cadmium yang dikhawatirkan akan menguap pada suhu pengabuan yang lebih tinggi. Makin rendah suhu pengabuan akan makin lama pula waktu yang diperlukan untuk proses tersebut, sedangkan makin tinggi suhu pengabuan, akan makin besar pula kemungkinan kehilangan unsur analit karena terbentuknya senyawa yang sukar larut (Boes, 1991).

2. Dekstruksi Basah

   Cara dekstruksi basah menggunakan asam nitrat sebagai pengoksidasi, dengan kombinasi asam dengan pengoksidasi yang lain seperti asam sulfat asam perklorat dan hidrogen peroksida (Noor, 1989). Dibandingkan dengan cara kering, cara basah ini jelas berlangsung pada suhu yang jauh lebih rendah. Hal ini berarti bahwa kehilangan unsur analit karena

penguapan akan jauh lebih kecil atau bahkan dapat ditiadakan. Di lain pihak cara basah menyita waktu yang lama dan diperlukan perhatian analis yang besar, terus menerus di samping banyaknya uap toksik yang terjadi jumlah asam asam yang dipakai juga merupakan sumber kontaminan yang potensial (Noor, 1989).

3. Metode Kombinasi

Baru-baru ini telah dikembangkan suatu cara yang sebenarnya merupakan kombinasi dari cara basah dan cara kering, yang pada garis besarnya adalah sebagai berikut :

a. Mula-mula contoh didekstruksi secara kering dalam tungku dengan suhu pengabuan yang relatif rendah 375ºC.
b. Kemudian kepada residu/abu yang diperoleh dibubuhkan asam klorida untuk dipanaskan sampai 90ºC.
c. Akhirnya larutan dikisarkan sampai tepat kering, didinginkan dan residu dilarutkan dalam asam encer yang sesuai (Noor, 1989).

2.6.4. Keunggulan dan Kelemahan Spektrofotometer Serapan Atom

Adapun keunggulan dari analisis dengan menggunakan metode Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) adalah (Van Loon. 1980):

1. Kepekaan (Sensitifitas)

Metode Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) mempunyai kepekaan tinggi, karena dapat mengukur kadar logam pada tingkat di bawah 1 bpj, bahkan alat shimadzu AA-640-13 ini pada unsur-unsur tertentu dapat mengukur hingga tingkat bpj.

2. Selektivitas

   Metode ini cukup tinggi selektivitasnya hingga dapat digunakan untuk menentukan beberapa unsur sekaligus dalam suatu larutan cuplikan tanpa perlu pemisahan.

3. Ketelitian dan Ketepatan

   Ketelitian Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) relatif baik karena gangguan dalam pengukuran ternyata lebih kecil dibandingkan dengan cara spektrofotometri biasa dan cara instrument lainnya. Ketepatannya juga baik karena kesederhanaan isyarat dan ketelitian hasil pengukuran yang menjadi dasar pembuatan kurva kalibrasi.

4. Pengerjaan dan pemeliharaan alat SSA tidak memerlukan keterampilan yang tinggi.

Adapun kelemahan dari analisis dengan menggunakan metode Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) adalah (Van Loon. 1980) :

1. Gangguan kimia yang merupakan hasil dari berbagai proses kimia yang terjadi selama proses atomisasi, sehingga dapat merubah karakteristik serapan dari zat yang akan diukur. Contoh dari gangguan kimia yaitu karena terjadi disosiasi yang tidak sempurna dari senyawa.
2. Beberapa nyala lebih tepat untuk beberapa unsur jenis tertentu, sehingga bertambahnya analit yang akan ditentukan memerlukan tidak hanya suatu penukaran sumber sinar dan setting, tetapi juga penukaran terrhadap nyala, pembakar dan sumber gas.
3. Gangguan spectral kadang-kadang juga memberikan kesulitan yang cukup berarti (Van Loon. 1980).

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan selama pada bulan April-Juli 2020 di Laboratorium Kimia Bahan Alam STIFI Perintis Padang dan Laboratorium Kimia LLDIKTI X Padang.

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1. Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: Spektrofotometer Serapan Atom (Varian SPECTRAA 240) lengkap dengan lampu katoda Pb, Timbangan digital, Labu ukur 100 ml, 50 ml, 10 ml, pipet volume 10 ml, 5 ml, Labu semprot, karet hisap, gelas ukur 100 ml, 10 ml, pipet tetes, labu kjeldahl dan beaker glass, oven dan kompor destruksi.

3.2.2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pensi (*Corbicula javanica*), aquadest, larutan standar Pb 1000 ppm dari senyawa $Pb(NO_3)_2$, larutan asam cuka 12,5%, 25%, larutan jeruk nipis 12,5%, 25%, 5 %, HNO_3 65% dan H_2O_2 30%,

3.3. Prosedur Penelitian

3.3.1 Pengambilan Sampel

Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah pensi (*Corbicula javanica*) yang diambil dari Danau Singkarak tepatnya di Malalo, Kecamatan Batipuh Selatan, Sumatera Barat.

3.3.2 Identifikasi Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini di identifikasi di Laboratorium Ekologi Hewan Jurusan Biologi Fakultas FMIPA Universitas Andalas (UNAND) Padang.

3.3.3 Pembuatan Larutan Pereaksi

3.3.3.1 Pembuatan Larutan Pb 20 ppm

Larutan Pb dibuat 20 ppm untuk dimasukkan ke dalam ember. Larutan Pb (NO3) standar 1000 ppm dalam bentuk cairan dipipet sebanyak 2 ml dan diencerkan dengan aquadest dalam labu 100 ml untuk mendapatkan konsentrasi Pb sebesar 20 mg/L.

3.3.3.2 Pembuatan Larutan Standar Pb

Pembuatan Larutan Induk Pb larutan induk Pb 1000 ppm (Standar Nasional Indonesia, 2006). Dari larutan induk diencerkan menjadi:

a. Larutan Standar Pb 100 ppm

   Larutan standar Pb 1000 ppm dipipet sebanyak 5 ml, dimasukkan ke dalam labu ukur 50 ml, kemudian ditambahkan HNO_3 sampai tanda batas.

b. Larutan Standar Pb 10 ppm

   Larutan standar Pb 100 ppm dipipet sebanyak 5 ml, dimasukkan ke dalam labu ukur 50 ml, kemudian di ditambahkan HNO_3 sampai tanda batas.

c. Larutan standar 1,2,3,4,5 ppm

   Larutan standar 10 ppm dipipet sebanyak 1; 2; 3; 4; 5 ml, dimasukkan kedalam labu ukur 10 ml kemudian diencerkan dengan larutan seri standar 1,2,3,4,5 ppm.

3.3.3.3 Pembuatan Larutan Asam

a. Larutan Asam Cuka 12,5%

Asam cuka 25% diambil sebanyak 50 mL, kemudian diencerkan dengan aquadest sampai 100 mL sehingga menghasilkan larutan asam cuka dengan konsentrasi 12,5%.

b. Larutan Jeruk Nipis 12,5%

Buah jeruk nipis diambil airnya sebanyak 12,5 mL, kemudian diencerkan dengan aquadest sampai 100 mL sehingga menghasilkan larutan jeruk nipis dengan konsentrasi 12,5%.

c. Larutan Jeruk Nipis Konsentrasi 25%

Buah jeruk nipis diambil airnya sebanyak 25 mL, kemudian diencerkan dengan aquadest sampai 100 mL sehingga menghasilkan larutan jeruk nipis dengan konsentrasi 25%.

d. Larutan Jeruk Nipis 5%

Buah jeruk nipis diperas sebanyak 5 ml untuk setiap perebusan yang dilakukan dengan lama waktu perebusan 10, 20, 25 dan 30 menit.

3.3.4 Penyiapan Sampel

3.3.4.1 Sampel Tanpa Perlakuan

Pensi (*Corbicula javanica*) yang diambil di Danau Singkarak dicuci dan diambil dagingnya, keringkan dalam oven dan didestruksi.

3.3.4.2 Sampel Terpapar Pb 20 ppm

Pensi (*Corbicula javanica*) sebanyak 1,5 kg dimasukkan ke dalam ember yang dilengkapi sistem aerasi dan dilakukan perendaman larutan Pb 20 ppm selama 10 hari. Sampel pensi (*Corbicula javanica*) yang telah direndam Pb di

cuci, dan pisahkan daging dari cangkang pensi. Sebanyak ±2 gram daging pensi dikeringkan dalam oven dan didestruksi sebagai kontrol Pb. Dan sisanya untuk dilakukan pengujian perendaman dan perebusan dengan asam.

3.3.4.3 Sampel Perlakuan dengan Perendaman Asam

a). Sampel Perendaman dengan Asam Cuka 12,5% dan 25%

Pensi (*Corbicula javanica*) diangkat dari ember setelah pemeliharaan selama 10 hari. Kemudian dilakukan perendaman larutan asam cuka pada daging pensi dengan konsentrasi 12,5% dan 25% selama 1 jam.

b). Sampel Perendaman dengan Jeruk Nipis 12,5% dan 25%

Pensi (*Corbicula javanica*) diangkat dari ember setelah pemeliharaan selama 10 hari. Kemudian dilakukan perendaman larutan jeruk nipis pada daging pensi dengan konsentrasi 12,5% dan 25% selama 1 jam.

3.3.4.3 Sampel Perlakuan dengan Perebusan Jeruk Nipis

Perebusan diawali dengan memanaskan aquadest sampai mendidih (100^0C) kemudian memasukan 5 ml jeruk nipis dan pensi secara bersamaan untuk direbus dalam aquadest selama10 menit, 20 menit, 25 menit dan 30 menit.

3.3.5 Susut Pengeringan

Sampel pensi (*Corbicula javanica*) sebanyak 2 g dimasukan dalam cawan porselin dan ditimbang (bobot basah), lalu dikeringkan selama 18 jam pada suhu 103^0 sampai bobot konstan, hitung susut pengeringan dari bobot basah dan bobot kering (lampiran 14).

3.3.6 Destruksi Sampel

Masing-masing sampel pensi (*Corbicula javanica*) dicuci bersih, lalu ditiriskan dan dikeringkan dalam oven pada suhu 105^0C. Pensi (*Corbicula*

javanica) yang sudah kering digerus (sampai jadi serbuk) dan ditimbang sebanyak 0,5 gram per sampelnya, sampel kemudian dimasukkan kedalam labu kjeldahl dan ditambahkan 10 ml HNO_3 65% biarkan semalaman. Destruksi dilakukan dengan labu kjeldahl, Pemanasan dilakukan mula-mula dengan pemanasan yang rendah kemudian panas dinaikkan secara perlahan-lahan, setelah 30 menit pemanasan dihentikan sebentar, kemudian ditambahkan 5 tetes H_2O_2 30% dan pemanasan dilanjutkan. Penambahan H_2O_2 dilakukan berulangkali sampai larutan menjadi jernih. Hasil destruksi didinginkan, kemudian encerkan dengan aquadest sampai volume 10 ml. Sampel siap digunakan untuk analisa Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).

3.3.7 Pengukuran Kadar Pb pada Sampel dengan SSA

3.3.7.1 Pengukuran Serapan Larutan Seri Standar dan Pembuatan Kurva Kalibrasi.

Larutan seri standar Pb diukur, dimulai dari konsentrasi rendah sampai dengan konsentrasi tinggi **(**1; 2; 3; 4; 5 ppm) dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) pada panjang gelombang (λ)= 217,0 nm. Kemudian dibuat kurva kalibrasi hubungan antara konsentrasi dengan absorban.

3.3.7.2 Pengukuran kadar Pb dalam sampel

Sampel tanpa perlakuan dan dengan perlakuan hasil destruksinya diukur dengan Spektrofotometer Serapan Atom (Varian SPECTRAA 240) dengan serapannya pada panjang gelombang (λ)= 217,0 nm**.** Setiap pergantian sampel, pindahkan pipa kapiler ke sampel berikutnya. Data yang diperoleh pada pengukuran ini dikalibrasi dengan kurva standar sehingga konsentrasi logam pada sampel dapat dihitung.

3.3.8 Pengolahan Data

Konsentrasi Pb dalam sampel dapat ditentukan berdasarkan persamaan linear dari kurva kalibrasi. Kadar Pb dapat dihitung dari konsentrasi tersebut.

Kadar Pb dalam sampel:

$$\text{Kadar } (\mu g/g) = \frac{C \times V \times Fp}{Bs}$$

Keterangan: C = Konsentrasi larutan sampel (µg/g)

V = Volume larutan sampel (ml)

Fp = Faktor pegeceran

Bs = Berat sampel.

3.4. Analisis Data

Data hasil pengamatan disajikan dalam bentuk table berdasarkan perlakuan perbedaan konsentrasi logam berat, kemudian analisis logam berat Pb pada pensi (*Corbicula javanica*) pada konsentrasi yang berbeda dilakukan dengan menggunakan Kruskal-Wallis.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

1. Identifikasi sampel yang dilakukan di Laboratorium Ekologi Hewan Jurusan Biologi Fakultas FMIPA Universitas Andalas (UNAND) Padang menyatakan bahwa jenis sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah spesies *Corbicula javanica*. (Lampiran 1)
2. Hasil perhitungan kurva kalibrasi untuk larutan standar pb pada panjang gelombang 217,0 nm yaitu diperoleh regresi y = 0,008 + 0.040x dengan koefisien korelasi (r) = 0,9995.). Batas Deteksi (LOD) = 0,2706 μg/ml, Batas Kuantisasi (LOQ) = 0,902 μg/ml, dan Simpangan Baku = 3,608. (Lampiran 13)
3. Kadar pencemaran Pb dalam pensi yang diambil dari Danau Singkarak adalah 1,8 mg/kg. (Lampiran 16)
4. Kadar Pb pada pemaparan 20 ppm adalah 73,23 mg/kg, dan batas maksimum Pb aman di konsumsi adalah 1,5 mg/kg. (Lampiran 16)
5. Kadar Pb pada pensi yang diberi perlakuan perendaman asam dengan penambahan jeruk nipis konsentrasi 25% adalah 49,01 mg/kg, dan konsentrasi 12,5% adalah 46,42 mg/kg, dan untuk persentase penurunannya adalah 23,4% dan 21,8%. (Lampiran 16)
6. Kadar Pb pada pensi yang diberi perlakuan perendaman asam dengan penambahan asam cuka konsentrasi 25% adalah 55,25 mg/kg dan konsentrasi 12,5% adalah 56,25 mg/kg, dan untuk persentase penurunannya adalah 25,2% dan 22,5%. (Lampiran 16)

7. Kadar Pb pada pensi yang diberi perlakuan perebusan asam dengan penambahan jeruk nipis 5% pada waktu 10 menit adalah 58,96 mg/kg, pada waktu 20 menit adalah 53,85 mg/kg, pada waktu 25 menit adalah 50,81 mg/kg, dan pada waktu 30 menit adalah 47,55 mg/kg, sedangkan untuk persentase penurunannya adalah 19,4%, 26,4%, 30,6%, dan 35%. (Lampiran 16)
8. Susut pengeringan didapatkan sebesar 2,42%. (Lampiran 20)

4.2 Pembahasan

Pada penelitian ini dilakukan analisa kandungan logam Pb dan upaya penurunan logam Pb tersebut dengan penambahan asam, dengan cara perendaman dan perebusan asam setelah itu dilakukan uji dengan Spektrofotometer Serapan Atom (Varian SPECTRAA 240). Sampel yang digunakan adalah pensi yang didapatkan dari Danau Singkarak tepatnya di Malalo, Sumatera Barat. Sampel diambil pada kedalaman kurang lebih 1,5 meter sebanyak 1,5 kg. Pengambilan sampel dilakukan pada bulan Juni 2020. Kandungan logam pada pensi tidak dapat dipastikan selalu ada atau selalu sama kadarnya disetiap waktu. Hal ini disebabkan adanya pengaruh lingkungan ataupun pengaruh keadaan alam, maka pensi dari Danau Singkarak dipaparkan atau di adisi Pb sebanyak 20 ppm selama 10 hari pemeliharaannya.

Sampel yang digunakan pada penelitian ini diidentifikasi di Laboratorium Ekologi Hewan Jurusan Biologi Fakultas FMIPA Universitas Andalas (UNAND) Padang untuk mengetahui spesies dari sampel yang digunakan. Berdasarkan hasil identifikasi spesies dari sampel yang digunakan adalah *Corbicula javanica*.

Pada penelitian ini sampel dipaparkan dengan Pb selama 10 hari untuk mengetahui seberapa besar pensi dapat menyerap logam Pb 20 ppm dan didapatkan hasil sebesar 72,23 mg/kg, kandungan Pb ini menunjukan bahwa telah ada akumulasi Pb dalam pensi karena penyerapan Pb dari media air. Menurut Afiati, (1994) logam berat Pb dapat terserap ke dalam tubuh kerang karena erat kaitannya dengan habitat dan sifat biologi kerang, yaitu filter feeder. Ketiadaan sifon pada pensi dapat membuat cangkang pensi lebih banyak terbuka di bawah air sehingga pensi relatif tidak mampu untuk mencegah kontak langsung dengan Pb. Pensi memperoleh makanannya dengan menyaring partikel-partikel air, sehingga logam Pb masuk ke jaringan pensi dan terakumulasi dalam jaringan lunak pensi. Maka untuk mengurangi kandungan Pb pada pensi dilakukan perendaman dan perebusan asam menggunakan jeruk nipis dan asam cuka.

Jeruk nipis mengandung asam sitrat yang dapat mengikat ion-ion logam dengan membentuk kompleks, sehingga dapat menghilangkan ion-ion logam yang terakumulasi pada pensi. Larutan asam cuka mengandung asam asetat yang mudah bercampur dengan pelarut polar atau nonpolar lainnya seperti air, kloroform dan heksana. Reaksi antara zat pengikat logam (asam cuka) dengan ion logam menyebabkan ion logam kehilangan sifat ionnya dan mengakibatkan logam berat tersebut kehilangan sebagian besar toksisitasnya (Sarwono, 2001), sehingga asam asetat dan asam sitrat ini dapat digunakan sebagai pelarut logam berat Pb untuk menurunkan kadar pencemaran Pb pada pensi.

Pada penelitian ini perendaman dan perebusan dilakukan dengan perlakuan yang berbeda, dimana pada saat perendaman, asam yang digunakan adalah jeruk nipis dan asam cuka dengan konsentrasi (25% dan 12,5%) yang

kemudian sampel direndam selama 1 jam. Sedangkan pada saat perebusan, asam yang digunakan hanyalah jeruk nipis sebanyak 5% untuk setiap kali perebusan, kemudian sampel direbus dengan waktu perebusan 10 menit, 20 menit, 25 menit dan 30 menit

Selanjutnya sampel yang telah direndam dan direbus dengan asam kemudian dioven untuk dilakukan pengeringan, menurut Badan Standarisasi Nasional (2006) mengenai tahapan pengeringan produk basah untuk uji logam Pb pada produk ikan, masukan sampel basah kedalam wadah dan ratakan dengan menggunakan sendok plastik keringkan dalam oven selama 18 jam pada suhu 105^0C. Setelah sampel kering dinginkan dalam desikator selama 30 menit. Pengeringan dilakukan agar sampel menjadi partikel kecil dan lebih mudah larut pada saat destruksi atau pada saat pemanasan, Pb bersifat tahan panas sehingga tidak ada logam yang hilang. Hal ini juga dapat dilakukan pada daging pensi untuk mempermudah dan mempercepat pada saat destruksi. Sampel yang digunakan adalah sampel basah. Untuk mempermudah sampel destruksi, sampel harus dijadikan partikel yang lebih kecil dengan cara pengeringan.

Selanjutnya sampel yang sudah dikeringkan digerus dan didapatkan hasil berupa serbuk. Lalu sampel kering ditimbang sebanyak 0,5 gram untuk dilakukan destruksi. Metoda destruksi yang digunakan adalah destruksi basah. Destruksi basah bertujuan untuk melakukan pemecahan atau perombakan ikatan senyawa organik menjadi anorganik. Pada saat proses destruksi digunakan asam nitrat pekat hal ini dikarenakan dalam keadaan panas asam nitrat merupakan oksidator kuat yang dapat melarutkan hampir semua logam dan dapat mencegah pengendapan unsur, kecuali aluminium, kromium, gallium, indhium dan thorium,

unsur tersebut larut sangat lambat karena membentuk lapisan pelindung oksidasi (Patnaik,2004). Sedangkan hydrogen peroksida digunakan untuk agen pengoksidasi yang dapat menyempurnakan reaksi sehingga mempercepat proses destruksi. Berlangsungnya proses destruksi ditandai dengan adanya buih dan uap yang berwarna kecoklatan dan apabila perombakan telah selesai secara sempurna ditandai dengan larutan jernih dan tanpa uap, hal ini menunjukan bahwa semua konstituen yang ada telah larut dan telah dirombak secara sempurna.

Hasil destruksi ini kemudian digunakan untuk pengukuran Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) yang merupakan metoda untuk menentukan kadar logam dalam cuplikan yang sangat spesifik unsur-unsur yang akan ditentukan. Disamping itu metoda ini sensitif dan waktu yang diperlukan relatif singkat dalam pengukuran logam-logam berat dengan konsentrasi yang kecil (Khopkar,1990). Pengukuran menggunakan panjang gelombang 217,0 nm dikarenakan kadar logam Pb yang terdapat dalam sampel sangat kecil dan pada panjang gelombang ini lebih sensitif terhadap sampel dengan kadar kecil.

Setelah uji Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) didapatkan hasil untuk perendaman asam dengan penambahan jeruk nipis konsentrasi 25% adalah 56,25 mg/kg dan konsentrasi 12,5% adalah 57,21 mg/kg, sedangkan untuk perendaman dengan penambahan asam cuka konsentrasi 25% adalah 54,73 mg/kg dan konsentrasi 12,5% adalah 56,75 mg/kg. Selanjutnya hasil Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) dari perebusan asam dengan penambahan jeruk nipis 5% pada waktu perebusan 10 menit adalah 58,96 mg/kg, perebusan 20 menit adalah 53,85 mg/kg, perebusan 25 menit adalah 50,81 mg/kg dan perebusan 30 menit adalah 47,55 mg/kg.

Persentase penurunan kadar cemaran Pb yang didapatkan untuk perendaman yang ditambahkan jeruk nipis konsentrasi 25% adalah 23,4% dan konsentrasi 12,5% adalah 21,8%. Persentase penurunan kadar cemaran Pb untuk perendaman yang ditambahkan asam cuka konsentrasi 25% adalah 25,2% dan konsentrasi 12,5% adalah 22,5%. Dari hasil yang diperoleh diketahui bahwa konsentrasi 25% lebih efektif untuk menurunkan kadar Pb. Semakin tinggi konsentrasi suatu larutan, semakin cepat larutan tersebut untuk bereaksi dengan senyawa lain. Hasil untuk penurunan kadar cemaran Pb untuk perebusan yang ditambahkan jeruk nipis 5% pada perebusan 10 menit adalah 19,4%, perebusan 20 menit adalah 26,4%, perebusan 25 menit adalah 30,6%, dan perebusan 30 menit adalah 35%. Hasil yang di dapatkan menunjukan adanya pengaruh lama perebusan untuk menurunkan kadar cemaran Pb pada pensi. Penurunan yang paling banyak adalah pada saat perebusan selama 30 menit hal ini sesuai dengan penelitian Sari (2014) yang menyatakan semakin lama perebusan menggunakan larutan jeruk nipis, maka semakin rendah kadar logam Pb pada daging kerang.

Persamaan regresi yang diperoleh dari kurva kalibrasi menggunakan sederetan konsentrasi larutan standar adalah y= 0,008 + 0,040x dengan kondisi korelasi (r)= 0,9995, Menurut Harmita (2004) Nilai koefisien korelasi yang baik hampir mendekati 1. Hal ini berarti bahwa perbandingan kadar dengan parameter yang diukur memiliki linieritas yang baik. Kriteria untuk penerimaan koefisiensi korelasi adalah >0,995 (shargel, 1985). Batas Deteksi (LOD)= 0,2706 μg/ml, Batas Kuantisasi (LOQ)= 0,902 μg/ml, dan Simpangan Baku adalah 3,608. Batas Deteksi (LOD) merupakan jumlah terkecil analit dalam sampel yang dapat dideteksi yang masih memberikan respon yang signifikan. Batas Kuantisasi

(LOQ) merupakan kuantisi terkecil analit dalam sampel yang masih dapat memenuhi kriteria cermat dan seksama. Susut pengeringan dilakukan untuk memberikan batasan maksimal (rentang) tentang besarnya senyawa yang hilang pada proses pengeringan dan hasil yang di dapatkan sebesar 2,42%, logam Pb bersifat tahan panas sehingga tidak ada logam yang hilang pada saat pemanasan.

Berdasarkan hasil dari penelitian memberikan gambaran bahwa pensi dapat menyerap logam Pb dengan sangat baik sehingga diperoleh kadar Pb yang cukup tinggi, Pb bersifat racun bagi tubuh. Pb dapat masuk ke dalam tubuh melalui perembesan pada lapisan kulit, pernapasan, makanan dan minuman. Masuknya Pb ke dalam tubuh dapat mengakibatkan gejala keracunan seperti mual, muntah, sakit perut hebat, tinja berwarna hitam dan diare. Di dalam tubuh timbal terikat dengan protein sehingga menyebabkan hambatan pada kerja sistem enzim. Jika suatu makanan yang tercemar timbal dikonsumsi manusia, maka tubuh akan mengeluarkannya sebagian dan sisanya akan terakumulasi dalam tubuh sehingga dapat menyebabkan gangguan dan kerusakan pada saraf, hati, ginjal, tulang dan otak. Pada anak-anak timbal dapat mengakibatkan gangguan mental dan penurunan kecerdasan (Dewi, 2011).

Penurunan logam Pb dapat disebabkan karena lepasnya ikatan kompleks logam protein, sehingga ion-ion logam tersebut keluar dari dalam daging pensi. Ion logam yang terdapat dalam tubuh organisme hampir semuanya berikatan dengan protein. Pada setiap keseimbangan ion logam dan protein, ion logam berkompetisi dengan hidrogen untuk tempat ikatannya. Sehingga dalam suatu kesetimbangan, ikatan logam dengan protein sangat berkurang dalam suasana asam (Darmono,1995).

Hasil analisa statistik Kruskal-wallis dari nilai penambahan asam menunjukkan ada perbedaan yang signifikan ($P<0,05$). Ini berarti penambahan asam berpengaruh nyata terhadap penurunan kadar cemaran Pb pada pensi (*Corbicula javanica)*.

BAB.V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Kadar cemaran Pb dalam pensi (*Corbicula javanica)* yang diambil dari Danau Singkarak adalah 1,8 mg/kg.
2. Kadar cemaran Pb pada pensi (*Corbicula javanica)* dengan pemaparan Pb 20 ppm adalah 73,23 mg/kg. Kadar Pb pada pensi (*Corbicula javanica)* yang diberi perlakuan perendaman dengan penambahan jeruk nipis konsentrasi 25% adalah 54,73 mg/kg dan konsentrasi 12,5% adalah 56,75 mg/kg. Kadar Pb pada pensi (*Corbicula javanica)* dengan perlakuan perendaman ditambah asam cuka konsentrasi 25% adalah 56,25 mg/kg dan konsentrasi 12,5% adalah 57,21 mg/kg. Kadar Pb pada pensi (*Corbicula javanica)* dengan perlakuan perebusan ditambah jeruk nipis 5% pada perebusan 10 menit adalah 58,96 mg/kg, pada perebusa 20 menit adalah 53,85 mg/kg, pada perebusan 25 menit adalah 50,81 mg/kg, dan perebusan 30 menit adalah 47,55 mg/kg.
3. Hasil analisa statistik Kruskal-wallis dari nilai perendaman dan perebusan dengan penambahan asam terhadap penurunan cemaran Pb pada pensi menunjukkan ada perbedaan yang signifikan ($P<0,05$). Ini berarti penambahan asam berpengaruh nyata terhadap penurunan kadar cemaran Pb pada pensi (*Corbicula javanica)*

5.2 Saran

Disarankan bagi peneliti selanjutnya untuk meneliti kadar cemaran logam berat lainnya pada Pensi dengan menggunakan jenis asam yang berbeda dari penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Adelberg., 2005. *Mikrobiologi Kedokteran*. Jakarta: Salemba Medika.

Afiati, N. 1994. The Ecology of Two Blood Clams Species Anadara granosa (L.) and Anadara antiquata (L.) in Central Java, Indonesia. Unpublished PhD Thesis, University of Wales Bangor. United Kingdom.

Armanda, F. 2009. Studi Pemanfaatan Buah Jeruk Nipis (Citrus aurantifolia Swingle) Sebagai Chelator Logam Pb dan Cd dalam Udang Windu (Penaeus monodon). *Skripsi*.Medan: USU

Astarini, N. Y. P. Burhan & Y. Zetra. 2010. Minyak Atsiri dari Kulit Buah Citrus grandis, Citrus aurantolim (L.) dan Citrus aurantifolia (Rutaceae) sebagai Senyawa Antibakteri dan Insektisida. *Skripsi*. Surabaya: Fakultas MIPA ITS.

Badan Standarisasi Nasional. 2006. SNI-01-2354.5-2006. *Cara Uji Kimia- Bagian 7: Penentuan Kadar Logam Berat Timbal (Pb) pada Produk Perikanan.* Jakarta: BSN

Budiana, N.S. 2013. *Buah Ajaib Tumpas Penyakit*. Jakarta: Penebar Swadaya

Boes, E. 1991, Jurnal *Kimia Terapan Indonesia* Volume I No.I. Jakarta: Erlangga.

Blunt, J.W. 2006. *Marine Natural Products*. Prinsep: P.T. Northcote, & M.R.

Channel, DW dan GJ, Miller. 1994. *Kimia dan Etoksikologipencemaran.* Jakarta: Iniversitas Indonesia Press.

Connell dan Miller. 1995. *Kimia dan Etoksikologi Pencemaran*. Jakarta: Indonesia University Press.

Darmono. 2001. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran: Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam.* Jakarta : UI.

Defer, D. *dkk.* 2009. *Screening For Antibacterial and Antiviral Activities In Three Bivalve and Two Gastropod Marine Molluscs*. France: Elsevier.

Depkes RI. 1995. *Farmakope Indonesia Edisi IV.* Jakarta: Departemen Kesehatan RI.

Desrosier, N.W. 1988. *Teknologi Pengawetan Pangan*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.

Dharma, Bunjamin. 2005. *Recent & Fossil Indonesian Shells.* Germany: Hackenheim

Djajasasmita, M. 1999. *Keong dan Kerang Sawah Seri Panduan Lapangan*. Jakarta: Puslitbang Biologi-LIPI.

Fahmi, N. 2015. *Penetapan Kadar Kalsium Pada Langkitang (Faunus Ater) Dan Keong Cipuik (Filopaludina Javanica) Secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).* Padang: Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia Perintis.

Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air dan Udara.* Bogor: Penerbit Kanisius.

Filov, B.A and A.L Bandman. 1993. *Harmful Chemical Substances Volume I.* New York : Ellis Horwood Itd.

Ganiswarna. 1995. *Farmakologi dan terapi, edisi ke empat.* Jakarta: Penerbit Bagian Farmakologi Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.

Glaubrecht, M. von Rintelen T, and Korniushin, A.V. 2003. Toward A Systematic Revision of Brooding Freshwater Corbiculide in Southeast Asia (Bivalvia, Veneroida): On Shell Morphology, Anatomy and Molecular Phylogenetics of Endemic Taxa from Island In Indonesia. *Maalcologia of Journal* 45(I): 1-40.

Hansayana, S. 1994. *Kimia Analitik Instrument,* Ed I. Semarang: Semarang Press

Harmita. 2004. *Buku Ajar Analisis Fisikokimia.* Depok: Departemen Farmasi FMIPA UI

Hart, H dan Craine, L. 2003. *Kimia Organik. Edisi II.* Jakarta : Penerbit Erlangga

Hewitt, P,G. 2003. *Conseptual Integrated Science Chemistry*. San Fransisco: Pearson Education, Inc.

Hutabarat, Sahala dan Stewart M. Evans. 2008. *Pengantar Oseanografi*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.

Indasah. 2008. Penurunan Kadar Pb dan Cd dengan Menggunakan Asam Asetat pada Daging Kupang Beras (Corbula faba). *Skripsi.* Surabaya : Universitas Dr. Soetomo Surabaya

Jusuf, R, Widowati, W, Sastiono, A. 2008. *Efek Toksik Logam.* Yogyakarta: Penerbit C.V Andi Offset.

Khopkar, S.M.1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik.* Jakarta: UI-Press

Latief, H.A. 2014. *Obat Tradisional*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.

Mutschler, F. 1991. *Dinamika Obat Buku Ajar Farmakologi dan Toksikologi.* Bandung: Penerbit ITB.

Mustika. D. 2012. *Bahan Pangan Gizi dan Kesehatan*. Bandung: Alfabeta.

Nofriza, 2005. Habitat Kepadatan Populasi Pensi di Danau Singkarak. *Skripsi*. Padang: Universitas Andalas

Noor, A. 1989. *Spektroskopi Analitik, Laboratorium Kimia Analitik Jurusan Kimia*. Ujung Pandang: FMIPA UNHAS

Palar, H. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: PT Rineka Cipta.

Palar, Heryando, 2004. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Penerbit PT. Rineka Cipta.

Palar, H. 2008. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.

Patnaik, Pradyot. 2004. Dean's Analytical Chemistry Handbook second Edition. New York: McGraw-Hill. Hal 1.30.

Pechenik, J. A. 2000. *Biology of The Invertebrates*. Inc: McGraw-Hill Book Company.

Putri, Restu Amanda dkk. (2012). Keanekaragaman Bivalvia dan Peranannya sebagai Bioindikator Logam Berat Kromium (Cr) di Perairan Kenjeran, Kecamatan Bulak Kota Surabaya. *Jurnal Lentera Bio*, 1(3): 88.

Pusat Studi Lingkungan Hidup. 1994. *Penelitian Air dan Biota Danau Singkarak. Danau Lingkungan Hidup*. Padang: Universitas Andalas..

Relly, C. 1991. *Metal Contamination Food, Second Edtion.* New York: Elsevler Sclence Publisher LTD

Robarts, Kevin, Robards, Xia Li, Michael Antolovich dan Stephen Boyd. 1997. Characterization of Citrus by Chromatographic Analysis of Flavonoid. *Sci Food Agric of Journal 1997*, 75, 87-101

Robinsos T.B. *dkk*. 2005. Naturallized Populations of Oysters, Crassostrea gigas Along the South African Coast: Distribution, Abundance and Population Structure. *Journal of Shellfish Research*, 24(2): 445-447.

Salamah. E, & Purwaningsih. 2012. Kandungan Mineral Remis (Corbicula moltkiana Prime) Akibat Proses Pengolahan. *Jurnal Akuatika*, III(I), 74–83

Sarwono, B. 2001. *Khasiat dan Manfaat jeruk Nipis*. Jakarta: Agro Media Pustaka

Sastrohamidjojo, H. 2001. *Spektroskopi*, 415. Yogyakarta: Liberty Press

S Almatsier. 1989. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Jakarta: Gramaedia.

Sudarwin. 2008. *Analisis Spasial Pencemaran Logam Berat*. Semarang: Universitas Diponegor.

Suhaemi, M. 2016. Kualitas Air dan Kandungan Logam Berat Dalam Sedimen dan Moluska Dalam Kaitannya dengan Aktivitas Antropogenik di Danau Maninjau. *Skripsi*. Bogor: IPB.

Sumar, H. 1994. *Kimia Analitik Instrumen*. Edisi Kesatu. Semarang: IKIP Semarang Press.

Suwignyo, S. 2005. *Averteberata Air*. Jilid I. Jakarta : Penebar Swadaya

Van Loon, J.C.1980. *Analytical Atomatic Spectrophotometr*. New York : Academic Press

Vogel. 1990. *Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semi Mikro*, Edisi V, Diterjemahkan oleh: Ir. Setiono dan A. Hadyana P. Jakarta: PT. Kalman Media Pustaka.

Lampiran 1. Identifikasi Sampel

LABORATORIUM EKOLOGI HEWAN
JURUSAN BIOLOGI FMIPA
UNIVERSITAS ANDALAS
Kampus Unand Limau Manis Padang, 25163, Telp. 0751-777427

HASILANALISISSAMPEL
No. 001 /EKL-H/K/IV/2020

Nama/ Instansi : Anni Kholila Lubis (1604115)
STIFI Yayasan Perintis, Kota Padang, SUMATERA BARAT
Tanggal Masuk Sampel : 20 Maret 2020

Nama Lokal : Rimis

Klasifikasi :

Filum : Mollusca
Kelas : Bivalve
Ordo : Eulamellibranchiata
Famili : Corbiculidae
Genus : *Corbicula*
Spesies: *Corbicula javanica* (Mousson, 1849)
Sumber: (Bunjamin Dharma,2005)

Padang, 2 April 2020
Kepala Lab. Ekologi Hewan

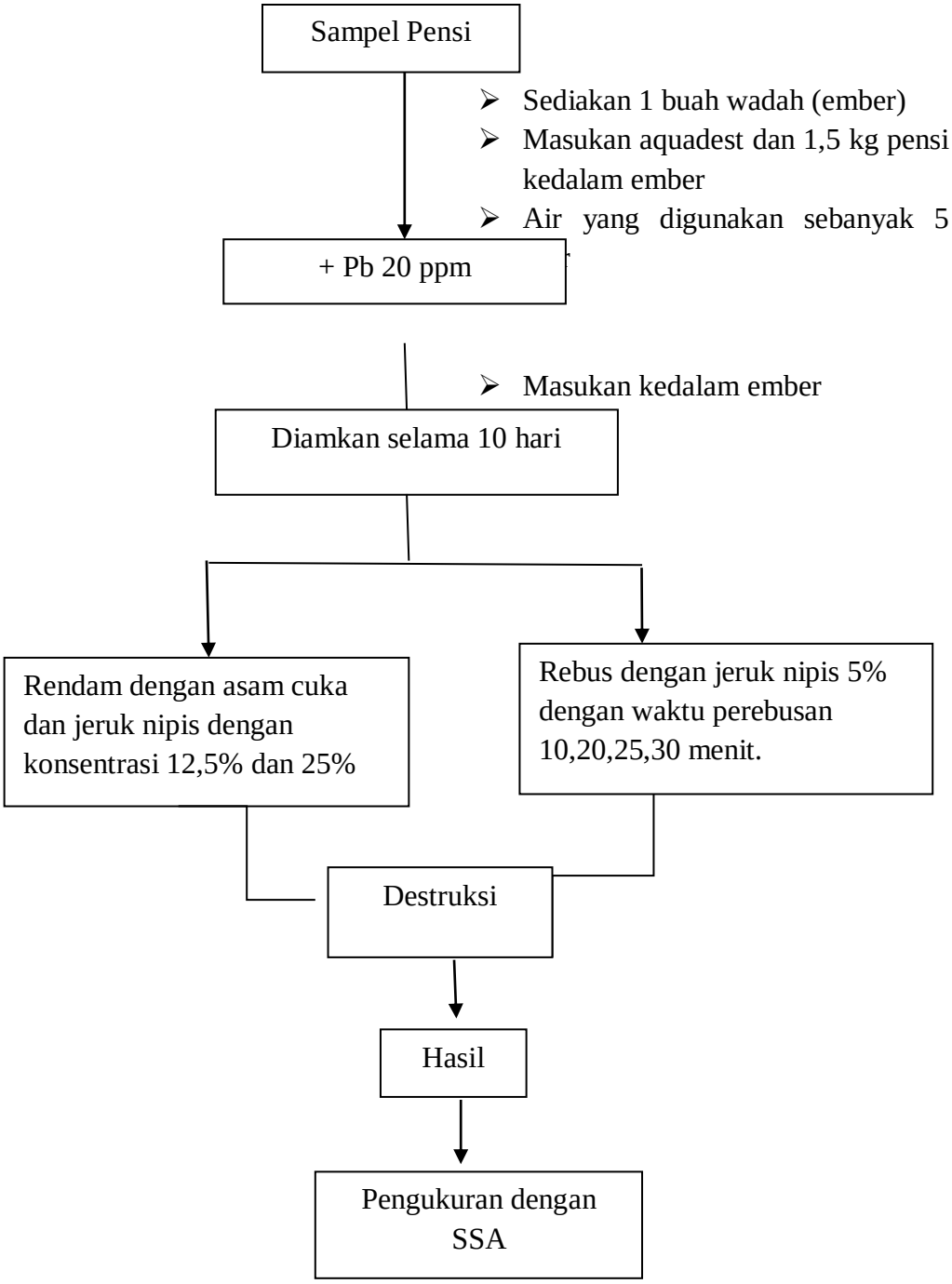
Pemeriksa Sampel

Dr. Jabang Nurdin
NIP.197007051999031002

Dra. Izmiarti, MS
NIP. 1957 0615 1985 03 2002

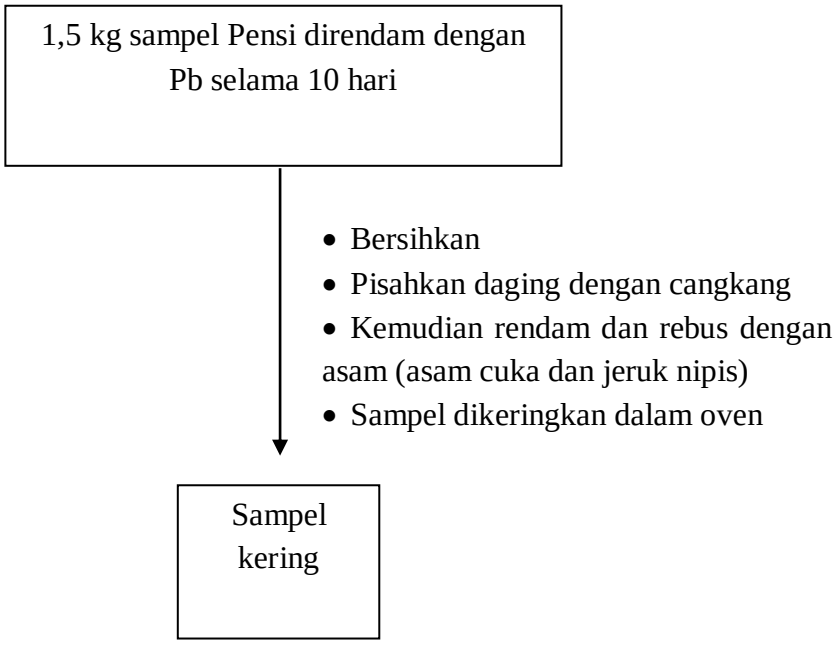
Gambar 4. Identifikasi Sampel

Lampiran 2. Bagan Alur Penelitian



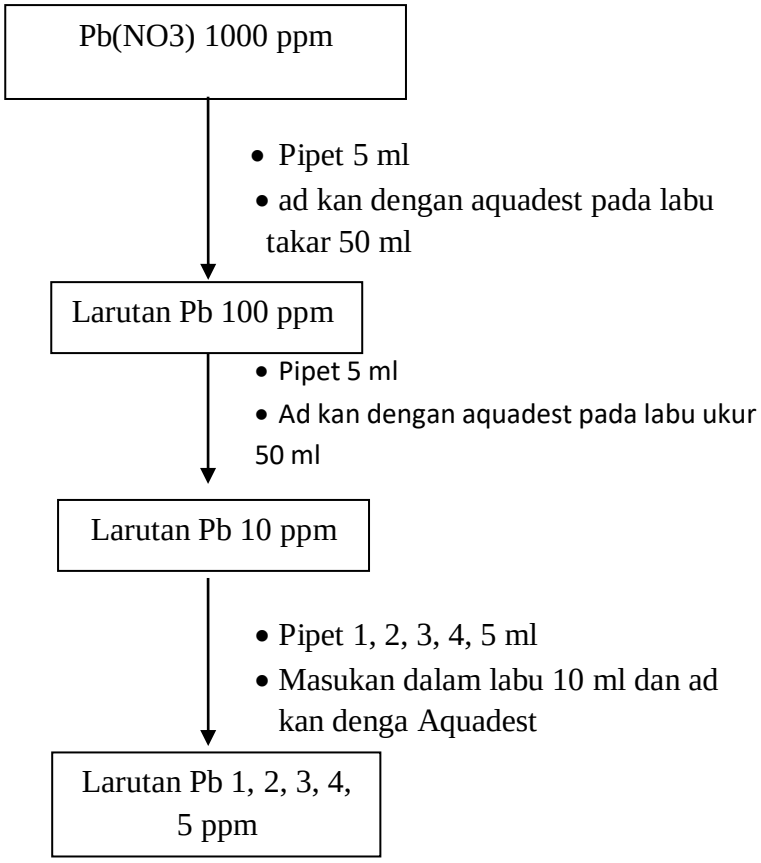
Gambar 5. Bagan Alur Penelitian

Lampiran 3. Penyiapan Sampel



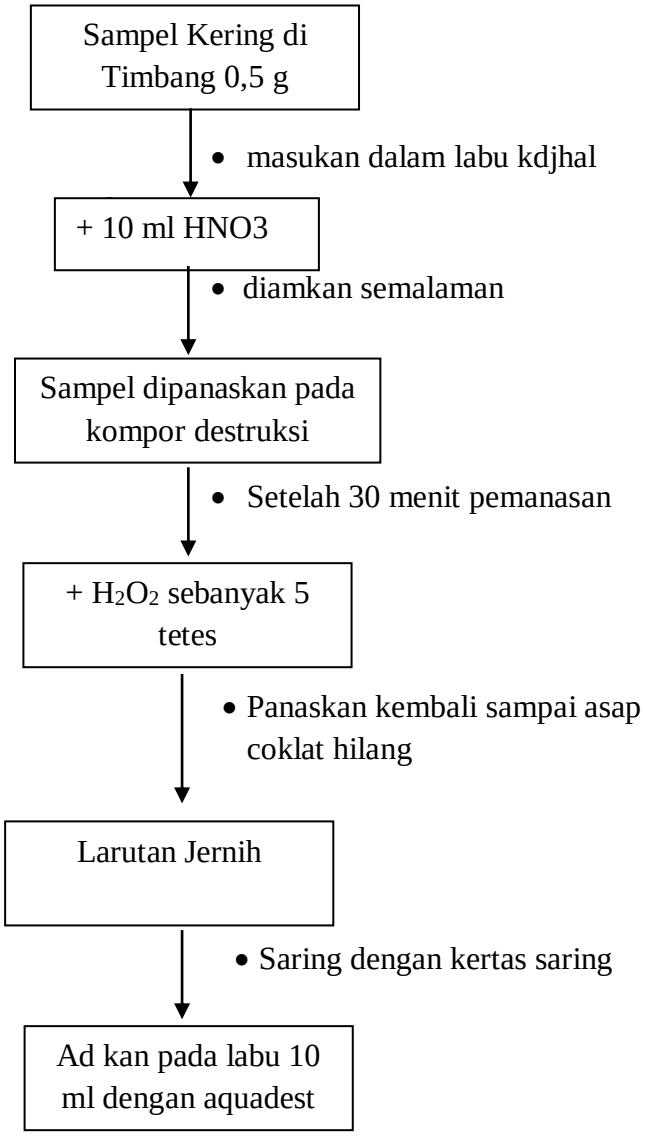
Gambar 6. Penyiapan Sampel

Lampiran 4. Pembuatan Larutan Standar Pb



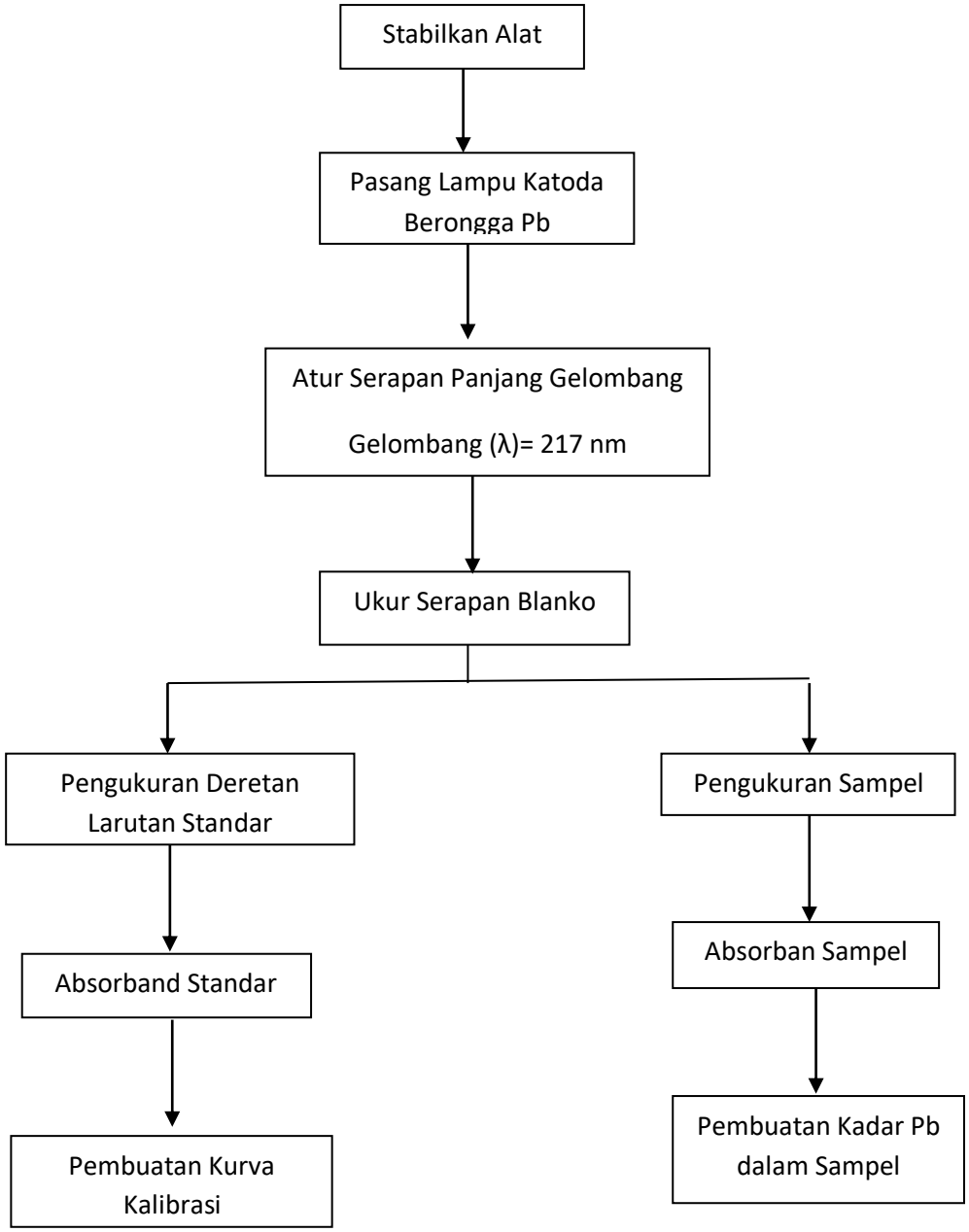
Gambar 7. Pembuatan Larutan Standar Pb

Lampiran 5. Destruksi Sampel



Gambar 8. Destruksi Sampel

Lampiran 6. Skema Pengukuran Sampel dengan Spektrofotometri Serapan Atom



Gambar 9. Skema Pengukuran Sampel dengan Spektrofotometri Serapan Atom

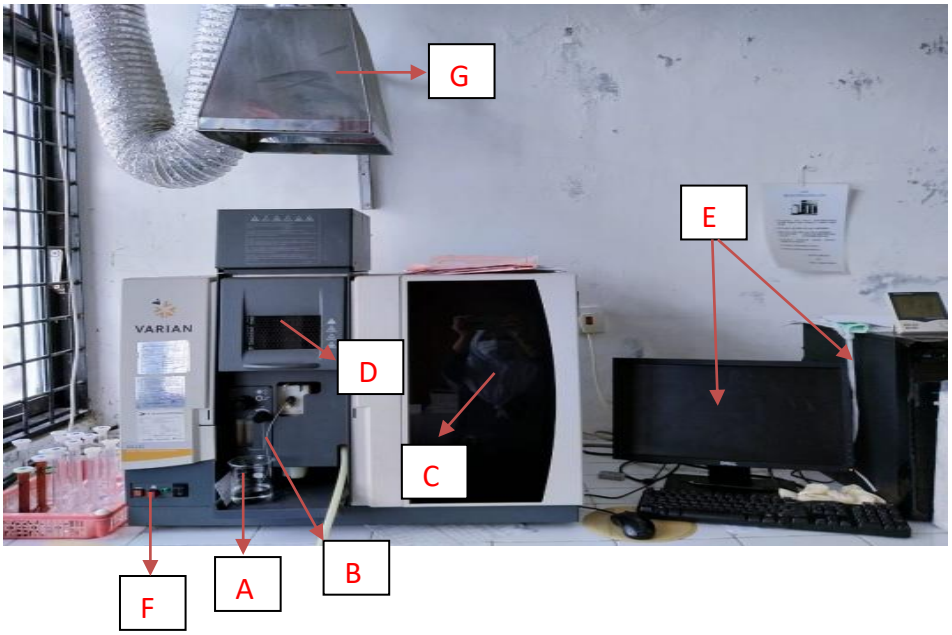
Lampiran 7. Gambar Pensi, Jeruk Nipis dan Cuka

Gambar 1. Pensi

Gambar 2. Jeruk Nipis

Gambar 3. Asam Cuka

Lampiran 7. Seperangkat Alat Spektrofotometri Serapan Atom



Keterangan gambar:

A: Sampel

B: Pipet Kapiler

C: Tempat Lampu Katoda Berongga

D: Tempat Terjadinya Nyala

E: Pembacaan Hasil Serapan (Komputer)

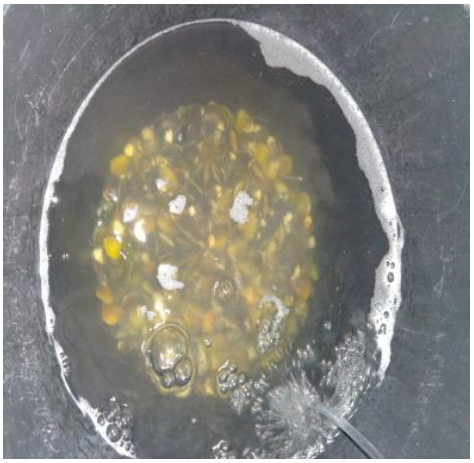
F: Tombol Emergency

G: Ruang Pembuangan Uap

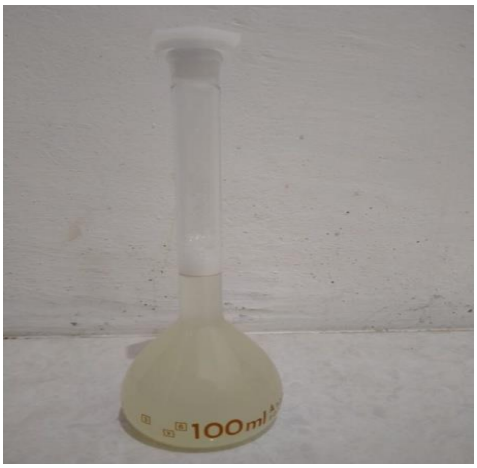
Gambar 10. Alat Spektrofotometri Serapan Atom

Lampiran 9. Sampel dan Perlakuan Sampel

Gambar 11. Larutan Pb 20 ppm



Gambar 12. Pensi



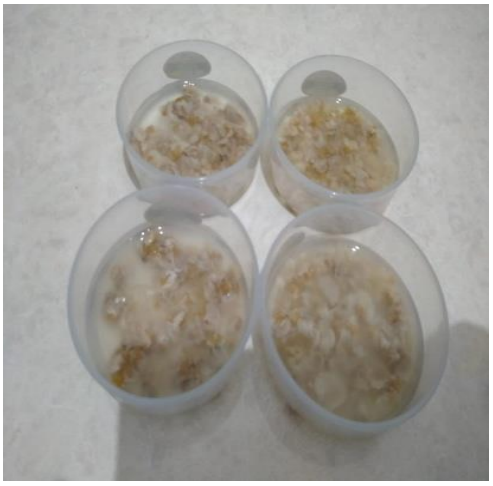
Gambar 13. Lar. Jeruk Nipis 25%

Gambar 14. Lar. Jeruk Nipis 12,5%

Gambar 15. Lar. Asam Cuka 12,5%

Gambar 16. Asam Cuka 25%

Lampiran 10. Lanjutan



Gambar 17. Perendaman Asam

Gambar 18. Perebusan Asam

Gambar 19. Sampel Kering

Gambar 20. Penimbangan Sampel

Gambar21. Penambahan 10 ml HNO3

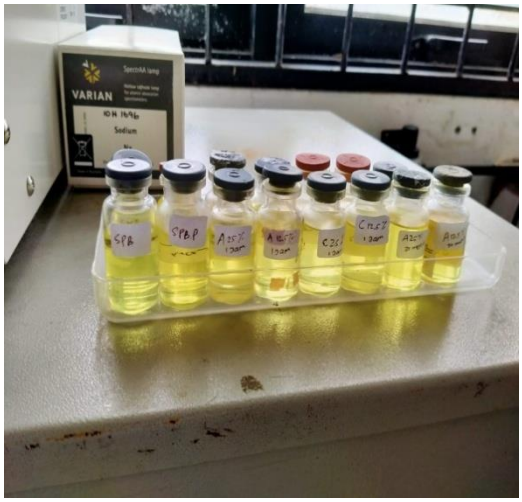
Gambar 22. Destruksi

Lampiran 11. Lanjutan

Gambar 23. Sampel setelah destruksi

Gambar 24. Penyaringan hasil

Gambar 25. Sampel di ad kan labu 10 ml

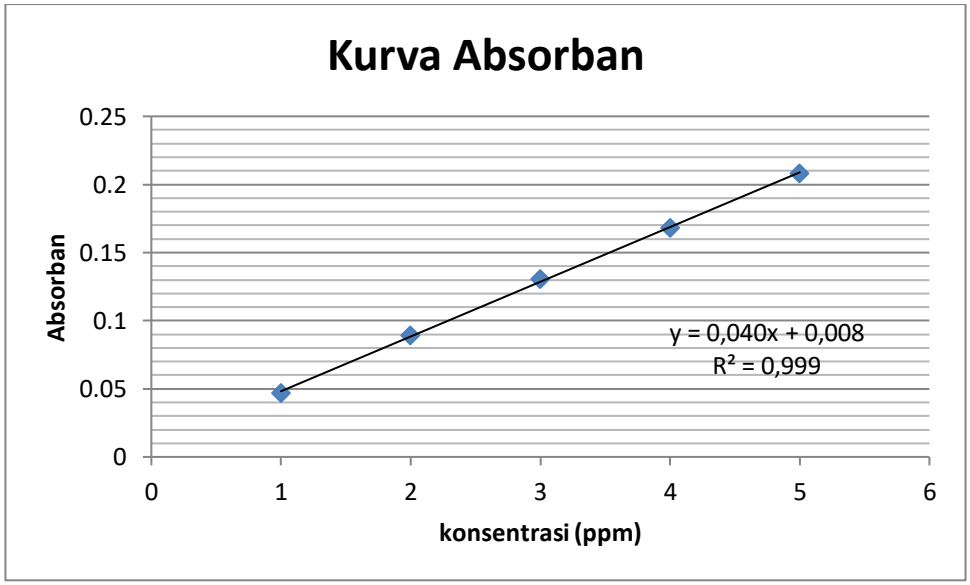


Gambar 26. Hasil Destruksi

Lampiran 12. Pembuatana Kurva kalibrasi Larutan Standar Pb Secara Spektrofotometri Serapan Atom

Tabel I. Hasil Pengukuran Absorban Larutan Standar Pb pada Panjang Gelombang 217,0 nm dengan Lampu Katoda Berongga Pb.

No	Konsentrasi Pb (µg/mL)	Absorban
1	1	0,0468
2	2	0,0892
3	3	0,1304
4	4	0,1683
5	5	0,2081



Lampiran 13. Perhitungan Kalibrasi Larutan Standar Pb

Tabel II. Hasil Perhitungan Kalibrasi Larutan Standar Pb pada Panjang Gelombang 217,0 nm dengan Lampu Katoda Berongga

No	Konsentrasi (x)	Absorban (y)	x^2	y^2	x.y
1	1	0,0468	1	0,00219024	0,0468
2	2	0,0892	4	0,00795664	0,1784
3	3	0,1304	9	0,01700416	0,3912
4	4	0,1683	16	0,02832489	0,6732
5	5	0,2081	25	0,04330561	1,0405
∑	15	0,6428	55	0,09878154	2,3301

Persamaan Regresi Linear :

Y = a + bx

Keterangan : Y = absorban

X = konsentrasi

a = intersep

b = koefisien regresi/slop

- Koefisien Korelasi (r)

$$r = \frac{n\,.\,\sum xy - (\sum x\,.\,\sum y)}{\sqrt{[\,n\,.\,\sum x2 - (\sum x)2]\,[\,n\,.\sum y2 - (\sum y)2]}}$$

- Koefisien Regresi (b)

$$b = \frac{n\,.\,\sum xy - (\sum x\,.\,\sum y)}{n\,.\,\sum x2 - (\sum x)2}$$

- Intersep (a)

$$a = \frac{\sum y - b\,.\sum x}{n}$$

Perhitungan :

- $$r = \frac{n\,.\,\sum xy - (\sum x\,.\,\sum y)}{\sqrt{[\,n\,.\,\sum x2 - (\sum x)2]\,[\,n\,.\sum y2 - (\sum y)2]}}$$

$$= \frac{5\,.\,2{,}3301 - (15\,.0{,}6428)}{\sqrt{[\,5\,.\,55 - (15)2][\,5\,.\,0{,}09878154 - (0{,}6428)2]}}$$

$$= \frac{11{,}650 - 9{,}642}{\sqrt{[\,275 - 225][\,0{,}4939077 - 0{,}41319184]}}$$

$$= \frac{2{,}008}{\sqrt{(50)\,(\,0{,}08071586)}}$$

Lampiran 14. Lanjutan

$= \frac{1,963}{\sqrt{4,03575}}$

$= \frac{1,963}{2,00891}$

= 0,9995

- b = $\frac{n\ .\ \sum xy - (\sum x\ .\ \sum y)}{n\ .\ \sum x2 - (\sum x)2}$

  $= \frac{5\ .2,3301 - (\sum x.\sum y)}{5\ .55 - (15)2}$

  $= \frac{11,605 - 9,642}{275 - 225}$

  $= \frac{2,008}{50}$

  = 0,040

- a $= \frac{\sum y - b\ .\sum x}{n}$

  $= \frac{0,6428 - 0,040\ .15}{5}$

  $= \frac{0,6428 - 0,6024}{5}$

  $= \frac{0,0404}{5}$

  = 0,008

Jadi persamaan regresi yang diperoleh adalah :

y = a + bx

y = 0,008 + 0,040x

Lampiran 15. Perhitungan Batas Deteksi dan Batas Kuantitasi Pb

Tabel III. Perhitungan Batas Deteksi dan Batas Kuantitasi Pb

No	Xi	Yi	ȳi	Yi- ȳi	$(Yi- ȳi)^2$
1	1	0,0468	0,048	-0,0012	$1,44 \times 10^{-6}$
2	2	0,0892	0,088	0,0012	$1,44 \times 10^{-6}$
3	3	0,1304	0,128	0,006	$3,6 \times 10^{-5}$
4	4	0,1683	0,168	0,0003	9×10^{-8}
5	5	0,2081	0,208	0,0001	1×10^{-8}
∑	15	0,6428	0,64	0,0064	$3,907 \times 10^{-5}$

Xi = Deretan Konsentrasi Larutan Standar Pb

Yi = Serapan Dari Daerah Larutan Standar Pb

ȳi = Serapan yang Ditentukan dari Persamaan Regrsi

Persamaan Regrsi : y = 0,008 + 0,040x

a. Simpangan Baku (SB) = $\sqrt{\frac{\sum(Yi-\bar{y}i)2}{n-2}}$

$= \sqrt{\frac{0,00003907}{5-2}}$

$= \sqrt{0,00001302}$

$= 3,608 \times 10^{-3}$

b. Batas Deteksi (LOD) $= \frac{3\ SB}{slope}$

$= \frac{3\ (0,003608)}{0,040}$

= 0,2706 µg/ml

c. Batas Kuantitasi (LOQ)= $\frac{10\ SB}{slope}$

$= \frac{10(0,003608)}{0,040}$

= 0,902 µg/ml

Lampiran 16. Penentuan Kadar Timbal pada Pensi *(Corbicula javanica)* dengan Kurva Kalibrasi 217,0 nm

Tabel IV. Hasil Pengukuran Kadar Pb pada Pensi *(Corbicula javanica)*

Nama Sampel	Berat sampel (g)	Pengulangan	Absorban	Konsentrasi Pb (µg/ml)	Kadar Pb (mg/kg)	Rata-rata (mg/kg)	Standar Deviasi
Sampel tanpa perlakuan	0,5020 g	1	0,0120	0,100	2,00	1,80	0.208167
		2	0,0112	0,080	1,60		
		3	0,0118	0,095	1,90		
Sampel Terpapar Pb 20 ppm	0,5016 g	1	0,1545	3,662	73,25	73,23	0.500833
		2	0,1554	3,685	73,70		
		3	0,1535	3,637	72,75		
Sampel dengan Perendaman + Jeruk Nipis 25%	0,5019 g	1	0,1201	2,802	56,05	56,25	0.180278
		2	0,1208	2,820	56,40		
		3	0,1206	2,815	56,30		
Sampel dengan Perendaman + Jeruk Nipis 12,5%	0,5024 g	1	0,1193	2,782	55,65	57,21	0.375278
		2	0,1231	2,877	56,05		
		3	0,1249	2,922	56,40		
Sampel dengan Perendaman + Asam cuka 25%	0,5020 g	1	0,1172	2,730	54,60	54,73	0.189297
		2	0,1173	2,732	54,65		
		3	0,1179	2,747	54,95		
Sampel dengan Perendaman + Asam Cuka 12,5%	0,5016 g	1	0,1204	2,810	56,20	56,75	0.576628
		2	0,1214	2,830	56,70		
		3	0,1227	2,860	57,35		
Sampel Tanpa Perebusan	0,5018 g	1	0,1545	3,662	73,25	73,23	0.500833
		2	0,1554	3,685	73,70		
		3	0,1535	3,637	72,75		
Sampel dengan Perebusan + Jeruk Nipis 5% 10 menit	0,5022 g	1	0,1270	2,920	59,50	58,96	0.718215
		2	0,1243	2,900	58,15		
		3	0,1265	2,960	59,25		
Sampel dengan Perebusan + Jeruk Nipis 5% 20 menit	0,5025 g	1	0,1166	2,715	54,30	53,85	0.540833
		2	0,1145	2,660	53,25		
		3	0,1160	2,700	54,00		
Sampel dengan Perebusan + Jeruk Nipis 5% 25 menit	0,5022 g	1	0,1108	2,570	51,40	50,81	1.654035
		2	0,1122	2,600	52,10		
		3	0,1059	2,440	48,95		
Sampel dengan Perebusan + Jeruk Nipis 5% 30 menit	0,5026 g	1	0,1037	2,390	47,85	47,55	1.227803
		2	0,1004	2,310	46,20		
		3	0,1052	2,430	48,60		

Lampiran 17. Lanjutan

Contoh cara perhitungan kadar

Y= 0,008+0,040x

- Sampel Terpapar Pb

a. Y= 0,1545

0,1545 - 0,008 = 0,040x

$$X = \frac{0,1465}{0,040}$$

$$X = 3,6625\ \mu g/ml$$

$$\text{Kadar} = \frac{3,6625\ \frac{\mu g}{ml} \text{x 10 ml x 1}}{0,5016\ gram}$$

$$= \frac{36,625\ \mu g}{0,5016\ gram}$$

$$= 73,25\ \mu g/g$$

$$= 73,25\ mg/kg$$

b. Y= 0,1554

0,1554 - 0,008 = 0,040x

$$X = \frac{0,1474}{0,040}$$

$$X = 3,685\ \mu g/ml$$

$$\text{Kadar} = \frac{3,685\ \frac{\mu g}{ml} \text{x 10 ml x 1}}{0,5016\ gram}$$

$$= \frac{36,85 \mu g}{0,5016\ gram}$$

$$= 73,7\ \mu g/g$$

$$= 73,7\ mg/kg$$

c. Y= 0,1535

0,1535 - 0,008 = 0,040x

$$X = \frac{0,1455}{0,03926}$$

$$X = 3,6375\ \mu g/ml$$

$$\text{Kadar} = \frac{3,63525\ \frac{\mu g}{ml} \text{x 10 ml x 1}}{0,5016\ gram}$$

$$= \frac{36,375\ \mu g}{0,5016\ gram}$$

$$= 72,75\ \mu g/g$$

$$= 72,75\ mg/kg$$

Lampiran 18. Lanjutan

Kadar Rata-Rata Sampel Pensi dengan Pemaparan:

$= (\frac{73,25+73,7+72,75}{3})$

$= \frac{219,7}{3}$

= 73,23 mg/kg (sampel kering)

Lampiran 19. Persentase Penurunan Kadar Pb

	Nilai	**Rata – Rata**		

Sampel	Sebelum penurunan	Sampel	Penurunan	Persentase
Perendaman+Jeruk Nipis 25%	73,23	56,25	16,96	23,4%
Perendaman+Jeruk Nipis 12,5%	73,23	57,21	16,02	21,8%
Perendaman +Asam Cuka 25%	73,23	54,73	18,5	25,2%
Perendaman +Asam Cuka 12,5%	73,23	56,75	16,48	22,5%
Perebusan+Jeruk Nipis 5% 10 Menit	73,23	58,96	14,27	19,4%
Perebusan+Jeruk Nipis 5% 20 Menit	73,23	53,85	19,38	26,4%
Perebusan+Jeruk Nipis 5% 25 Menit	73,23	50,81	22,42	30,6%
Perebusan+Jeruk Nipis 5% 30 Menit	73,23	47,55	25,68	35%

Contoh Perhitungan:

- Sampel Perendaman + Jeruk Nipis 25%

  73,23 – 56,25 = 16,96

  %Penurunan = $\frac{Nilai\ Penurunan}{Nilai\ Sebelum\ Penurunan}$ x 100%

  = $\frac{16,96}{72,23}$ x 100%

  = 23,4%

Lampiran 20. Hasil Susut Pengeringan

Tabel V. Susut Pengeringan

Sampel	Bobot Basah Sampel (g)	Bobot Kering (g)	Susut Pengeringan
Pensi	44,322	43,247	22,7%

Cara Perhitungan Susut Pengeringan

% Susut Pengeringan = $\frac{Bb-bK}{Bb} x\ 100\%$

= $\frac{44,322-43,247}{44,322} x\ 100\%$

= 2,42%

Ket:

Bb = Bobot basah sampel (g)

Bk = Bobot Kering Sampel (g)

Lampiran 21. Uji Statistik

Table VI. Uji Normalitas Anova

Tests of Normality							
		Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	perlakuan	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Hasil	perendaman	.112	12	.200*	.960	12	.781
	perebusan	.141	12	.200*	.945	12	.561

Table VII. Uji Homogenitas Anova

Levene's Test of Equality of Error Variances[a,b]					
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Hasil	Based on Mean	3.209	7	16	.025
	Based on Median	.766	7	16	.623
	Based on Median and with adjusted df	.766	7	7.794	.631
	Based on trimmed mean	2.936	7	16	.035

Table VIII. Perhitungan Ranks statistik Uji Kruskal-Wallis

Ranks			
	Konsentrasi	N	Mean Rank
Hasil	Jeruk nipis 25%	3	15.67
	Jeruk nipis 12,5%	3	18.67
	Asam cuka 25%	3	11.00
	Asam cuka 12,5%	3	17.33
	JN 5% 10 menit	3	22.33
	JN 5% 20 menit	3	8.00
	JN 5% 25 menit	3	5.00
	JN 5% 30 menit	3	2.00
	Total	24	

Table IX. Perhitungan statistik Uji Kruskal-Wallis

Test Statistics[a,b]	
	Hasil
Kruskal-Wallis H	21.427
Df	7
Asymp. Sig.	.003