

**ANALISIS (Pb) DAN (Cd) PADA JERUK KEPROK BATU 55 (*Citrus reticulata* Blanco) DI  
KOTA BATU SECARA SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM**

**SKRIPSI**

**Oleh:  
TRISNA MARTHA NUR SUSILA KUSUMA CANDRA  
NIM.200603110045**



**PROGRAM STUDI KIMIA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2024**

**ANALISIS (Pb) DAN (Cd) PADA JERUK KEPROK BATU 55 (*Citrus reticulata* Blanco) DI  
KOTA BATU SECARA SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM**

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**TRISNA MARTHA NUR SUSILA KUSUMA CANDRA  
NIM.200603110045**

**Diajukan Kepada:**

**Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang  
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**PROGRAM STUDI KIMIA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2024**

**ANALISIS (Pb) DAN (Cd) PADA JERUK KEPROK BATU 55 (*Citrus reticulata* Blanco) DI  
KOTA BATU SECARA SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM**

**SKRIPSI**

Oleh:  
**TRISNA MARTHA NUR SUSILA KUSUMA CANDRA**  
NIM.200603110045

Telah diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:  
Tanggal: 16 Desember 2024

**Pembimbing I**



**Dr. Diana Candra Dewi., M.Si**  
NIP.19770720 200312 2 001

**Pembimbing II**



**Anita Andriya Ningsih, S.S., M.Pd**  
NIP. 19850402 202321 2 042

**Mengetahui,  
Ketua Program Studi**



**Rachmawati Ningsih, M.Si**  
NIP. 19810814 200801 2 010

**ANALISIS (Pb) DAN (Cd) PADA JERUK KEPROK BATU 55 (*Citrus reticulata* Blanco) DI  
KOTA BATU SECARA SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM**

**SKRIPSI**

Oleh:  
**TRISNA MARTHA NUR SUSILA KUSUMA CANDRA**  
**NIM.200603110045**

**Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji Skripsi  
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**Ketua Penguji : Elok Kamilah Hayati, M.Si**  
**NIP. 19790620 200604 2 002**

(.....  
  
.....)

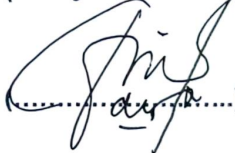
**Anggota Penguji I : Susi Nurul Kholifah, M.Si**  
**NIP. 19851020 201903 2 012**

(.....  
  
.....)

**Anggota Penguji II : Diana Candra Dewi, M.Si**  
**NIP. 19770720 200312 2 001**

(.....  
  
.....)

**Anggota Penguji III : Anita Andriya Ningsih, S.S., M.Pd**  
**NIP. 19850402 202321 2 042**

(.....  
  
.....)

**Megesahkan,  
Ketua Program Studi**



**Rachmawati Ningsih, M.Si**  
**NIP. 19810811 200801 2 010**

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Trisna Martha Nur Susila Kusuma Candra  
NIM : 200603110045  
Program Studi : Kimia  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Judul Penelitian : Analisis (Pb) Dan (Cd) Pada Jeruk Keprok Batu 55 (*Citrus Reticulata*  
Blanco) Di Kota Batu Secara Spektrofotometri Serapan Atom

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa susunan skripsi yang saya tuliskan merupakan hasil karya saya sendiri, Isi dalam skripsi baik berupa tulisan, data dan gambar bukan karya orang lain yang saya akui sebagai pemikiran saya sendiri. Namun, isi dalam skripsi dapat merupakan hak paten milik orang, seperti pencantuman sumber rujukan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari saya terbukti melakukan plagiasi terhadap karya tulisan orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan saya tersebut.

Malang, 08 Desember 2024  
Yang membuat pernyataan

  
Trisna Martha Nur S.K.C  
200603110045

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Alhamdulillahirobbil'alamin..*

Puji syukur tiada henti kehadiran Allah SWT yang telah menggariskan takdir terbaik dari do'a-do'a yang senantiasa dipanjatkan sehingga tugas akhir saya yang masih jauh dari kata sempurna ini dapat terselesaikan dengan baik.

Lantunan Al-Fatihah, beriring shalawat, dan do'a tiada henti, saya persembahkan karya sederhana ini kepada:

Kedua orangtua saya, Ibu Sustiyowati dan Bapak Warno Joko Susilo yang menjadi role model saya dan tak pernah lelah memanjatkan do'a-do'a terbaik untuk anak-anaknya, memberikan dukungan baik materil maupun non-materil yang tak terhingga untuk dapat menyelesaikan karya sederhana ini. Kakak saya Anis Febrianti dan Ananda Wahyu yang juga selalu memberikan semangat dan dukungan.

Para dosen dan seluruh laboran program studi kimia khususnya ibu Dr. Diana Candra Dewi, M.Si selaku dosen pembimbing utama, ibu Anita Andriya Ningsih, S.S., M.Pd selaku pembimbing agama, ibu Akyunul Jannah, M.Si selaku dosen wali, dan pak Taufiq selaku laboran analitik yang telah membimbing dan memberikan banyak ilmu yang berarti baik pada proses perkuliahan maupun penelitian sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Sahabat-sahabat perkuliahan yang selalu kebersamai dan memberi banyak sukacita, terimakasih sudah mau tumbuh bersama melewati banyak hal, sahabat semasa kecil saya Amalia Fatimatus Zahro yang telah menemani dan memberi banyak kebahagiaan. Teman-teman kuliah yang selalu memberi support sistem terutama Siti Fatimah, Imalia Putri Marcella Rensy Artamevia dan Nanang Anjarwati. Teman-teman se perbimbingan Ima, Rizal Anzori, Suci serta orang-orang baik yang Allah kirimkan untuk menemani perjuangan saya dalam perkuliahan terima kasih untuk setiap do'a baik, pelajaran, nasehat, motivasi dan bantuan tanpa pamrih hingga detik ini yang sangat berharga bagi diri saya pribadi.

## **MOTTO**

“Tidak ada yang tahu kapan kau mencapai tuju, dan percayalah bukan urusanmu untuk menjawab itu”

***Hindia***

“Tidak ada yang salah dari sebuah pilihan, yang salah adalah ketika kamu memilih kemudian mengeluh”

***Dzawin Nur***

## KATA PENGANTAR

### ***Assalamu'alaikum Wr. Wb***

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Swt., atas rahmat, taufik dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan proposal penelitian yang berjudul “Analisis (Pb) Dan (Cd) Pada Jeruk Keprok Batu 55 Di Kota Batu Secara Spektrofotometri Serapan Atom” dengan baik dan semaksimal mungkin. Shalawat dan salam tidak lupa selalu tercurah limpahkan kepada Nabi Muhammad saw. yang telah membawa kita, umatnya dari zaman kegelapan menuju zaman yang terang benderang melalui cahaya iman dengan pedoman Al-Qur'an dan Al-Hadits. Semoga kelak kita termasuk umat yang mendapatkan syafaatnya, Aamiin.

Penyusun menyadari bahwa penulisan rancangan proposal penelitian ini tidak akan tersusun dengan baik tanpa adanya bantuan dari pihak-pihak yang terkait. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. M. Zainuddin, MA., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Ibu Dr. Sri Harini, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Ibu Rachmawati Ningsih, M. Si, selaku Ketua Program Studi Kimia Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Ibu Diana Candra Dewi, M.Si selaku Dosen Pembimbing Proposal Penelitian Program Studi Kimia Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah banyak memberikan arahan, bimbingan, dan bantuan dalam penyusunan proposal penelitian ini.
5. Ibu Anita Andriya Ningsih, S.S., M.Pd., selaku Dosen Pembimbing Agama Proposal Penelitian yang telah banyak memberikan arahan, bimbingan, dan bantuan dalam penyusunan proposal penelitian ini.
6. Seluruh Dosen Program Studi Kimia Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
7. Orang tua tercinta serta keluarga yang telah memberikan perhatian, nasihat, do'a, dukungan baik moril maupun materil yang tak mungkin terbalaskan.
8. Segenap teman-teman angkatan 2020 Program Studi Kimia Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Penyusun menyadari banyaknya kekurangan dan keterbatasan dalam penyusunan proposal penelitian ini. Untuk itu, penyusun dengan lapang hati mengaharapkan kritik dan saran untuk perbaikan dalam penyusunan selanjutnya. Terlepas dari segala kekurang



semoga rancangan penelitian ini dapat memberikan informasi dan kontribusi positif serta bermanfaat bagi kita semua, Aamiin.

***Wassalamu'alaikum Wr. Wb***

Malang, 17 Januari 2024

Penulis

## DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
MOTTO.....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL .....	ixii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
ABSTRAK.....	xv
ABSTRACT.....	xv
مُسْتَخْلَصُ الْبَحْثِ.....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Batasan Masalah .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.2 Jeruk ( <i>Citrus</i> ).....	6
2.1.1 Jeruk Keprok Batu 55 ( <i>Citrus reticulata</i> Blanco) .....	6
2.4 Kadmium (Cd).....	9
2.5 Destruksi Basah Tertutup ( <i>Refluks</i> ) .....	11
2.6 Spektroskopi Serapan Atom .....	12
2.6.1 Instrumen Spektroskopi Serapan Atom (SSA) .....	13
2.7 Metode Kurva Standar .....	14
2.8 Uji <i>One Way</i> Anova.....	15
2.9 Makanan Halal dan Baik dalam Perspektif Islam .....	15
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>19</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	19
3.2 Alat dan Bahan .....	19
3.2.1 Alat.....	19
3.2.2 Bahan.....	19
3.3 Rancangan Penelitian.....	19
3.4 Tahapan Penelitian .....	19
3.5 Cara Kerja .....	20
3.5.1 Pengambilan Sampel .....	20
3.5.2 Preparasi Sampel.....	20
3.5.3 Pengaturan alat Spektroskopi Serapan Atom (SSA).....	20
3.5.4 Pembuatan Kurva Standar Timbal (Pb) .....	21
3.5.5 Pembuatan Kurva Standar Kadmium (Cd).....	21
3.5.6 Tahap Pendestruksi dan analisis SSA sampel buah Jeruk Keprok Batu 55 ...	21
3.5.7 Analisis Data .....	22
<b>BAB IV PEMBAHASAN .....</b>	<b>25</b>
4.1 Pengambilan dan Preparasi Sampel.....	25
4.2 Pembuatan Kurva Standar Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd).....	26
4.3 Destruksi Basah Tertutup ( <i>Refluks</i> ) Sampel Jeruk.....	28

4.4 Hasil Analisis Kadar Logam Berat Sampel Jeruk .....	30
4.5 Urgensi Hasil Analisis Dalam Perspektif Islam .....	34
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>39</b>
5.1 Kesimpulan .....	39
5.2 Saran .....	39
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>41</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>47</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Buah Jeruk (Balijestro, 2015) .....	6
Gambar 2.2 Buah jeruk Keprok Batu 55 (K.W Rahmanda, 2021) .....	7
Gambar 2.3 Skema Komponen Pasa Alat SSA (Sumber: Ansori, 2005).....	13
Gambar 3.1 Denah Lokasi Pengambilan Sampel.....	20
Gambar 4.1 Buah Jeruk keprok 55 (Citrus reticulata B) .....	25
Gambar 4.2 Grafik Kurva Standar logam timbal (Pb) .....	27
Gambar 4.3 Grafik Kurva Standar logam kadmium (Cd) .....	27
Gambar 4.4 Reaksi antara senyawa organik dengan zat pengoksidasi.....	28
Gambar 4.5 Hasil destruksi sampel jeruk.....	29
Gambar 4.6 Diagram batang kadar logam (Pb) dan (Cd) pada buah jeruk berdasarkan variasi titik sampling .....	30

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Parameter yang Harus Diperhatikan dalam Analisis Logam Berat .....	14
Tabel 3.1 Pengaturan instrumen SSA.....	21
Tabel 3.2 Hasil analisis kadar logam berat timbal (Pb) dan cadmium (Cd) pada buah jeruk keprok batu 55 ( <i>Citrus reticulata</i> B).....	22
Tabel 3.3 Variabel analisis one way ANOVA.....	23

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Rancangan Penelitian .....	47
Lampiran 2. Diagram Alir .....	48
Lampiran 3. Perhitungan.....	51
Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian.....	69
Lampiran 5. Foto Pengamatan.....	70
Lampiran 6. Hasil uji <i>One Way</i> ANOVA .....	71

## ABSTRAK

Candra, Trisna Martha Nur Susila Kusuma. 2024. **Analisis (Pb) Dan (Cd) Pada Jeruk Keprok Batu 55 (*Citrus reticulata* Blanco) Di Kota Batu Secara Spektrofotometri Serapan Atom**. Skripsi. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing I: Dr.Diana Candra Dewi, M.Si Pembimbing II: Anita Andriya Ningsih, S.S., M.Pd

---

Kata Kunci : Jeruk, logam Pb, logam Cd, *refluks*, SAA.

Jeruk Keprok Batu 55 memiliki nama latin *Citrus reticulata* Blanco dan termasuk famili *Rutaceae*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui analisis kadar logam (Pb) dan (Cd) dalam jeruk keprok batu 55 menggunakan metode destruksi basah tertutup (*refluks*) dan dilakukan analisis dengan uji Anova untuk mengetahui kadar logam timbal (Pb) dan (Cd) dalam jeruk keprok batu 55 (*Citrus reticulata* Blanco).

Jenis penelitian yang dilakukan adalah *enviromental*, yang meliputi: pemilihan sampel yang menggunakan jeruk kerpok batu 55 (*Citrus reticulata* Blanco), pembuatan kurva standar (Pb) dengan konsentrasi 0 mg/L; 0,02 mg/L; 0,04 mg/L; 0,1 mg/L; 0,2 mg/L; 0,4 mg/L; 0,8 mg/L dan 1,4 mg/L dan pembuatan kurva standar (Cd) dengan konsentrasi 0 mg/L; 0,01 mg/L; 0,02 mg/L; 0,04mg/L; 0,08 mg/L dan 0,1 mg/L. Destruksi basah tertutup (*refluks*) menggunakan zat pengoksidasi yaitu 3:1 antara HNO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> sebanyak 20 mL pada suhu 100°C selama 3 jam. Kemudian penentuan kadar logam (Pb) dan (Cd) sampel jeruk keprok batu 55 (*Citrus reticulata* Blanco) yang diukur menggunakan SSA.

Hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan kadar logam (Pb) dan (Cd) dengan variasi titik sampling di Kota Batu, Kandungan logam (Pb) dan (Cd) menunjukkan kadar rata-rata di kecamatan Junrejo sebesar 0,48 mg/Kg untuk logam Pb dan 0,38 mg/Kg untuk logam Cd. Kadar rata - rata 1,65 mg/Kg untuk logam Pb dan 0,2 untuk logam Cd di Kecamatan Batu dan kadar rata-rata 1,38 mg/Kg untuk logam Pb dan 0,37 mg/Kg di Kecamatan Bumiaji. Berdasarkan hasil uji statistika One Way ANOVA didapatkan nilai sig < 0,05 dan F hitung > F tabel yang menunjukkan bahwa variasi titik sampling berbeda nyata serta berpengaruh secara signifikan terhadap kadar logam (Pb) dan (Cd).

## ABSTRACT

Candra, Trisna Martha Nur Susila Kusuma. 2024. **Analysis of (Pb) and (Cd) in Batu 55 Tangerines (*Citrus reticulata* Blanco) In Batu City by Atomic Absorption Spectrophotometry.** Thesis. Department of Chemistry, Faculty of Science and Technology, State Islamic University, Maulana Malik Ibrahim Malang. First Supervisor: Dr.Diana Candra Dewi, M.Si; Advisor II: Anita Andriya Ningsih, S.S., M.Pd.

---

**Keywords:** Citrus, Pb metal, Cd metal, reflux, SAA.

Batu 55 tangerines have the Latin name *Citrus reticulata* Blanco and belong to the Rutaceae family. This study aims to determine the analysis of metal levels (Pb) and (Cd) in tangerine stone 55 using a closed wet desruction method (reflux) and analyzed with Anova test to determine the metal levels of lead metal (Pb) and (Cd) in tangerine stone 55 (*Citrus reticulata* Blanco).

The type of research conducted is enviromental, which includes: selection of samples using 55 stone oranges (*Citrus reticulata* Blanco), making standard curves (Pb) with concentrations of 0 mg/L; 0.02 mg/L; 0.04 mg/L; 0.1 mg/L; 0.2 mg/L; 0.4 mg/L; 0.8 mg/L and 1.4 mg/L and making standard curves (Cd) with concentrations of 0 mg/L; 0.01 mg/L; 0.02 mg/L; 0.04mg/L; 0.08 mg/L and 0.1 mg/L. Closed wet deconstruction (reflux) using an oxidizing agent that is 3: 1 between HNO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> as much as 20 mL at 100 °C for 3 hours. Then the determination of metal levels (Pb) and (Cd) of 55 stone tangerine samples (*Citrus reticulata* Blanco) measured using SSA.

The results of the research that has been done obtained metal levels (Pb) and Cd) with a variety of sampling points in Batu City, metal content (Pb) and (Cd) showed average levels in Junrejo sub-district of 0.48 mg / Kg for Pb metal and 0.38 mg / Kg for Cd metal. Average levels of 1.65 mg/Kg for Pb metal and 0.2 for Cd metal in Batu sub-district and average levels of 1.38 mg/Kg for Pb metal and 0.37 mg/Kg in Bumiaji sub-district. Based on the results of the One Way ANOVA statistical test, the sig value is <0.05 and F count> F table which shows that the sampling point variation is significantly different and has a significant effect on metal levels (Pb) and (Cd)



## مُستَخْلَصُ البَحْثِ

جاندر، تريسن مارثا نور سوسيل كوسوما. 2024. تحليل (Pb) و (Cd) على برتقال كفروك باتو 55 (*Citrus reticulate Blanco*) في مدينة باتو عن طريق القياس الطيفي للامتصاص الذري. بحث جامعي. قسم الكيمياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرفة الأولى: الدكتورة ديانا جاندر ديوي الماجستير، المشرفة الثانية: أنيتا أندريا نينغسية الماجستير.

**الكلمة الرئيسية:** البرتقال، معدن الرصاص، معدن الكاديوم، تدمير الارتجاع، التحليل الطيفي للامتصاص الذري.

يحمل برتقال كفروك باتو 55 الاسم اللاتيني *Citrus reticulate Blanco* وينتمي إلى عائلة *Retuceae*. يهدف هذا البحث إلى تحديد مستويات معدن الرصاص (Pb) ومعدن الكاديوم (Cd) في فاكهة برتقال كفروك باتو 55 باستخدام طريقة التدمير الرطب المغلق (الارتجاع) وتم إجراء التحليل باستخدام اختبار Anova لتحديد محتوى معدن الرصاص (Pb) ومعدن الكاديوم (Cd) في فاكهة برتقال كفروك باتو 55 الاسم اللاتيني *Citrus reticulate Blanc*.

نوع البحث الذي تم إجراؤه هو بحث بيئي، وهو يشمل على: اختيار العينات باستخدام برتقال كفروك باتو 55 (*Citrus reticulate Blanco*)، واتخاذ منحنى قياسي من الرصاص (Pb) بتركيز 0 L/mg؛ 0.02 L/mg؛ 0.04 L/mg؛ 0.1 L/mg؛ 0.2 L/mg؛ 0.4 L/mg؛ 0.8 L/mg؛ 1.4 L/mg وإنشاء منحنى قياسي للكاديوم بتركيز 0 L/mg؛ 0.01 L/mg؛ 0.02 L/mg؛ 0.04 L/mg؛ 0.08 L/mg؛ 0.1 L/mg. يستخدم التدمير الرطب المغلق (الارتجاع) بالعامل المؤكسد، وهي 3:1 بين  $HNO_3 + H_2O_2$  بقدر 20 mL عند 100 درجة مئوية لمدة 3 ساعات. ثم قام بقياس محتوى معدن الرصاص (Pb) ومعدن الكاديوم (Cd) في عينات برتقال كفروك باتو 55 (*Citrus reticulate Blanco*) باستخدام التحليل الطيفي للامتصاص الذري (SSA).

حصلت نتائج البحث على مستويات معدن الرصاص (Pb) والكاديوم (Cd) مع الاختلافات في نقاط أخذ العينات في مدينة باتو، دل معدن الرصاص والكاديوم على متوسط المستوى في منطقة فرعية جونريجو هو 0,48 kg/mg لمعدن الرصاص و0,38 kg/mg لمعدن الكاديوم. ومتوسط المستوى هو 1,65 kg/mg لمعدن الرصاص و0,2 kg/mg لمعدن الكاديوم في منطقة فرعية باتو ومتوسط المستوى 1,38 kg/mg لمعدن الرصاص و0,37 kg/mg في منطقة فرعية بومي أجي. استنادا إلى نتائج الاختبار الإحصائي أحادي الاتجاه ANOVA، أظهرت قيمة sig البالغة >0.05 وحساب  $F > F$  جدول  $F$  أن الاختلاف في نقاط أخذ العينات كان حقيقي وكان له تأثير كبير على مستويات معدن الرصاص (Pb) والكاديوم (Cd).

## **BAB I PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kota Batu merupakan kota yang menunjang sektor pariwisata dan pertanian. Letak Kota Batu yang berada di wilayah pegunungan dan pembangunan pariwisata yang pesat membuat sebagian besar pertumbuhan PDB Kota Batu ditunjang dari sektor ini. Terdapat berbagai jenis wisata di Kota Batu baik wisata alam maupun wisata buatan. Selain itu Kota Batu memiliki kondisi pertanian yang sangat subur. Di bidang pertanian, Kota Batu merupakan daerah penghasil buah, bunga dan sayur-mayur (Koordinator Statistika Kota Batu, 2023).

Jeruk (*Citrus*) merupakan salah satu buah yang paling digemari di Indonesia karena di dalamnya banyak sekali terkandung zat-zat gizi seperti vitamin dan mineral (Putri, dkk. 2015). Hal ini ditandai dengan semakin meningkatnya konsumsi jeruk di Indonesia dari tahun ke tahun. Jeruk keprok 55 (*Citrus reticulata* B) merupakan salah satu varietas unggulan asli Kota Batu. Tanaman ini beradaptasi dengan baik di dataran tinggi antara 700-1200 mdpl dengan produktivitas rata-rata 50-70 kg/pohon/tahun. Dimana menurut Badan Pusat Statistik (2018) jeruk merupakan tanaman buah-buahan tahunan kedua terbesar di Kota Batu setelah apel yaitu sebesar 22.217,7 ton di tahun 2018 dan mengalami peningkatan sebesar tujuh persen ditahun 2019.

Penggunaan agrokimia (pupuk kimia dan pestisida sintesis) merupakan salah satu cara yang umum dilakukan untuk membantu pertumbuhan tanaman agar produksi buah meningkat baik secara kualitas dan kuantitas. Dalam wawancara dengan petani jeruk di daerah Kota Batu, terungkap bahwa petani jeruk secara rutin menggunakan pupuk ZA, TSP dan NPK untuk mendukung pertumbuhan tanaman jeruk. Petani menjelaskan bahwa selama masa pertumbuhan, mereka memberikan pupuk ZA (Zwavelzuur Ammonium) dalam jumlah 200-1000 gram per pohon, tergantung pada usia dan kebutuhan tanaman. Pupuk ini dianggap krusial karena dapat meningkatkan pertumbuhan vegetative, terutama dalam fase awal. Selain itu, mereka juga menggunakan TSP (Triple Super Phospat) dengan dosis yang sama, yang membantu memperkuat akar dan mempromosikan pembungaan. NPK Nitrogen (N) Fosfor (P) dan Kalium (K) diterapkan sekitar 500-1000 gram per pohon, penggunaan pupuk ini untuk memberikan nutrisi esensial yang mendukung berbagai fase pertumbuhan, dan pembungaan hingga pematangan buah. Tidak hanya penggunaan pupuk pada saat masa pertumbuhan tanaman, petani juga melakukan pengendalian hama dan penyakit untuk menjaga kesehatan tanaman. Mereka menggunakan insektisida untuk mengendalikan hama seperti kutu daun dan ulat, serta herbisida untuk mengatasi gulma yang dapat bersaing dengan tanaman jeruk. Pupuk dan pestisida yang digunakan secara intensif dapat menyebabkan tercemarnya tanah dan tanaman oleh logam berat (Nopriani, 2011 *dalam* Siaka, 2023).

Kota Batu tidak hanya dikenal sebagai pusat pertanian, tetapi juga sebagai destinasi pariwisata. Menurut laporan Dinas Perhubungan Kota Batu, jumlah kendaraan yang masuk

mencapai 41.405 unit pada tahun 2023. Tingginya volume kendaraan ini berkontribusi pada pencemaran udara, terutama akibat emisi gas buang dari kendaraan bermotor. Pencemaran udara dapat berupa partikulat logam berat yang dihasilkan dari aktivitas manusia, seperti penggunaan timbal sebagai bahan bakar, pembakaran sampah, penggunaan pestisida dan pupuk kimia secara berlebihan, serta limbah industri.

Akumulasi logam berat dalam tanaman terjadi ketika logam tersebut ditranslokasikan dari akar ke batang dan daun melalui sistem xylem dan floem (Katipana, 2015). Logam berat timbal (Pb) dapat terakumulasi di berbagai organ tanaman, termasuk akar, umbi-umbian, batang, daun, dan bahkan dapat masuk melalui pori-pori buah (Winarna, 2015). Menurut Ratnaningsih (2004), akumulasi logam berat dalam tubuh dapat membahayakan kesehatan manusia. Toksisitas kronis logam kadmium (Cd) dapat menyebabkan nefrotoksisitas, gangguan kardiovaskular, dan hipertensi. Sementara itu, logam timbal (Pb) dapat menyebabkan anemia, defisiensi hemoglobin, gangguan fungsi ginjal, dan kerusakan otak (Darmono, 1995).

Allah subhanahu wa ta'ala telah memerintahkan di dalam Al-Qur'an untuk memakan makanan yang halal lagi baik. Perintah ini diantaranya terdapat dalam surah al-a'raf (7) ayat 157.

وَجِلُّ هُمُ الطَّيِّبَاتِ وَبُحْرَمٌ عَلَيْهِمُ الْحَبَائِثُ

*Artinya: "Dan menghalalkan segala yang baik bagi mereka dan mengharamkan segala yang buruk bagi mereka."*

Makna الطَّيِّبَاتِ (at-Thayyibaat) dalam tafsir Muyassar bisa berarti lezat atau enak, tidak membahayakan, bersih atau halal. Sedangkan makna الْحَبَائِثُ (al-Khabaaits) bisa berarti sesuatu yang menjijikan, berbahaya dan haram. Buah jeruk merupakan makanan halal dan baik yang dapat dikonsumsi oleh manusia. Namun, ketika jeruk tumbuh di perkebunan yang telah tercemar logam berat maka logam berat tersebut akan terakumulasi di dalam buah jeruk, sehingga ketika dikonsumsi logam berat yang berada di dalam buah jeruk tersebut akan masuk ke dalam tubuh manusia dan dapat menyebabkan gangguan kesehatan.

Analisis logam berat pada buah jeruk telah dilakukan oleh Siaka dkk., (2023), menganalisis logam Pb dan Cd dalam buah jeruk di daerah Kintamani dengan menggunakan metode digesti dengan zat pendestruksi HNO<sub>3</sub> pekat dan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30% menggunakan Spektroskopi Serapan Atom diperoleh kandungan logam berat berturut-turut 18,3048-24,2205 mg/kg dan 12,3983-15,9922 mg/kg dimana konsentrasi ini melebihi ambang batas menurut Peraturan BPOM No.5 Tahun 2018 yaitu 0,2 mg/kg untuk Pb dan 0,05 mg/Kg untuk Cd. Penelitian lain yang dilakukan oleh Oguh dkk., 2020, mengenai analisis logam berat pada beberapa buah berasal dari lahan pertanian di Minna, Nigeria dimana kandungan Kadmium (Cd) pada buah Jeruk sinenis yang berasal dari lahan pertanian sebesar 0,02 mg/kg. Kemudian kandungan Timbal (Pb) yang ditemukan pada buah Jeruk sinenis berasal dari lahan pertanian sebesar 0,08 mg/kg. Nilai

konsentrasi dari pinggir jalan lebih tinggi dari batas yang ditetapkan oleh WHO/FAO, 2016 yaitu sebesar 0,1 mg/kg.

Penentuan kadar logam berat Pb dan Cd dapat menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA). Analisis logam berat menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA) perlu dilakukan preparasi sampel dengan cara destruksi. Destruksi merupakan proses yang digunakan untuk menghilangkan matriks di dalam sampel. Terdapat dua jenis destruksi yaitu destruksi basah dan destruksi kering (Muchadi, 2009). Menurut Anggraeni (2018) menjelaskan bahwa metode destruksi basah lebih baik daripada cara kering karena tidak banyak bahan yang hilang dengan suhu pengabuan yang sangat tinggi. Destruksi basah digunakan untuk perombakan sampel organik dengan asam-asam kuat baik tunggal maupun campuran seperti  $\text{HNO}_3$  p.a,  $\text{H}_2\text{O}_2$  p.a, dan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  p.a dan  $\text{HCl}$  p.a dengan pemanasan hingga jernih (Muchtadi, 2009). Destruksi basah dapat dilakukan secara tertutup menggunakan *refluks*. Prinsip menggunakan *refluks* yaitu menguap pada suhu tinggi ketika menggunakan pelarut volatile, tetapi ketika terbentuk uap akan mengakibatkan timbul embun pada kondensor (Darmono, 1995). Metode tersebut dipilih karena memiliki keunggulan dibanding dengan metode basah terbuka, diantaranya lebih efisien, kemungkinan kontaminasi dari udara kecil, dan unsur-unsur yang mudah menguap tidak mudah hilang (Jalbani, dkk 2014).

Penentuan logam berat menggunakan destruksi *refluks* telah dilakukan oleh Kartikasari dan Resti. Pada penelitian yang dilakukan oleh Kartikasari (2016) menyatakan bahwa metode destruksi terbaik untuk analisis logam Pb pada sampel apel adalah menggunakan destruksi basah tertutup (*refluks*) dengan hasil rata-rata yaitu 8,063 mg/Kg. Sedangkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Resti (2016) yaitu metode destruksi terbaik juga menggunakan destruksi basah tertutup (*refluks*), dengan konsentrasi sebesar 0,507 mg/Kg untuk bayam merah dan 0,527 mg/Kg untuk bayam hijau. Menurut Ahmed, dkk. (2015) menganalisis kandungan timbal dalam dua sereal pokok yaitu beras dan gandum di Bangladesh menggunakan metode destruksi basah sistem tertutup dengan pendestruksi asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) dan asam peroksida ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) dengan perbandingan (5:2) diperoleh cemaran timbal (Pb) dalam beras sebesar 0,713 mg/kg dan dalam gandum yaitu 0,221 mg/kg.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kadar cemaran logam timbal (Pb) dan kadmium (Cd) dalam sampel Jeruk Keprok Batu 55 ketika masih berada di lahan pertanian di tiga kecamatan di Kota Batu. Analisa ini menggunakan metode destruksi basah tertutup (*refluks*) dengan zat pengoksidasi  $\text{HNO}_3$  p.a +  $\text{H}_2\text{O}_2$  p.a (3:1). Sedangkan untuk mengetahui apakah ada pengaruh kadar logam timbal (Pb) dan (Cd) di tiga kecamatan di Kota Batu, maka dilakukan uji *one way annova*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Berapa kandungan logam Pb pada buah jeruk Keprok Batu 55 (*Citrus reticulata* B) di tiga kecamatan di Kota Batu?
2. Berapa kandungan logam Cd pada buah jeruk Keprok Batu 55 (*Citrus reticulata* B) di tiga kecamatan di Kota Batu?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui kandungan logam Pb pada buah jeruk keprok batu 55 (*Citrus reticulata* B) di tiga kecamatan di Kota Batu.
2. Untuk mengetahui kandungan logam Cd pada buah jeruk keprok batu 55 (*Citrus reticulata* B) di tiga kecamatan di Kota Batu.

## 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang diambil pada penelitian ini adalah:

1. Sampel yang digunakan adalah buah jeruk keprok batu 55 (*Citrus reticulata* B) yang ditanam di tiga kecamatan di Kota Batu yaitu kecamatan Batu, kecamatan Bumiaji dan kecamatan Junrejo.
2. Variasi sampel yang digunakan yaitu pengambilan sampel di lahan pertanian di tiga kecamatan di Kota Batu.
3. Metode destruksi yang digunakan adalah destruksi basah tertutup (*refluks*).
4. Zat pengoksidasi yang digunakan adalah  $\text{HNO}_3$  p.a +  $\text{H}_2\text{O}_2$  p.a (3:1) sebanyak 20 ml.
5. Jarak rata-rata pengambilan sampel 1 Km dari jalan raya.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini diantaranya yaitu sebagai berikut:

1. Memberikan informasi kepada masyarakat tentang kandungan logam Pb dan Cd pada buah jeruk Keprok Batu 55 (*Citrus reticulata* B) yang ada di tiga kecamatan di Kota Batu.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Gambaran Umum Kota Batu**

Kota Batu terdiri dari 3 kecamatan yaitu Kecamatan Batu, Kecamatan Junrejo dan Kecamatan Bumiaji. Kecamatan Bumiaji merupakan kecamatan yang paling luas wilayahnya yaitu 12.797,89 ha sedangkan Kecamatan Batu dan Kecamatan Junrejo masing-masing luas wilayahnya 4.545,81 ha dan 2.565,02 ha. Dilihat dari keadaan geografisnya, Kota Batu memiliki 4 jenis tanah. Pertama jenis tanah Andosol, berupa lahan yang paling subur meliputi Kecamatan Batu seluas 1.831,04 ha, Kecamatan Junrejo seluas 1.526,19 ha dan Kecamatan Bumiaji seluas 2.873,89 ha. Kedua jenis Kambisol, berupa jenis tanah yang cukup subur meliputi Kecamatan Batu seluas 889,31 ha, Kecamatan Junrejo 741,25 ha dan Kecamatan Bumiaji 1395,81 ha. Ketiga tanah alluvial, berupa tanah yang kurang subur dan mengandung kapur meliputi Kecamatan Batu seluas 239,86 ha, Kecamatan Junrejo 199,93 ha dan Kecamatan Bumiaji 376,48 ha. Dan yang terakhir jenis tanah Latosol meliputi Batu seluas 260,34 ha, Kecamatan Junrejo 217,00 ha dan Kecamatan Bumiaji 408,61 ha (BPS, 2023).

Kota Batu terletak di kaki gunung Paderman yang letaknya 700-1100 m di atas permukaan laut. Daerah dengan suhu dingin, ketika musim dingin suhunya 15°-19° C, ketika musim panas suhunya 28° C. Secara astronomi, Kota Batu berada pada posisi 7° 55' 20" - 7° 57' 20" Bujur Timur, 115° 17' 0" - 118° 19' 0" Lintang Selatan (BPS, 2023). Sedangkan batas wilayah kota Batu meliputi:

- a. Sebelah utara berbatasan dengan Kabupaten Mojokerto dan Kabupaten Pasuruan
- b. Sebelah selatan berbatasan dengan Kecamatan Dau, Kabupaten Malang.
- c. Sebelah barat berbatasan dengan Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang.
- d. Sebelah timur berbatasan dengan kecamatan Karang Ploso, Kabupaten Malang.

Mayoritas masyarakat Kota Batu berprofesi sebagai petani. Hasil Pertanian utama dari Kota Batu adalah buah, bunga dan sayuran. Buah Apel menjadi salah satu komoditi utama yang dihasilkan oleh wilayah perkebunan di Kota Batu. Apel Batu mempunyai 4 (Empat) varietas yaitu Manalagi, Rome beauty, Anna, dan Wangling. Sektor Pariwisata dan pertanian Kota Batu menjadi salah satu penunjang tertinggi pemasukan Kota Batu, ini disebabkan karena letak wilayah Kota Batu yang berada di daerah pegunungan dan pembangunan Sektor Pariwisata sehingga menunjang PDB 28 Kota Batu dibidang pertanian, Kota Batu adalah salah satu daerah penghasil apel terbesar di Indonesia sehingga dijuluki sebagai Kota Apel. Kota Batu Juga dikenal sebagai kawasan agropolitan, yang kemudian membuat Kota Batu mendapatkan julukan Kota Agropolitan. Tidak hanya sebagai penghasil buah apel, pengembangan jeruk keprok di Kota Batu semakin terlihat dengan peningkatan produksi sebesar 1.626 ton atau sekitar 7 % pada tahun 2019, dibandingkan dengan apel yang menjadi ikon Kota Batu yang mengalami penurunan sebesar 7,34 % atau sekitar 4.006 ton di tahun yang sama. Ditinjau dari kebutuhan konsumsi pada pasar jeruk keprok Kota Batu, jumlah

permintaan dari konsumsi jeruk keprok di Kota Batu sebesar 18.760 ton pada tahun 2022 sesuai proyeksi target produksi jeruk keprok (Dinas Pertanian Kota Batu, 2017).

## 2.2 Jeruk (*Citrus*)

Buah jeruk merupakan buah yang dapat dijumpai dalam setiap musim, karena tanaman jeruk termasuk tanaman yang cocok diberbagai kondisi iklim, dapat ditanam dimana saja, baik di dataran rendah maupun di dataran tinggi dan tergolong mudah untuk dibudidayakan (Jumianan, 2013). Buah jeruk merupakan sumber vitamin C, Pracaya (2000) menyebutkan bahwa semakin meningkatnya kematangan buah jeruk maka kandungan vitamin C nya akan berkurang.

Klasifikasi botani tanaman jeruk menurut (Pracaya, 2000) adalah sebagai berikut:

Divisi	: Spermatophyta
Sub Divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Ordo	: Rutales
Famili	: Rutaceae
Genus	: Citrus
Spesies	: <i>Citrus sp.</i>



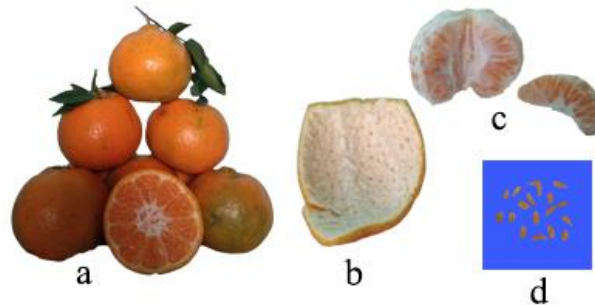
**Gambar 2.1** Buah Jeruk (Balijestro, 2015)

Tanaman jeruk dapat dibudidayakan bervariasi dari dataran rendah sampai dataran tinggi yaitu di ketinggian 700- 2000 meter di atas permukaan laut (Rukmana R, 1995). Sehingga berbagai jeruk dapat tumbuh dengan baik di Kota Batu. Menurut Anonim (2018) terdapat berbagai jenis buah jeruk yang produktifitasnya meningkat setiap tahunnya salah satunya adalah Jeruk Keprok Batu 55 (*Citrus reticulata* Blanco).

### 2.1.1 Jeruk Keprok Batu 55 (*Citrus reticulata* Blanco)

Jeruk keprok Batu 55 (*Citrus reticulata* Blanco) termasuk dalam jeruk mandarin yang tidak diketahui pasti asal usulnya. Namun salah satu literatur menyebutkan bahwa jeruk varietas ini sudah ada di Kota Batu sejak penjajahan Belanda dan berasal dari Cina. Pemerintah belanda sempat mengadakan kontes buah jeruk unggul yang dimenangkan oleh jeruk keprok asal Kota Batu (Setiono, 2015). Maka penamaan jeruk keprok tersebut mengikuti

daerah asalnya, yaitu Jeruk Keprok Batu. Sedangkan nama 55 didapat dari hasil evaluasi pohon yang telah ditanam di Balitjestro (pada saat itu bernama Kebun Percobaan Tlekung) menunjukkan bahwa pohon dengan pertumbuhan, produktivitas dan mutu buah yang lebih baik daripada pohon lain adalah pohon bernomor 55 (Anonim, 2005). Jeruk keprok batu 55 secara legal telah menjadi jeruk varietas unggul nasional pada tanggal 20 April 2006 berdasarkan Surat Keputusan Menteri Pertanian (Anonim, 2006).



**Gambar 2.2** Buah jeruk Keprok Batu 55 (K.W Rahmanda, 2021)

Jeruk Keprok Batu 55 (*Citrus reticulata Blanco*) memiliki rasa manis sedikit asam segar, warna kulit menarik serta mudah dikupas namun tekstur permukaannya agak kasar. Berat jeruk keprok untuk satu buah berkisar 110,62 gram, tekstur daging buahnya lunak. Gambar 2a menunjukkan bentuk buah pada umumnya bulat ada yang gepeng, mempunyai ciri khas berupa konde. Daging buah oranye, dan mempunyai dinding buah yang tebal. Lapisan kulit luar yang kaku dengan ketebalan kulit antara 3,13- 4,63 mm (Balitjestro, 2016). Rata-rata jumlah segmen dalam setiap buah mencapai 10 juring seperti pada Gambar 2c dengan presentase yang dapat dimakan adalah 80%. Produksi hasil jeruk keprok varietas Batu 55 mencapai 15-95 kg/pohon/tahun. (K.W Rahmanda, 2021).

### 2.3 Timbal (Pb)

Timbal (Pb) adalah salah satu jenis logam berat yang disebut timah hitam. Timbal memiliki titik lebur yang rendah, mudah dibentuk, digunakan untuk melapisi logam agar tidak menimbulkan karat karena memiliki sifat kimia yang aktif. Timbal merupakan logam yang memiliki bilangan oksidasi  $2^+$  dan berwarna abu-abu kebiruan yang bersifat lunak dan mengkilap. Timbal memiliki nomor atom 82 dengan berat atom 207,20. Titik leleh timbal adalah  $1740^{\circ}\text{C}$  dan memiliki massa jenis  $11,34 \text{ g/cm}^3$ . Logam Pb pada suhu  $500\text{-}600^{\circ}\text{C}$  dapat menguap dan membentuk oksigen di udara dalam bentuk timbal oksida (PbO) (M. Rahayu & Solihat, 2018).

Timbal digunakan sebagai bahan aditif pada bahan bakar bensin dalam bentuk *Tetra Ethyl Lead* (TEL). TEL merupakan senyawa organologam yang beracun dengan rumus kimia  $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_4\text{Pb}$ . TEL tidak berwarna, larut dalam bensin dan bersifat lipofilik. TEL banyak dimanfaatkan di Amerika Serikat sebagai aditif bensin karena kemampuannya untuk



meningkatkan angka oktan dan dapat mencegah terjadinya pembakaran spontan (*knocking*) di dalam mesin (Wijaya, 2012).

Timbal dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari seperti pembuatan kaca, penstabil PVC, bensin, cat, dan pestisida. Timbal dapat berasal dari lingkungan dan manusia, timbal di lingkungan berada di alam yang terbentuk secara alami dan salah satu aktivitas manusia penghasil timbal terbesar adalah kendaraan yang menggunakan timbal sebagai bahan bakar (Irianti dkk, 2017).

Timah hitam atau timbal (Pb) merupakan senyawa logam berat yang sangat berbahaya bagi makhluk hidup karena bersifat karsinogenik, dapat menyebabkan mutasi, terurai dalam jangka waktu lama dan toksisitasnya tidak berubah. Pb dapat mencemari udara, air, tanah, tumbuhan, hewan, bahkan manusia. Cemaran Pb melalui udara merupakan pencemaran yang tertinggi terutama yang diakibatkan dari asap atau polusi kendaraan bermotor, hal ini tentu saja sangat berbahaya bagi kesehatan terutama bagi masyarakat yang tinggal di tempat dengan jumlah volume kendaraan yang tinggi (Sumardjo, 2012).

Toksitas akut dari logam umumnya menimbulkan gangguan saluran cerna seperti perut kaku, mual, muntah dan diare, terutama pada anak-anak. Pb merupakan logam yang bersifat akumulatif sehingga paparan yang terjadi secara terus menerus sangat berbahaya bagi kesehatan. Paparan kronis Pb pada orang dewasa dapat menimbulkan hipertensi, nefropati, anemia, neuropati perifer, dan ensefalopati (Muthmainnah dkk., 2009).

Menurut WHO batasan kadar timbal pada darah yaitu di bawah 10  $\mu\text{g/dL}$  (ppm) yang dikategorikan rendah, dan di atas 25  $\mu\text{g/dL}$  yang dikategorikan tinggi (Marianti, 2013). Menurut *Disease Control Prevention* (CDC) pada tahun 1997 menetapkan bahwa nilai ambang batas kadar timbal dalam darah yaitu 10  $\mu\text{g/dL}$ . Penimbunan timbal berpotensi menimbulkan dampak jangka panjang atau kronis. Timbal yang ditimbun dalam tulang seorang perempuan yang mengandung, dimobilisasi dan masuk dalam peredaran darah, lalu masuk ke janin dan pada gilirannya mengganggu kesehatan janin.

Paparan kronik timbal pada anak-anak dapat menyebabkan anak menjadi hiperaktif dan penurunan kecerdasan. Setiap kenaikan kadar timbal dalam darah sebesar 10-20  $\mu\text{g/dL}$ , dapat menurunkan IQ rata-rata sebesar 2 poin. Oleh *International Agency for Research Cancer* (IARC) timbal dinyatakan bersifat karsinogenik kategorik 2B (BPOM, 2007). Sumber pencemaran logam berat berasal dari sumber alami dan aktivitas manusia. Logam Timbal (Pb) secara alami telah tersebar di alam, yaitu: batuan, dimana bumi mengandung timbal (Pb) sekitar 13 mg/kg. Mukono (2002), menyatakan bahwa kadar Timbal (Pb) pada batuan sekitar 10-20 mg/kg. Pada tanah, rerata Timbal (Pb) yang terdapat di permukaan tanah adalah sebesar 5-25 mg/kg. Pada tumbuhan, secara alami tumbuhan dapat mengandung timbal (Pb) yaitu berkisar 2,5 mg/kg berat daun kering.

Logam Pb yang mencemari udara terdapat dalam dua bentuk, yaitu dalam bentuk gas dan partikel-partikel. Gas timbal terutama berasal dari pembakaran bahan aditif bensin dari

kendaraan bermotor yang terdiri dari tetraetil Pb dan tetrametil Pb. Partikel-partikel Pb di udara berasal dari sumber-sumber lain seperti pabrik-pabrik alkali Pb dan Pb oksida, pembakaran arang dan sebagainya (Fardiaz, 1992).

Berdasarkan penelitian dari Oguh (2020), menganalisis logam Arsenik (As), Kadmium (Cd), Timbal (Pb) dan Merkuri (Hg) dalam bagian buah yang dapat dimakan dari *Carica papaya* (Pepaya), *Citrullus lanatus* (Semangka), *Citrus sinensis* (Jeruk), dan *Musa acuminata* (Pisang) yang dijual di pinggir jalan dan lahan pertanian di Minna negara bagian Nigeria menunjukkan bahwa kandungan logam pada buah-buahan yang dijual di pinggir jalan lebih tinggi daripada batas kandungan logam yang diizinkan WHO/FAO dalam buah-buahan dimana *Citrullus lanatus* (Semangka) mencatat kontaminasi tertinggi pada semua logam. Urutan kontaminasi pada sampel buah-buahan untuk logam adalah *Citrullus lanatus* (Semangka) > *Musa acuminata* (Pisang) > *Carica papaya* (Pepaya) > *Citrus sinensis* (Jeruk).

#### 2.4 Kadmium (Cd)

Kadmium merupakan suatu unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang Cd dan nomor atom 48, berat 112,4, titik leleh 321 °C, titik didih 767 °C dan memiliki massa jenis 8,65 g/cm<sup>3</sup>. Kadmium merupakan logam berwarna putih, lunak, mengkilap, tidak larut dalam basa, mudah bereaksi serta menghasilkan kadmium oksida jika dipanaskan. Kadmium membentuk Cd<sup>2+</sup> yang bersifat tidak stabil (Widowati dkk., 2008). Sifat kimia logam kadmium yaitu logam yang tidak dapat larut dalam basa tetapi larut dalam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan HCl encer. Kadmium merupakan logam yang cukup aktif dalam udara terbuka, jika dipanaskan akan membentuk asap coklat CdO dan memiliki ketahanan korosi yang tinggi CdI<sub>2</sub> yang larut dalam alkohol (Darmono, 1995).

Penyerapan Cd dari tanah oleh tanaman dipengaruhi oleh total pemasukan Cd dalam tanah, pH tanah, kandungan Zn, jenis tanaman dan kultivar. Penyerapan Cd akan tinggi pada pH tinggi. Kandungan seng (Zn) yang tinggi dapat mengurangi penyerapan Cd. Jika Cd telah memasuki rantai makanan, maka pada akhirnya akan terakumulasi pada konsentrasi tingkat tinggi yaitu hewan dan manusia (Subowo, 1999). Logam berat Kadmium (Cd) adalah logam yang alami berada di dalam kerak bumi (Irianti dkk, 2017). Kegiatan manusia juga merupakan sumber utama penyedia logam kadmium (Cd) pada lingkungan. Salah satu kegiatannya merupakan industri seng dimana kadmium merupakan produksi sampingan dari seng (Adhani & Husaini, 2017). Sumber kontaminasi paparan kadmium lainnya adalah bahan bakar minyak, produksi besi dan baja, inerserasi, rokok, dan pupuk (Sharma dkk., 2015).

Kandungan Logam berat akan masuk ke dalam tanah dengan adanya bahan kimia yang langsung jatuh ke tanah, tumpukan debu, air hujan atau dikarenakan adanya pengendapan, pengikisan dan adanya limbah buangan industri ataupun rumah tangga (Suastawan dkk., 2015). Unsur Cd terdapat dalam tanah secara alami dengan kandungan rata-rata rendah yaitu 0,4 mg/kg tanah. Pada tanah yang bebas polusi kandungannya adalah 0,06–1,1 ppm.

Peningkatan kandungan Cd dapat diperoleh dari asap kendaraan bermotor dan pupuk fosfat yang terakumulasi di tanah. Ion logam berat ( $Cd^{2+}$ ) merupakan bentuk yang dapat diserap oleh tanaman diantara unsur mineral penting yang dibutuhkan tanaman. Pada umumnya tanaman menyerap hanya sedikit (1-5%) larutan Cd yang ditambahkan ke dalam tanah. Akumulasi dalam jangka waktu yang lama dapat meningkatkan kandungan Cd dalam tanah dan tanaman yang sedang tumbuh. Sayuran mengakumulasi Cd lebih banyak dibandingkan tanaman pangan yang lain (Subowo dkk., 1999).

Sudarmaji (2006), menjelaskan bahwa dalam tubuh manusia kadmium terutama dieliminasi melalui urin. Hanya sedikit yang diabsorpsi, yaitu sekitar 5-10%. Absorpsi dipengaruhi faktor diet seperti intake protein, kalsium, vitamin D dan trace logam seperti seng (Zn). Proporsi yang besar adalah absorpsi melalui pernafasan yaitu antara 10-40% tergantung keadaan fisik. Uap kadmium sangat toksis dengan lethal dose melalui pernafasan diperkirakan 10 menit terpapar sampai dengan  $190 \text{ mg/m}^3$  atau sekitar  $8 \text{ mg/m}^3$  selama 240 menit akan dapat 17 menimbulkan kematian. Gejala umum keracunan Cd adalah sakit di dada, nafas sesak (pendek), batuk-batuk dan lemah.

Kontaminasi akut yang disebabkan oleh logam kadmium (Cd) menyebabkan gejala mual, muntah, diare, kram otot, anemia, dermatitis, *stunting*, kerusakan ginjal dan hati, gangguan kardiovaskuler, emphysema dan degenerasi testicular (Eliyana, 2018). Perkiraan dosis mematikan akut adalah sekitar 500 ppm untuk dewasa dan efek dosis akan nampak jika terabsorpsi 0,043 ppm per hari. Gejala yang ditimbulkan apabila keracunan logam Cd adalah sesak dada, kerongkongan kering dan dada terasa sesak, nafas pendek, sistress dan berkembang ke arah penyakit radang paru-paru, sakit kepala dan menggigil, bahkan dapat diikuti dengan kematian. Gejala kronis keracunan Cd yaitu nafas pendek, kemampuan mencium bau menurun, berat badan menurun, gigi terasa ngilu dan berwarna kuning keemasan (Eliyana, 2018).

Menurut *World Health Organization* (WHO) melalui JECFA batas normal toleransi masukkan Cd pada tubuh manusia adalah sebesar  $400\text{-}500 \mu\text{g}$  atau 0,4 mg per minggu per 60 kg berat badan atau tidak boleh lebih dari  $60 \mu\text{g}/\text{hari}$ . Ketentuan ini ditetapkan dengan asumsi bahwa konsentrasi Cd dalam makanan yang masuk ke dalam tubuh manusia lebih kurang 4,5% akan tertinggal dalam tubuh. Konsentrasi logam berat Cd sebesar  $<0,01 \text{ mg/kg}$  maka nilai MWI (*Maximum Weekly Intake*) atau batas aman konsumsi manusia dengan berat badan 60 kg per minggunya berdasarkan MTI adalah sebesar 80 mg/minggu dari masing-masing stasiun pengambilan sampel (Marwah, 2015).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Siaka (2023), menganalisis logam berat Pb dan Cd pada buah jeruk siam di Daerah Kintamani Pulau Bali diketahui konsentrasi logam Pb pada buah jeruk yaitu berkisar 18,3048-24,2205 mg/Kg dan logam Cd berkisar 12,3983-15,9922 mg/Kg. Kandungan logam Pb dan Cd dalam buah jeruk siam melewati ambang batas

menurut Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 5 Tahun 2018 yaitu melewati 0,2 mg/kg untuk Pb dan 0,05 mg/Kg untuk Cd.

## 2.5 Destruksi Basah Tertutup (*Refluks*)

Destruksi atau penghancuran adalah perlakuan untuk memecah senyawa menjadi elemen-elemennya sehingga dapat dianalisis. Istilah destruksi juga disebut perombakan, yaitu dari bentuk logam organik menjadi bentuk logam-logam anorganik. Destruksi basah lebih sedikit penggunaan bahannya dibandingkan destruksi kering. Destruksi kering merupakan perombakan organik logam di dalam sampel menjadi logam-logam anorganik dengan jalan pengabuan sampel dalam *muffle furnace* dan memerlukan suhu pemanasan tertentu, dengan mekanisme penguapan pelarut. Pada umumnya dalam destruksi kering ini dibutuhkan suhu pemanasan antara 400-800°C, tetapi suhu ini sangat tergantung pada jenis sampel yang akan dianalisis. Destruksi pengabuan basah dilakukan dengan cara melarutkan sampel dalam pelarut asam, sedangkan destruksi pengabuan kering dilakukan dengan cara pemanasan sampel pada suhu tinggi sampai diperoleh abu kering, kemudian dilanjutkan pelarutan dengan pelarut asam (Waluyadi, 1999).

Faqihuddin, (2021), menjelaskan bahwa dalam destruksi basah, bahan organik diuraikan dalam larutan asam pengoksidasi pekat dan panas memiliki akurasi, presisi, dan recovery yang lebih baik dibandingkan destruksi kering. Menurut Sumardi, (1981) metode destruksi basah lebih baik daripada destruksi kering, hal ini disebabkan suhu pengabuan yang sangat tinggi mengakibatkan tidak banyak bahan yang hilang. Selain itu, kerja destruksi basah memiliki waktu yang sangat efisien dibanding menggunakan destruksi kering membutuhkan waktu yang lama. Pelarut-pelarut yang digunakan untuk destruksi basah yaitu asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ), asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), asam perklorat ( $\text{HClO}_4$ ), hidrogen peroksida ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), dan asam klorida ( $\text{HCl}$ ) (Habibi, 2020).

Senyawa organik akan lebih mudah hancur dengan proses destruksi basah. Prinsip dasar destruksi basah untuk menghancurkan senyawa organik dengan suhu rendah dengan penggunaan asam nitrat yang bertujuan untuk menghindari hilangnya mineral akibat penguapan (Amaral, dkk. 2016). Penggunaan asam nitrat berguna untuk mengoksidasi senyawa organik (C,H,O) dalam sampel menjadi  $\text{CO}_2$ , dan  $\text{H}_2\text{O}_2$  (Tha, dkk., 2013). Selain itu, dalam proses pendestruksi di tambah  $\text{H}_2\text{O}_2$  yang berfungsi sebagai katalisator untuk mempercepat proses destruksi. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Damayanti (2023), menganalisis logam berat Cd pada Bekatul Kemasan menggunakan destruksi basah tertutup (*refluks*) dengan menggunakan pelarut  $\text{HNO}_3:\text{H}_2\text{O}_2$  (8:1) sebanyak 50 mL, didapatkan rata-rata kadar logam berat Cd sebesar 4,32 mg/Kg.

Destruksi basah tertutup dengan *refluks* merupakan metode dengan cara memasukkan sampel dalam labu alas bulat yang dilengkapi kondensor pendingin yang dialiri air. Prinsip penggunaan *refluks* adalah menguap pada saat suhu tinggi dengan menggunakan pelarut

volatil sehingga membentuk embun pada kondensor. Kondensor di sambungkan dengan air yang berfungsi sebagai pendingin yang mengubah uap menjadi embun dan masuk kembali kedalam tabung. Sampel didistruksi menggunakan larutan pendestruksi dengan temperatur 120°C Selama 3- 4 jam lalu di dinginkan dan di saring (Amaral, dkk. 2016).

Penggunaan asam peroksida dengan asam nitrat, berfungsi untuk memaksimalkan proses destruksi.  $H_2O_2$  akan terurai pada suhu 100°C menjadi  $H_2O$  dan  $O_2$ . Molekul air akan bereaksi dengan gas  $NO_2$  membentuk  $HNO_3$  dan  $HNO_2$ .  $HNO_3$  akan mendestruksi bahan organik yang tersisa. Sedangkan  $HNO_2$  akan terurai menjadi  $NO_2$  dan  $NO$ . Proses ini akan terus berlanjut hingga semua senyawa organik selesai terdestruksi (Wulandari dan Sukei, 2013). Penelitian Altundag (2011), mengenai analisis logam pada buah kering dengan menggunakan campuran zat pendestruksi  $HNO_3$  dan  $H_2O_2$  6:2 (v/v) didapatkan kadar logam Kadmium (Cd) sebesar 0,12–0,54  $\mu g/g$ . Penelitian lain mengenai analisis logam pada buah jeruk siam dengan campuran pengoksidasi  $HNO_3$  dan  $H_2O_2$  (2:1) didapatkan kadar Pb 18,3048-24,2205 mg/Kg dan logam Cd 12,3983-15,9922 mg/Kg (Siaka, 2023).

## 2.6 Spektroskopi Serapan Atom

Spektroskopi serapan atom ialah instrumen dalam kimia analitik yang menggunakan prinsip energi yang diserap oleh atom. Atom yang menyerap radiasi akan menimbulkan keadaan energi elektronik yang tereksitasi. Spektroskopi Serapan Atom digunakan untuk menganalisis konsentrasi analit dalam suatu sampel. Elektron pada atom akan tereksitasi ke orbital yang lebih tinggi dalam waktu singkat dengan cara menyerap energi (radiasi pada panjang gelombang tertentu). AAS banyak digunakan untuk menguji kadar logam berat dalam air. Logam-logam yang sering dianalisis pada alat ini adalah Pb, Cr, Ni, Cd, Fe, Zn, Cu, K dan Co (Handes., dkk 2021). Prinsip Spektroskopi Serapan Atom (SSA) berdasarkan pada proses penyerapan energi radiasi dari sumber nyala atom-atom yang berada pada tingkat energi dasar akan memberikan energi menjadi bacaan absorbansi yang sebanding dengan konsentrasi. Hubungan serapan atom dengan konsentrasi dinyatakan dengan hukum Lambert-Beer, yaitu (Vogel,1989) :

$$\text{Log } I_0/I = abc \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :  $I_0$  = Intensitas mula-mula  
 $I$  = Intensitas sinar yang ditransmisikan  
 $a$  = Intensitas molar

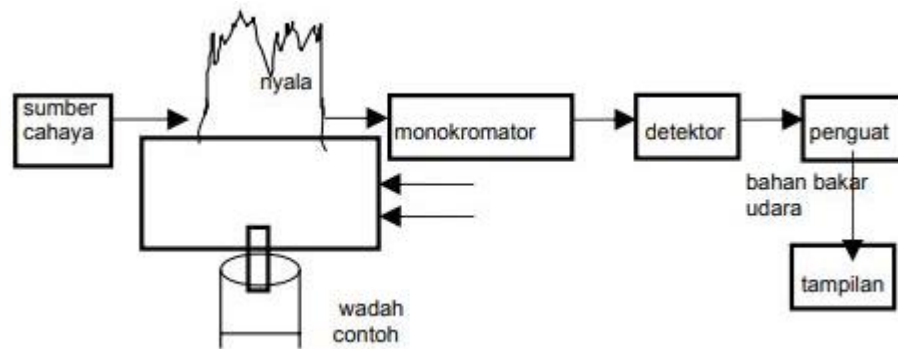
Cara kerja SSA ini adalah berdasarkan atas penguapan larutan sampel, kemudian logam yang terkandung di dalamnya diubah menjadi atom bebas. Atom tersebut mengabsorbpsi radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan dari lampu katoda (*Hallow Cathode Lamp*) yang mengandung unsur yang akan ditentukan. Banyaknya penyerapan radiasi kemudian diukur pada panjang gelombang tertentu sesuai dengan jenis logamnya (Darmono, 1995). Besarnya energi dari tiap panjang gelombang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$E = h \cdot C / \lambda \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana:  $E$  = Energi (Joule)  
 $h$  = Tetapan Planck ( $6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ )  
 $C$  = Kecepatan cahaya ( $3 \cdot 10^8 \text{ m / s}$ )  
 $\lambda$  = Panjang gelombang (nm)

### 2.6.1 Instrumen Spektroskopi Serapan Atom (SSA)

Alat spektroskopi Serapan Atom (SSA) terdiri dari rangkaian dalam diagram skema berikut:



**Gambar 2.3** Skema Komponen Pasa Alat SSA (Sumber: Ansori, 2005)

Komponen-komponen alat Spektroskopi Serapan Atom (SSA) adalah (Syahputra, 2004):

#### 1. Sumber Sinar

Sumber radiasi SSA adalah *Hallow Cathode Lamp* (HCL). Setiap pengukuran dengan menggunakan SSA harus menggunakan Hallow Cathode Lamp khusus dimana lampu ini akan memancarkan energi radiasi yang sesuai dengan energi yang diperlukan untuk transisi elektron atom.

#### 2. Sumber Atomisasi

Sumber atomisasi dibagi menjadi dua bagian yaitu sistem nyala dan sistem tanpa nyala. Kebanyakan instrumen sumber atomisasinya adalah nyala dan sampel diintroduksi dalam bentuk larutan. Sampel akan masuk ke nyala dalam bentuk aerosol. Jenis nyala yang digunakan secara luas untuk pengukuran analitik adalah udara-asetilen dan nitrous oksida-asetilen. Dengan kedua jenis nyala ini, kondisi analisis yang sesuai untuk kebanyakan analit dapat ditentukan dengan menggunakan metode-metode emisi, absorpsi dan flourosensi.

#### 3. Monokromator

Monokromator merupakan alat yang berfungsi untuk memisahkan radiasi yang tidak diperlukan dari spektrum radiasi lain yang dihasilkan oleh *Hallow Cathode Lamp*.

#### 4. Detektor

Detektor merupakan alat yang berfungsi untuk mengubah energi cahaya menjadi energi listrik yang memberikan suatu isyarat listrik berhubungan dengan daya radiasi yang diserap oleh permukaan yang peka.

## 5. Sistem Pengolah

Sistem pengolah berfungsi untuk mengolah kuat arus dari detektor menjadi besaran daya serap atom transmisi yang selanjutnya diubah menjadi data dalam sistem pembacaan.

## 6. Sistem Pembacaan

Sistem pembacaan merupakan bagian yang menampilkan suatu angka atau gambar yang dapat dibaca oleh mata. Kondisi optimum parameter pada saat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) yang perlu mendapatkan perhatian adalah panjang gelombang, laju alir pembakar, laju alir oksidan, kuat arus lampu katoda cekung (*Hallow Catode Lamp*), lebar celah dan tinggi pembakar burner. Pada kondisi optimum perubahan serapan akibat perubahan konsentrasi akan lebih sensitif kondisi optimum peralatan Spektroskopi Serapan Atom (SSA) (Rohman, 2007). Menurut (Siddique NA dan Mujeeb M. 2013) parameter yang harus diperhatikan dalam analisis logam berat yaitu:

**Tabel 2.1** Parameter yang Harus Diperhatikan dalam Analisis Logam Berat

Parameter	Timbal (Pb)	Kadmium (Cd)
Instrumen	SSA	SSA
Lampu Katoda	Timbal	Kadmium
Panjang Gelombang	283,3 nm	228,0 nm
Gas pembakar asetilen	2,5 L/min	2,5 L/min
Gas pembakar udara	15,0 L/menit	15,0 L/menit

Penentuan kadar logam kadmium (Cd) dan logam timbal (Pb) dengan menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA) dapat diukur dengan menggunakan panjang gelombang tertentu sesuai dengan sifat unsurnya. Biasanya untuk logam Cd digunakan panjang gelombang 228,8 nm sedangkan untuk logam timbal (Pb) digunakan panjang gelombang 283,3 nm. (Singh, et al., 2014) melakukan analisis kadar logam berat pada beberapa sampel tanaman obat India secara Spektroskopi Serapan Atom (SSA) dengan panjang gelombang 228,8 nm untuk logam kadmium (Cd) dan 283,3 nm untuk logam timbal (Pb).

## 2.7 Metode Kurva Standar

Metode kurva standar dapat dilakukan dengan cara membuat seri larutan standar dengan berbagai konsentrasi dan absorbansi dari larutan tersebut diukur dengan menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA). Konsentrasi (C) dan absorbansi (A) yang diperoleh kemudian grafik sehingga didapatkan garis lurus yang melewati titik nol dengan slope = a.b. Konsentrasi larutan sampel diukur dan diinterpolasi ke dalam kurva standar atau dimasukkan ke dalam persamaan regresi linier pada kurva standar (Rohman, 2007).

Metode kurva standar dapat dilakukan dengan pembacaan ulangan (*recall*) untuk sampel selanjutnya terhadap kurva terdahulu, sehingga waktu yang digunakan lebih efektif dan efisien. Metode kurva standar bisa digunakan untuk menggantikan metode adisi standar

untuk menganalisis timbal (Pb) dalam sampel walaupun secara performa analitik metode adisi standar lebih sensitif dari pada kurva standar, namun metode adisi standar membutuhkan waktu pengerjaan yang lama. Keadaan ini disebabkan ketika akan menganalisis sebuah sampel maka harus membuat kurva terlebih dahulu. Kelebihan dari kurva standar ketika banyak sampel yang akan dianalisis dengan waktu pengerjaannya membutuhkan waktu relatif singkat, sehingga kurva standar ini bisa digunakan sebagai alternatif metode dengan syarat zat pengoksidasi harus cocok dan sesuai dengan kondisi sampel yang akan dianalisis (Nuraini, 2011).

## 2.8 Uji One Way Anova

Analisis varians (*Analysis Of Variance*) atau ANOVA adalah metode analisis statistika yang termasuk ke dalam cabang statistika inferensi. Uji dalam anova menggunakan uji F karena dipakai untuk pengujian lebih dari dua sampel. Anova (*Analysis Of Variances*) digunakan untuk melakukan analisis komparasi multi variabel. Teknik analisis komparatif dengan menggunakan tes "t" yakni dengan mencari perbedaan yang signifikan dari dua buah mean hanya efektif bila jumlah variabelnya dua. Untuk mengatasi hal tersebut ada teknik analisis komparatif yang lebih baik yaitu *Analisis Of Fariances* atau Anova (Resti, 2016).

Anova satu arah (*one way anova*) digunakan apabila yang akan dianalisis terdiri dari satu variabel terikat dan satu variabel bebas. Analisis menggunakan uji anova dapat diperoleh kesimpulan (Kartikasari, 2016):

1. Apabila  $H_0$  ditolak dan  $F_{hitung} > F_{tabel}$  maka faktor tersebut berpengaruh terhadap suatu variabel.
2. Sebaliknya apabila  $H_0$  diterima dan  $F_{hitung} < F_{tabel}$  maka faktor tersebut tidak berpengaruh terhadap suatu variabel.

## 2.9 Makanan Halal dan Baik dalam Perspektif Islam

Makanan merupakan salah kebutuhan pokok manusia yang berfungsi menjaga keseimbangan proses metabolisme dalam tubuh. Selama ini, pemenuhan hasrat makanan cepat saji dan tahan lama dapat dihasilkan dengan mudah menggunakan bahan dasar dan bahan tambahan tanpa memperhatikan kualitas dampak kesehatan bagi konsumennya. Kualitas makanan yang dikonsumsi dapat berpengaruh terhadap kualitas hidup dan perilaku makhluk hidup itu sendiri. Sehingga, setiap makhluk hidup harus berusaha untuk mendapatkan makanan yang halal dan baik.

Secara umum, semua makanan itu halal selama tidak dimaksudkan untuk digunakan dalam pembuatan makanan haram dan tidak beracun atau berbahaya. Al Quran dan Hadis dijadikan pedoman oleh umat islam dalam menentukan sesuatu makanan termasuk halal atau haram. Istilah haram dan halal keduanya berasal dari bahasa Arab, halal yang artinya dibenarkan atau diperbolehkan, sedangkan haram berarti tidak dibenarkan atau dilarang.



Agama islam mengajarkan umat muslim untuk mengonsumsi makanan yang “*Halalan Tayyiban*”. Hal ini tertulis dalam al-Qur’an, sebagaimana ayat al-Qur’an dalam surat al-Baqarah ayat 168 berikut:

يَا أَيُّهَا النَّاسُ كُلُوا مِمَّا فِي الْأَرْضِ حَلَالًا طَيِّبًا وَلَا تَتَّبِعُوا خُطُوَاتِ الشَّيْطَانِ إِنَّهُ لَكُمْ عَدُوٌّ مُّبِينٌ ﴿١٦٨﴾

Artinya: "*Wahai manusia! Makanlah dari (makanan) yang halal dan baik yang terdapat di bumi dan janganlah kamu mengikuti langkah-langkah setan. Sungguh, setan itu musuh yang nyata bagimu.*"

Makanan yang halal dan baik pasti boleh dikonsumsi oleh manusia, artinya baik bagi tubuh dan tidak mengganggu kesehatan. Pada dasarnya sumber makanan yang berasal dari tumbuhan itu halal, selama tidak membahayakan bagi manusia. Kecuali tumbuhan yang beracun dan memabukkan seperti ganja, kecubung dan sejenisnya. Makanan atau minuman olahan dari tumbuhan, jika membahayakan dan memabukkan bagi tubuh manusia, maka tidak boleh dikonsumsi (Qardhawi, 2000).

Rasulullah SAW bersabda “ apa yang dihalalkan oleh Allah Swt dalam kitab-Nya adalah halal dan apa yang diharamkan Allah dalam kitab-Nya adalah haram dan apa yang dibiarkan (tidak diterangkan) maka barang itu termasuk yang dimaafkan“ ( HR. Ibnu Majah dan Tirmidzi) Hadits tersebut menjelaskan bahwa setiap makanan dan minuman halal dimakan kecuali yang diharamkan oleh Allah dan rasulnya. Makanan dan minuman yang layak dikonsumsi adalah makanan yang aman dan tidak mengandung mudharat (Hakim, A. R., 2020).

Buah jeruk merupakan salah satu sayuran yang banyak dijual bebas di pasaran, baik di pasar modern atau di pasar tradisional. Namun seiring banyaknya kontaminan yang banyak dapat membahayakan makanan yang kita konsumsi akan berakibat buruk pada tubuh jika dimakan. Salah satunya adalah kontaminan logam timbal (Pb) dan kadmium (Cd) yang berasal dari proses pertumbuhan maupun dari proses pemasaran, bahkan proses penjualannya, sehingga makanan yang asalnya menyehatkan menjadi tidak sehat karena terdapat kandungan berbahaya tersebut. Pangan yang baik berkaitan dengan jaminan bahwa pangan yang dijual bergizi, warnanya menarik, teksturnya baik, bersih, bebas dari hal-hal yang dapat membahayakan tubuh seperti kandungan mikroorganisme patogen, komponen fisik, biologis dan zat kimia berbahaya (Anwar, 2007). Batas kontaminan timbal (Pb) sendiri dalam makanan, khususnya buah telah diatur dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu kadar minimal sebesar 0,5 mg/kg dan batas kontaminan kadmium (Cd) dalam makanan, khususnya buah diatur dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu kadar minimal sebesar 0,2 mg/kg, sehingga apabila kadarnya diatas 0,5 mg/kg dan 0,2 mg/kg dapat dikatakan berbahaya dan tidak layak konsumsi.

Menurut Yaakob dalam Fathoni (2018), makanan yang melalui proses halal sekiranya memenuhi ciri-ciri yaitu bahan-bahan mentah yang digunakan adalah halal, komponen ramuan dan aditif (bahan tambahan) adalah halal, dan proses penghasilannya berdasarkan

garis panduan Islam. Sejauh ini, pengaruh aspek perkembangan teknologi makanan menyebabkan banyak keraguan timbul mengenai bahan dan proses yang digunakan dalam olahan industri.

Sedangkan menurut Shihab (2002) makanan yang baik (thayyib) setidaknya memenuhi kriteria berikut ini :

1. Makanan yang sehat

Makanan yang sehat adalah makanan yang memiliki kandungan zat gizi yang cukup dan seimbang. Makanan yang sehat sangat diperlukan bagi perkembangan dan pertumbuhan tubuh manusia.

2. Proporsional

Proporsional adalah makanan yang sesuai dengan kebutuhan, dalam arti tidak berlebihan. Di Indonesia kebutuhan suatu zat dalam tubuh telah diatur oleh Standar Nasional Indonesia (SNI) dan Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM).

3. Aman

Aman yaitu makanan yang suci dari kotoran dan terhindar dari segala yang haram, seperti najis.



## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret-Mei 2024 di Laboratorium Riset Kimia Analitik, Laboratorium Organik dan Laboratorium Instrumen Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. Pengambilan sampel buah jeruk terletak di lokasi Perkebunan warga diketiga kecamatan di Kota Batu.

### 3.2 Alat dan Bahan

#### 3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan analitik, plastik *wrap*, pipet tetes, pipet volume 1 ml, 2ml dan 5 ml, bola hisap, beaker glass 100 ml, pipet ukur 20 ml, corong gelas, cawan porselen, mortar, alu, pengaduk, gelas arloji, sendok takar, botol *vial*, gelas ukur 100 ml, seperangkat instrumen Spektroskopi Serapan Atom (SAA) yang dilengkapi dengan lampu katoda timbal (Pb) dan kadmium (Cd) merek Varian *spectra AA 240*, seperangkat alat *Microwave digestion*, lemari asam, pendingin (lemari es).

#### 3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah jeruk keprok batu 55 (*Citrus reticulata* B, standar  $Pb(NO_3)_2$  (*merck*), standar  $Cd(NO_3)_2$  (*merck*), asam nitrat pekat ( $HNO_3$  p.a) 65%, asam peroksida ( $H_2O_2$  p.a) 30% , aquades.

### 3.3 Rancangan Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah *enviromental*, sampel yang digunakan adalah buah jeruk keprok batu 55 (*Citrus reticulata* B), sampel diambil di tiga desa kecamatan Junrejo, tiga desa kecamatan Bumiaji dan tiga desa kecamatan Batu dalam keadaan segar, di Kota Batu. Kadar logam timbal (Pb) dan kadmium (Cd) dianalisis dengan metode destruksi basah tertutup (*refluks*) secara Spektroskopi Serapan Atom (SSA) dan dilakukan dengan komposisi zat pendestruksi  $HNO_3$  p.a +  $H_2O_2$  p.a 3:1 sebanyak 20 ml. Kemudian data dianalisis menggunakan metode uji *one way ANOVA*.

### 3.4 Tahapan Penelitian

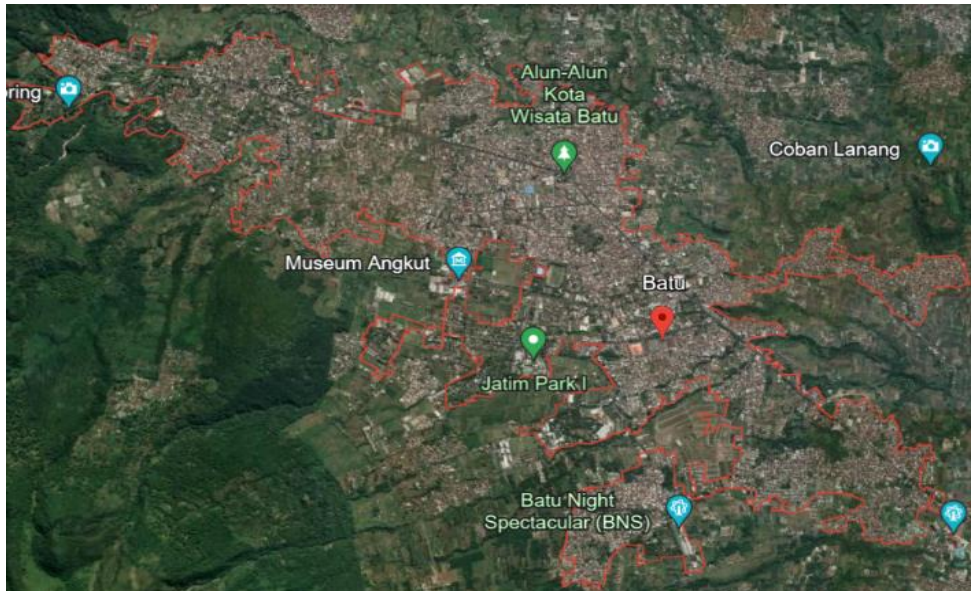
Adapun tahapan yang harus dilakukan pada penelitian ini adalah:

1. Pengambilan sampel
2. Preparasi sampel
3. Pengaturan alat Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)
4. Pembuatan kurva standar timbal (Pb)

5. Pembuatan kurva standar kadmium (Cd)
6. Pendestruksian sampel menggunakan zat  $\text{HNO}_3$  p.a +  $\text{H}_2\text{O}_2$  p.a 3:1 pada buah jeruk dan analisis menggunakan spektrofotometri serapan atom (SSA).

### 3.5 Cara Kerja

#### 3.5.1 Pengambilan Sampel



**Gambar 3.1** Denah Lokasi Pengambilan Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah jeruk keprok batu 55 (*Citrus reticulata* B), yang diambil di tiga desa kecamatan Junrejo, tiga desa kecamatan Bumiaji dan tiga desa kecamatan Batu dalam keadaan segar di Kota Batu. Alasan dipilih 3 titik sampling tersebut diduga memiliki cemaran logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd). Dari ke tiga titik sampling tersebut diambil buah jeruk keprok batu 55 (*Citrus reticulata* B) dengan ukuran yang sama  $\pm 100$  g kemudian dimasukkan dalam kantong kresek dan di beri label pada masing-masing kantong.

#### 3.5.2 Preparasi Sampel

Sampel yang didapat akan dibawa menuju laboratorium UIN Malang dalam wadah sampel. Sampel pada masing-masing lokasi akan dicuci dengan air mengalir kemudian dipotong kecil-kecil daging buah jeruk keprok batu 55 kemudian dihaluskan dengan mortar hingga halus dan tercampur sempurna. Kemudian ditimbang dan dicatat berat masing-masing sampel, kemudian sampel siap untuk dianalisis.

#### 3.5.3 Pengaturan alat Spektroskopi Serapan Atom (SSA)

Sebelum menggunakan alat spektroskopi serapan atom (ssa), alat harus diatur sesuai dengan kaidah yang berlaku untuk setiap jenis logam yang akan dianalisis.

**Tabel 3.1** Pengaturan instrumen SSA

Parameter	Timbal (Pb)	Kadmium (Cd)
Varian spectra	AA 240	AA 240
Panjang Gelombang	283,3 nm	228,8 nm
Lebar celah	0,5 nm	0,5 nm
Lampu Katoda	Timbal (Pb)	Kadmium (Cd)
Kuat arus HCL	10,0 Ma	10,0 Ma
Gas pembakar (Asetilen)	2,0 L/menit	2,0 L/menit
Gas pembakar udara	10,0 L/menit	10,0 L/menit

### 3.5.4 Pembuatan Kurva Standar Timbal (Pb)

Kurva standar timbal (Pb) 10 mg/mL diperoleh dengan cara memindahkan 1 mL larutan stock 1000 mg/L kedalam labu ukur 100 mL kemudian ditambahkan HNO<sub>3</sub> 65% hingga tanda batas. Larutan standar timbal (Pb) untuk kurva standar dibuat dengan cara memindahkan 0,1 ; 0,2; 0,5; 1; 2; 4 dan 7 mL larutan baku 10 mg/L kedalam labu ukur 50 mL kemudian diencerkan dengan HNO<sub>3</sub> 0,5 M hingga tanda batas. Larutan ini mengandung 0,02 mg/L; 0,04 mg/L; 0,1 mg/L; 0,2 mg/L; 0,4 mg/L; 0,8 mg/L dan 1,4 mg/L. Sederet larutan standar timbal (Pb) tersebut selanjutnya dianalisis dengan Spektroskopi Serapan Atom (SSA) AA 240 varian Australia pada kondisi optimum sehingga diperoleh data absorbansi (Gandjar dan Rohman, 2007).

### 3.5.5 Pembuatan Kurva Standar Kadmium (Cd)

Kurva standar kadmium (Cd) 10 mg/mL diperoleh dengan cara memindahkan 1 mL larutan baku Cd 1000 mg/mL ke dalam labu ukur 100 mL kemudian ditambahkan HNO<sub>3</sub> 65% hingga tanda batas. Larutan standard kadmium (Cd) untuk kurva standard dibuat dengan cara memindahkan 0,05; 0,1; 0,2; 0,4; dan 0,5 mL larutan baku 10 mg/mL kedalam labu ukur 50 mL kemudian ditambahkan HNO<sub>3</sub> 0,5 M hingga tanda batas. Larutan ini mengandung konsentrasi kadmium (Cd) 0,01; 0,02; 0,04; 0,08 dan 0,1 mg/L. Semua larutan standar dianalisis dengan spektroskopi serapan atom (SSA) pada kondisi optimum dan akan diperoleh data berupa absorbansi dari masing-masing konsentrasi (Rohman, 2017).

### 3.5.6 Tahap Pendestruksi dan analisis SSA sampel buah Jeruk Keprok Batu 55

Sampel ditimbang sebanyak 2 gram, dimasukkan ke dalam labu alas bulat dan ditambahkan dengan 20 mL HNO<sub>3</sub>:H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (3:1) dan didestruksi dengan refluks pada suhu 100°C selama 3 jam. Selanjutnya larutan hasil destruksi didinginkan pada suhu ruang dan disaring dengan kertas *Whatman* No. 42. Filtrat yang didapat dimasukkan kedalam labu ukur 25 mL, kemudian diencerkan menggunakan HNO<sub>3</sub> 0,5 M hingga tanda batas. Ditentukan konsentrasi Pb dengan menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA) dengan panjang gelombang 283,3 nm (Kim dkk, 2018). Dan konsentrasi logam Kadmium (Cd) menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA) dengan panjang gelombang 228,8 nm (Siaka, 2016). Dilakukan

pengulangan prosedur sebanyak 3 kali dari sampel jeruk keprok batu 55 seperti pada Tabel 3.2.

**Tabel 3.2** Hasil analisis kadar logam berat timbal (Pb) dan cadmium (Cd) pada buah jeruk keprok batu 55 (*Citrus reticulata* B).

Lokasi Pengambilan Sampel	Ulangan	Logam Berat	
		Timbal (Pb)(a)	Kadmium (Cd)(b)
Desa Junrejo	U1	S1 <sub>(a)</sub> U1	S1 <sub>(b)</sub> U1
	U2	S1 <sub>(a)</sub> U2	S1 <sub>(b)</sub> U2
	U3	S1 <sub>(a)</sub> U3	S1 <sub>(b)</sub> U3
Desa Pendem	U1	S2 <sub>(a)</sub> U1	S2 <sub>(b)</sub> U1
	U2	S2 <sub>(a)</sub> U2	S2 <sub>(b)</sub> U2
	U3	S2 <sub>(a)</sub> U3	S2 <sub>(b)</sub> U3
Desa Beji	U1	S3 <sub>(a)</sub> U1	S3 <sub>(b)</sub> U1
	U2	S3 <sub>(a)</sub> U2	S3 <sub>(b)</sub> U2
	U3	S3 <sub>(a)</sub> U3	S3 <sub>(b)</sub> U3
Desa oro-oro ombo	U1	S4 <sub>(a)</sub> U1	S4 <sub>(b)</sub> U1
	U2	S4 <sub>(a)</sub> U2	S4 <sub>(b)</sub> U2
	U3	S4 <sub>(a)</sub> U3	S4 <sub>(b)</sub> U3
Kelurahan Temas	U1	S5 <sub>(a)</sub> U1	S5 <sub>(b)</sub> U1
	U2	S5 <sub>(a)</sub> U2	S5 <sub>(b)</sub> U2
	U3	S5 <sub>(a)</sub> U3	S5 <sub>(b)</sub> U3
Desa Sumberjo	U1	S6 <sub>(a)</sub> U1	S6 <sub>(b)</sub> U1
	U2	S6 <sub>(a)</sub> U2	S6 <sub>(b)</sub> U2
	U3	S6 <sub>(a)</sub> U3	S6 <sub>(b)</sub> U3
Desa Punten	U1	S7 <sub>(a)</sub> U1	S7 <sub>(b)</sub> U1
	U2	S7 <sub>(a)</sub> U2	S7 <sub>(b)</sub> U2
	U3	S7 <sub>(a)</sub> U3	S7 <sub>(b)</sub> U3
Desa Bulukerto	U1	S8 <sub>(a)</sub> U1	S8 <sub>(b)</sub> U1
	U2	S8 <sub>(a)</sub> U2	S8 <sub>(b)</sub> U2
	U3	S8 <sub>(a)</sub> U3	S8 <sub>(b)</sub> U3
Desa Gunungsari	U1	S9 <sub>(a)</sub> U1	S9 <sub>(b)</sub> U1
	U2	S9 <sub>(a)</sub> U2	S9 <sub>(b)</sub> U2
	U3	S9 <sub>(a)</sub> U3	S9 <sub>(b)</sub> U3

### 3.5.7 Analisis Data

Data pembuatan kurva standar memiliki hubungan antara konsentrasi (C) dengan absorbansi (A) maka nilai yang dapat diketahui adalah *slope* dan *intersep*, kemudian nilai dari konsentrasi Pb dan Cd dalam sampel dapat diketahui dengan memasukkan kedalam persamaan regresi linier dengan menggunakan hukum *Lambert Beer*, yaitu:

$$Y = bx + a \dots\dots\dots (3.1)$$

Dimana: Y = Absorbansi  
 sampel X = Konsentrasi  
 sampel A = Intersep  
 B = Slope

Berdasarkan perhitungan regresi linear, dapat diketahui kadar logam timbal dan kadmium dengan menggunakan persamaan 3.2

$$\text{Kadar logam (mg/kg)} : \frac{b \times V}{m} \times F$$

Dimana: b= Kadar yang terbaca instrumen ppm

V= volume larutan (L)  
 F= Faktor pengenceran  
 M= Berat sampel

Analisis data dilakukan dengan menggunakan metode *one way anova* dengan tujuan mengetahui apakah variasi pengambilan sampel di tiga kecamatan yang berbeda mempunyai pengaruh dalam pembacaan konsentrasi Pb dan Cd terukur dengan kesimpulan sebagai berikut:

1. Jika  $H_0$  ditolak, maka ada pengaruh variasi pengambilan sampel di tiga kecamatan yang berbeda terhadap kadar logam timbal dan kadmium.
2. Jika  $H_0$  diterima, maka tidak ada pengaruh variasi pengambilan sampel di tiga kecamatan yang berbeda terhadap kadar logam timbal dan kadmium.

**Tabel 3.3** Variabel analisis one way ANOVA

<b>Variabel Terikat</b>	<b>Variabel bebas</b>
Pb	Tempat pengambilan sampel
Cd	Tempat pengambilan sampel



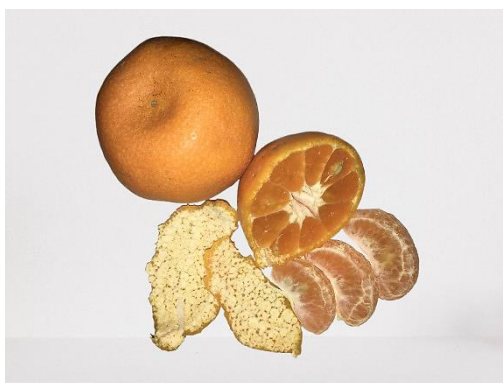


## BAB IV PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar logam Pb dan Cd pada buah jeruk keprok batu 55 (*Citrus reticulata* B) yang berasal dari tiga Kecamatan di Batu, menggunakan destruksi basah tertutup dengan refluks. Adapun tahapan-tahapan pada penelitian ini yaitu pemilihan dan pengambilan sampel jeruk, preparasi sampel, pengaturan alat SSA, pembuatan larutan standar timbal (Pb), pembuatan larutan standar kadmium (Cd) dan penentuan kadar logam dengan variasi lokasi sampling dengan jarak rata-rata 500 meter dari jalan raya. Kadar logam Pb dan Cd pada buah jeruk kemudian diukur menggunakan spektroskopi serapan atom (SSA).

### 4.1 Pengambilan dan Preparasi Sampel

Pengambilan sampel menggunakan metode *purposive sampling*. Metode ini merupakan teknik pengambilan sampel dengan cara melihat kondisi atau keadaan dari daerah penelitian. Sampel yang diamati adalah buah jeruk dengan spesies yang sama pada semua lahan (*Citrus reticulata* B) yang diambil pada bulan Agustus secara bersamaan. Teknik pengambilan sampel diambil secara acak dari 9 lokasi dengan jarak rata-rata 1 Km dari jalan raya.



**Gambar 4.1** Buah Jeruk keprok 55 (*Citrus reticulata* B)

Berdasarkan Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa ciri-ciri dari buah Jeruk keprok Batu 55 (*Citrus reticulata* B) memiliki bentuk bulat, pada tekstur kulit yang tebal dan agak kasar. Permukaan kulitnya tidak sepenuhnya halus, dengan pori-pori yang biasa mencapai lebih dari 1,2 milimeter. Buah jeruk keprok Batu 55 (*Citrus reticulata* Blanco) ini berwarna orange cerah dengan daging buah berwarna kuning keemasan dan sangat *juicy*. Tekstur lembut dan mudah dipisahkan dari kulitnya. Rasanya jeruk keprok Batu 55 (*Citrus reticulata* Blanco) ini manis dengan sedikit asam yang segar. Balitjestro, (2016) melaporkan bahwa Jeruk keprok Batu 55 (*Citrus reticulata* Blanco) memiliki bentuk bulat ada yang gepeng, mempunyai ciri khas berupa konde. Daging buah orange, dan mempunyai dinding buah yang tebal. Lapisan kulit luar yang kaku dengan ketebalan kulit antara 3,13- 4,63 mm. Berat jeruk keprok untuk satu buah berkisar

110,62 gram sesuai dengan berat rata-rata setiap buah jeruk pada masa panen setiap lahan, tekstur daging buahnya lunak.

Sampel buah jeruk diambil sebanyak 3 buah pada setiap lahan bagian depan, tengah dan belakang ladang jeruk yang dimaksudkan bahwa sampel tersebut mewakili setiap lahan. Sampel buah jeruk diambil dan dimasukkan kedalam plastik yang bertujuan mengawetkan dan menjaga kebersihan sampel selama menuju ke laboratorium. Sampel jeruk dikupas dan dihaluskan yang bertujuan untuk memperluas permukaan sampel dan agar sampel mudah terdestruksi. Kemudian ditimbang sebanyak 2 gram untuk didestruksi menggunakan destruksi basah tertutup (refluks) secara Spektroskopi Serapan Atom (SSA).

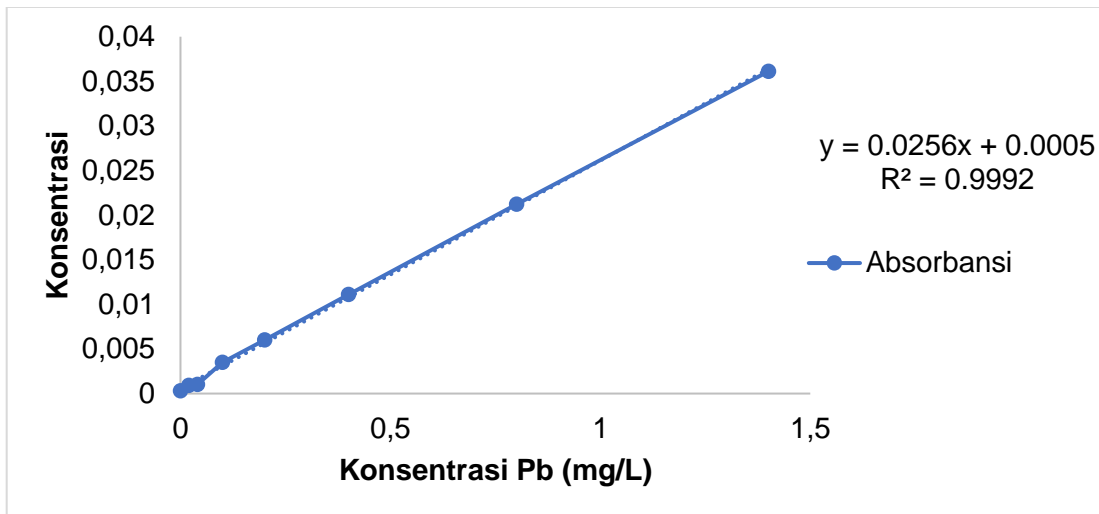
#### 4.2 Pembuatan Kurva Standar Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd)

Pembuatan larutan standar dilakukan dengan cara dipipet 1 mL larutan stok 1000 ppm kedalam labu ukur 100 mL dan ditanda bataskan menggunakan HNO<sub>3</sub> 0,5 M. Sehingga diperoleh larutan timbal dengan konsentrasi 10 ppm. Setelah itu dibuat larutan standar timbal (Pb) 0 ppm, 0,02 ppm, 0,04 ppm, 0,1 ppm, 0,2 ppm, 0,4 ppm, 0,8 ppm dan 1,4 ppm dengan cara memipet larutan stok Pb 10 ppm sebanyak 0,1 ml, 0,2 ml, 0,5 ml, 1 ml, 2 ml, 4 ml dan 7 mL larutan baku 10 mg/L. Kemudian dibuat larutan kadmium (Cd) 0,01 ppm, 0,02 ppm, 0,04 ppm, 0,08 ppm dan 0,1 ppm dengan cara memipet larutan stok Cd 10 ppm sebanyak 0,05 ml, 0,1 ml, 0,2 ml, 0,4 ml, dan 0,5 ml larutan baku 10 mg/L (Rohman, 2007). Pembuatan larutan dengan konsentrasi tersebut bertujuan sebagai range pembacaan kadar logam timbal yang akan dianalisis menggunakan instrumen Spektroskopi Serapan Atom (SSA) karena diasumsikan kadar yang terbaca pada instrumen berada diantara 0 ppm - 1,4 ppm untuk logam Pb dan 0,01 ppm - 0,5 ppm untuk logam Cd.

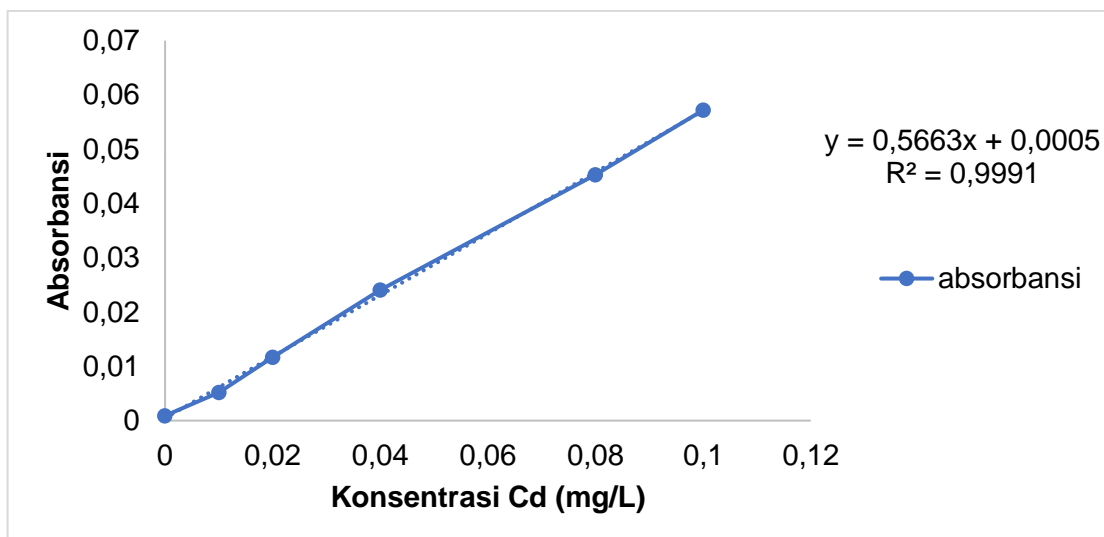
Kurva standar ialah kurva hubungan antara konsentrasi dan absorbansi, pembuatan kurva digunakan untuk menentukan konsentrasi unsur yang tidak diketahui dalam suatu larutan. Pembuatan kurva standar dilakukan dengan cara membuat larutan logam Pb dan Cd dengan rentang konsentrasi tertentu, kemudian instrument dikalibrasi menggunakan larutan yang disebut larutan standar yang sudah diketahui konsentrasinya. Pengukuran serapan dianalisis dengan Spektroskopi Serapan Atom (SSA) pada panjang gelombang yang spesifik untuk setiap logam.

Hasil pengukuran serapan yang diperoleh diplotkan untuk mendapatkan kurva standard dan persamaan garis liniernya. Kurva standar dibuat berdasarkan persamaan garis linear yaitu  $y = ax \pm b$ , dimana  $y$  adalah absorbansi yang diperoleh dari hasil pengukuran sedangkan  $a$  dan  $b$  merupakan konstanta yang akan ditentukan oleh nilai slope. Hubungan antara nilai absorbansi dengan larutan standar akan menghasilkan kurva garis lurus. Berdasarkan hukum *Lambert-Beer*, absorbansi akan berbanding lurus dengan absorbansi. Hal ini menunjukkan semakin besar konsentrasi larutan, maka nilai absorbansi akan semakin besar pula. Data yang

dihasilkan digunakan untuk kurva kalibrasi logam Pb dan Cd dengan membandingkan konsentrasi larutan standar (x) terhadap absorbansi (y) ditunjukkan pada Gambar 4.1 dan 4.2



**Gambar 4.2** Grafik Kurva Standar logam timbal (Pb)



**Gambar 4.3** Grafik Kurva Standar logam kadmium (Cd)

Berdasarkan Gambar 4.1 dan 4.2 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan maka semakin tinggi pula nilai absorbansi, sehingga didapatkan persamaan regresi linear  $y = 0,0256x + 0,0005$  untuk logam Pb dan  $y = 0,5663x + 0,0005$  untuk logam Cd. Dalam hal ini  $y$  merupakan absorbansi,  $a$  adalah *slope*,  $x$  adalah konsentrasi, dan  $b$  merupakan *intersep*. Berdasarkan kurva standar dua logam tersebut masing-masing memiliki nilai koefisien korelasi ( $R^2$ ) sebesar 0,9992 untuk logam Pb dan 0,9991 untuk logam Cd. Nilai ( $R^2$ ) yang diperoleh sudah mendekati 1 sehingga kurva standar tersebut sudah cukup baik dan linear. Dari persamaan regresi linear tersebut dapat digunakan untuk mengukur konsentrasi sampel karena terdapat hubungan linier antara konsentrasi (C) dengan absorbansi (A).

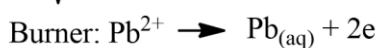
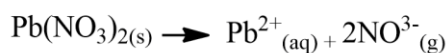
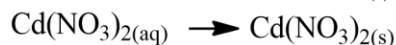
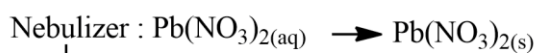
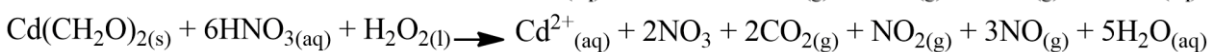
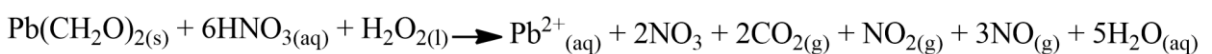
Limit deteksi (LOD) ialah parameter uji batas terkecil yang dimiliki oleh suatu alat atau instrument untuk mengukur sejumlah analit tertentu dan limit kuantitasi (LOQ) merupakan

jumlah analit terkecil dalam sampel yang masih dapat diukur dengan akurat dan persisi oleh alat /instrument. Nilai LOD yang didapatkan dari penelitian ini sebesar 0,042037 mg/Kg untuk logam Pb dan 0,077876 mg/Kg untuk logam Cd, dimana jika konsentrasi logam Pb yang terukur dalam instrument 0,042037 mg/Kg, maka dapat dipastikan bahwa sinyal tersebut dari logam Pb begitupula dengan logam Cd. Apabila konsentrasi (Pb) dan (Cd) dibawah limit deteksi maka sinyal yang ditangkap oleh alat berasal dari pengganggu (*noise*). Nilai LOQ yang didapatkan dari penelitian ini sebesar 0,140122 mg/Kg untuk logam Pb dan 0,259588 mg/Kg untuk logam Cd.

### 4.3 Destruksi Basah Tertutup (Refluks) Sampel Jeruk

Destruksi ialah proses perombakan senyawa organik pada sampel jeruk. Sampel masing-masing ditambahkan 20 mL zat pengoksidasi  $\text{HNO}_3:\text{H}_2\text{O}_2$  dengan rasio zat pengoksidasi (3:1). Pada metode destruksi, daging buah jeruk ketika dilakukan penambahan  $\text{HNO}_3$  sebagai zat pengoksidasi, asam nitrat akan memecah ikatan dalam pektin, mengubah protopectin menjadi pektin larut. Pektin merupakan polisakarida terdiri dari unit D-galakturonat, mengandung berbagai gugus fungsional, terutama gugus karboksil ( $-\text{COOH}$ ) dan hidroksil ( $-\text{OH}$ ). Gugus karboksil ini memiliki kemampuan untuk terionisasi, membentuk gugus karboksil ( $-\text{COO}$ ) (Ina dkk, 2014). Proses ini terjadi melalui reaksi hidrolisis dimana ion  $\text{H}^+$  dari  $\text{HNO}_3$  berperan aktif dalam memutuskan ikatan glikosidik pada pektin. Setelah pektin terhidrolisis,  $\text{HNO}_3$  menyebabkan senyawa organik dalam daging jeruk terdegradasi menjadi senyawa anorganik, termasuk gas nitrogen dioksida ( $\text{NO}_2$ ), karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), dan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Setelah reaksi dengan  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$  ditambahkan untuk meningkatkan reaksi oksidasi.  $\text{H}_2\text{O}_2$  berfungsi untuk mengoksidasi sisa-sisa bahan organik yang masih ada dan membantu dalam pembentukan ion logam bebas. Reaksi yang terjadi antara senyawa organik dengan zat pengoksidasi terdapat pada Gambar 4.4.

Destruksi



**Gambar 4.4** Reaksi antara senyawa organik dengan zat pengoksidasi

Berdasarkan Gambar 4.4 senyawa organik  $\text{Pb}(\text{CH}_2\text{O})_{2(s)}$  dan  $\text{Cd}(\text{CH}_2\text{O})_{2(s)}$  pada buah jeruk selanjutnya didekomposisi oleh  $\text{HNO}_3$  menghasilkan  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ , sedangkan gas  $\text{NO}_2$

dihasilkan selama oksidasi bahan organik, dimana gas NO yang diuapkan dari larutan dan bereaksi dengan oksigen dan membentuk NO<sub>2</sub>. Gambar 4.4 merupakan proses dekomposisi yang menyebabkan terputusnya ikatan logam timbal (Pb) dan kadmium (Cd) dari senyawa organik dalam sampel, selanjutnya diubah menjadi Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> dan Cd(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> atau disebut dengan garam yang mudah larut dalam air. Penambahan HNO<sub>3</sub> ini bertujuan untuk memutuskan ikatan senyawa organik dengan logam dan berfungsi sebagai pengoksidasi utama karena dapat melarutkan logam dengan baik. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> berfungsi sebagai oksidator yang baik pada suhu tinggi, sehingga dapat memaksimalkan proses destruksi dan meminimalisir kehilangan pelarut pada saat proses pemanasan berlangsung.

Destruksi dilakukan pada suhu 100°C selama 3 jam menggunakan destruksi basah tertutup dengan refluks. Suhu tersebut merupakan suhu yang tepat karena suhu ini berada dibawah titik didih asam nitrat dan hidrogen peroksida sehingga mampu meminimalisir penguapan zat pendoruksi yang sering terjadi secara berlebihan dan destruksi dapat berlangsung maksimal. Selain itu, dengan adanya system kondensasi pada destruksi tertutup refluks dapat mencegah menguapnya zat pengoksidasi secara berlebihan. Setelah proses destruksi selesai diperoleh sampel jernih seperti pada Gambar 4.4.



**Gambar 4.5** Hasil destruksi sampel jeruk

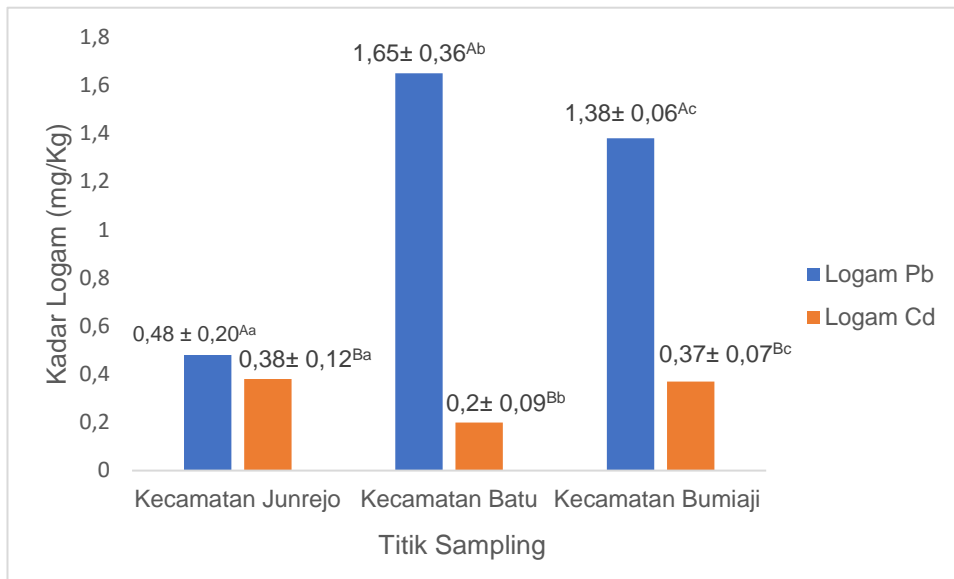
Setelah didestruksi larutan didinginkan dan larutan disaring untuk menyaring kemungkinan residu pada larutan yang dapat mengganggu jalannya analisis sampel dengan SSA. Setelah disaring sampel ditandabatkan dengan HNO<sub>3</sub> 0.5 M pada labu ukur 25 mL. Perlakuan ini diulangi sebanyak 3 kali lalu sampel siap dianalisis menggunakan spektroskopi serapan atom (SSA) dengan Panjang gelombang 283,3 nm untuk logam Pb dan 288 nm untuk logam Cd.

Gambar 4.4 menunjukkan Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2(aq)</sub> dan Cd(NO<sub>3</sub>)<sub>2(aq)</sub> masuk dalam nebulizer akan dikabutkan menjadi partikel butiran halus sehingga menjadi Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2(s)</sub> dan Cd(NO<sub>3</sub>)<sub>2(s)</sub>. Gambar 4.4 menunjukkan analit akan dibawa naik ke burner, dimana Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2(s)</sub> terurai menjadi Pb<sup>2+</sup><sub>(aq)</sub>+2NO<sub>3</sub><sup>-</sup><sub>(g)</sub> dan Cd(NO<sub>3</sub>)<sub>2(s)</sub> terurai menjadi Cd<sup>2+</sup><sub>(aq)</sub>+2NO<sub>3</sub><sup>-</sup><sub>(g)</sub>. Ketika tepat pada burner terjadi atomisasi yaitu tempat terjadinya pembentukan atom. Dimana Pb<sup>2+</sup> dan Cd<sup>2+</sup> akan melepaskan muatannya menjadi atom Pb dan Cd sebagaimana Gambar 4.4. Kemudian monokromator akan mengisolasi sinar radiasi dari analit dan memisahkannya dari sinar lain

yang berasal dari nyala. Lalu masuk kedalam detektor tempat diterimanya radiasi elektromagnetik dan mengubahnya dalam bentuk energi listrik (data absorbansi), kemudian absorbansi masuk dalam recorder direkam oleh komputer sehingga terbaca data absorbansi sampel.

#### 4.4 Hasil Analisis Kadar Logam Berat Sampel Jeruk

Sampel jeruk dianalisis menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA) sehingga didapatkan hasil kadar logam berat Pb dan Cd pada jeruk yang ditunjukkan pada Gambar 4.6.



**Gambar 4.6** Diagram batang kadar logam (Pb) dan (Cd) pada buah jeruk berdasarkan variasi titik sampling

Keterangan:

Notasi subset yang berbeda (A,B) untuk jenis logam dan (a,b,c) untuk perlakuan titik sampling dan pada tiap garis mempunyai perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ ).

Berdasarkan uji statistika *One Way* ANOVA dapat diketahui bahwa variasi perlakuan titik sampling memiliki nilai sig  $< 0,05$ , hal ini menunjukkan variasi perlakuan titik sampling memiliki perbedaan yang nyata terhadap hasil kadar logam timbal (Pb) dan (Cd) terhadap buah jeruk. Misal, pada variasi titik sampling diberi notasi subset huruf kapital yang berbeda (A,B) dan cara membacanya kea rah bawah. Sedangkan pada variasi perlakuan diberi notasi huruf kecil yang berbeda (a,b,c) dan cara membacanya kesamping. Perbedaan notasi tersebut menandakan bahwa variasi titik sampling berbeda nyata terhadap kadar logam timbal (Pb) dan kadmium (Cd).

Berdasarkan Gambar 4.6 menunjukkan bahwa ketiga variasi tempat sampling pada logam Pb dan Cd, memiliki kadar yang berbeda. Kandungan logam timbal (Pb) dan kadmium (Cd) menunjukkan kadar rata-rata di kecamatan Junrejo sebesar 0,48 mg/Kg untuk logam Pb dan 0,38 mg/Kg untuk logam Cd. Kadar rata-rata 1,65 mg/Kg untuk logam Pb dan 0,2 untuk logam Cd di Kecamatan Batu dan kadar rata-rata 1,38 mg/Kg untuk logam Pb dan 0,37 mg/Kg

di Kecamatan Bumiaji. Kadar tertinggi logam Pb yaitu pada Kecamatan Batu dengan rata-rata logam 1,65 mg/Kg dan kadar tertinggi logam Cd yaitu pada Kecamatan Junrejo rata-rata 0,38 mg/Kg. Kadar logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada buah jeruk melebihi ambang batas yang ditetapkan oleh Direktur Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan Nomor 03725/B/SK/VII/89, yaitu sebesar 0,5 mg/kg untuk logam Pb dan 0,2 mg/kg untuk logam Cd. Sementara itu, menurut standar WHO, batas maksimum kadar logam Pb adalah 0,1 mg/kg dan untuk logam Cd adalah 0,05 mg/kg. Secara uji statistika uji *One Way ANOVA* dapat diketahui bahwa variasi titik sampling memiliki nilai sig < 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa variasi titik sampling memiliki perbedaan yang nyata terhadap hasil kadar logam timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada buah jeruk.

Berdasarkan lokasi pengambilan sampel diketahui bahwa kecamatan Batu memiliki kadar logam timbal (Pb) lebih tinggi yaitu sebesar 1,65 mg/kg dibandingkan dengan Kecamatan Bumiaji dan Kecamatan Junrejo. Hal ini disebabkan karena pengambilan sampel di Kecamatan Batu terletak di lahan pinggir jalan dekat dengan jalan utama (jalan raya) sehingga banyak aktivitas kendaraan bermotor dan aktivitas penduduk, sedangkan pada Kecamatan Bumiaji dan Kecamatan Junrejo pengambilan sampel terletak di lahan pinggir jalan agak jauh dari jalan utama (jalan raya) sehingga aktivitas kendaraan bermotor dan penduduk tidak terlalu tinggi. Dinas Pehubungan Kota Batu melaporkan bahwa total volume kendaraan yang masuk di Kecamatan Batu sebanyak 4.550.794 unit. Sektor transportasi menjadi penyumbang terbesar polusi udara, yang diakibatkan oleh penggunaan timbal sebagai zat aktif untuk meningkatkan bilangan oktan pada bahan bakar bensin. Distribusi pencemaran udara terbesar berasal dari gas buangan kendaraan bermotor, industri dan kegiatan rumah tangga, dan penggunaan pupuk secara intensif sehingga menyebabkan pH tanah tinggi dan tanaman menyerap logam berat dari asap kendaraan yang telah terakumulasi di dalam tanah, logam berat akan larut apabila pH tanah tinggi (Supriadi dkk, 2016). Diketahui bahwa konsentrasi Pb yang tinggi diudara dipengaruhi oleh semakin besarnya suatu kota maka semakin tinggi konsentrasi timbal di udara sehingga semakin tinggi pula pencemaran udaranya.

Timbal yang terkandung dalam bensin ini sangat berbahaya. Menurut Environment Polition Agency, sekitar 25% logam berat timbal tetap berada dalam mesin dan 75% lainnya akan mencemari udara sebagai asap kenalpot. Emisi timbal dari gas buangan tetap akan menimbulkan pencemaran udara dimanapun kendaraan itu berada, sebanyak 10% akan mencemari lokasi dalam radius 100 m, 5% mencemari radius 20 km dan 35% lainnya terbawa atmosfer dalam jarak yang cukup jauh (Purwoko dkk, 2017).

Kendaraan bermotor dapat menjadi sumber cemaran logam berat karena didalam bensin sering ditambahkan cairan antiletupan dengan zat aktif yang terdiri dari senyawa timbal organik, yaitu Ethyl Lead (TEL) dan Tetra Methyl (TML) dengan rumusan kimia masing- masing Pb (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>) dan Pb (CH<sub>3</sub>)<sub>4</sub> yang ditambahkan ke dalam bensin untuk meningkatkan bilangan oktan dan mencegah terjadinya letupan, sekitar 75% timbal dalam bensin diemisikan dalam



bentuk partikel, sedangkan 25% lainnya akan tetap berada dalam saringan asap kendaraan. (Purwoko dkk, 2017).

Mekanisme penyerapan logam berat pada tanaman dikendalikan oleh dua proses utama yaitu pergerakan ion ke xylem dan fluks dalam xylem. Pada proses ini terjadi mekanisme fitoekstraksi dan fitoakumulasi. Tumbuhan mengeluarkan senyawa organik dan enzim melalui akar yang disebut dengan eksudat akar. Logam dapat masuk ke dalam sel dan berikatan dengan enzim yang berada di dalam sel sebagai katalisator, sehingga menyebabkan reaksi kimia di sel akan terganggu. Pektin pada daun memiliki peran penting dalam proses penyerapan polutan oleh tanaman dan memiliki kemampuan dalam menyerap air dan zat termasuk logam berat melalui stomata dan kutikula (Suci dan Sulistyning, 2021). Tanaman dapat menyerap logam pada saat kesuburan tanah dan kandungan bahan organik tanah tinggi. Keadaan ini dapat menyebabkan logam Pb dan Cd akan terlepas dari ikatan tanah dan bergerak bebas dalam bentuk ion. Jika logam ini tidak mampu dihambat keberadaannya, maka akan terjadi serapan Pb dan Cd oleh akar tanaman. Faktor lain yang mempengaruhi akumulasi logam berat pada tanaman yaitu jangka waktu kontak tanaman dengan logam berat, jenis logam, spesies tanaman, komposisi tanah, kondisi geografi, mobilitas ion logam ke zona perakaran dan pergerakan logam berat dalam jaringan tanaman (Aryawan, 2017).

Berdasarkan hasil analisis didapatkan konsentrasi tertinggi dari logam Cd terdapat pada desa Pendem Kecamatan Junrejo yaitu sebesar 0,54 mg/Kg dibanding dengan kecamatan Bumiaji dan Kecamatan Batu. Hal ini disebabkan oleh residu dari pestisida yang masih terdapat pada tanah dapat mengendap sehingga mengkontaminasi tanah pada lahan jeruk tersebut. Pemberian pestisida pada lahan jeruk dilakukan secara intensif karena siap panen. Peningkatan produksi panen dapat dilakukan dengan penambahan unsur hara pada lahan pertanian. Unsur hara dapat diperoleh dengan pemupukan, pemupukan merupakan suatu usaha penambahan unsur hara dalam tanah yang dapat meningkatkan kesuburan dan produksi tanaman. Pemberian pestisida bertujuan untuk mencegah kerusakan jeruk dari ulat dan hama lain yang dapat menyerang jeruk. Selain penggunaan pestisida, pemupukan dengan pupuk kandang dan fosfat memungkinkan terjadinya pencemaran tanah oleh logam Cd pada lahan jeruk, karena kedua jenis pupuk tersebut telah dilaporkan mengandung Cd (Alloway, 1995).

Hasil wawancara dari salah satu petani di kota Batu menjelaskan bahwa pupuk yang diberikan pada buah jeruk terdiri ZA, TSP dan NPK, dimana pupuk ZA (Zwavelzuur Ammonium) diberikan dalam jumlah 200-1000 gram per pohon, pupuk ini digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan vegetative, terutama dalam fase awal. Selain itu, menggunakan TSP (Triple Super Phospat) dengan dosis yang sama, yang membantu memperkuat akar dan mempromosikan pembungaan. NPK Nitrogen (N) Fosfor (P) dan Kalium (K) diterapkan sekitar 500-1000 gram per pohon, penggunaan pupuk ini untuk memberikan nutrisi esensial yang mendukung berbagai fase pertumbuhan, dan pembungaan hingga pematangan buah. Hal ini

sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Parmiko dkk (2014) menyatakan bahwa pupuk jenis NPK dan TSP mengandung logam berat Cu, sehingga pemakaian pupuk tersebut harus dilakukan dengan cara yang tepat, sedangkan penggunaan pupuk Fosfat (P) dinyatakan juga dapat menambahkan keberadaan kadmium dalam tanah.

Sumber Cd secara alami berasal dari pelapukan batuan induk dan mineral seperti greinockite ( $CdS$ ) mengandung  $Cd > 77\%$  dan otavite ( $CdCO_3$ ) mengandung  $65,2\%$  Cd (Pushon, 2001). Dan dari sumber antropogenik atau aktivitas manusia seperti dari kegiatan pertanian yang bersumberkan pada limbah buangan (2-1500 ppm Cd), pupuk Posfat (0,1-170 ppm Cd), pupuk Nitrogen (0,05-8,5 ppm Cd), kapur (0,04-0,1 ppm Cd), dan kompos (0,01-100 ppm Cd) (Afrizal, 2015). Pupuk superfosfat mengandung 9,5 ppm Cd terekstrak  $HClO_4 + HNO_3$ . Masukan antropogenik Cd di sektor pertanian adalah 15 kali lebih tinggi daripada masukan alami (Pushon, 2001). Wakefield (1980) ganti reference 10 tahun terakhir melaporkan bahwa pupuk triple superfosfate (TSP) mengandung 60-70% Cd yang berasal dari bahan baku batuan fosfat (Modaihsh, 2004). Kadmium dengan konsentrasi 10-100 ppm dapat menghambat pengangkutan nitrogen dalam tanah, yaitu menghambat amonifikasi N organik menjadi ion ammonium dan nitrifikasi ammonium menjadi nitrat. Logam Cd juga menghambat nitrogenase pada fiksasi N maupun nodulasi pada tanaman (Mukherjee, 2001).

Penelitian Dharmayoga dkk (2015) dalam Mahendra (2018) menemukan adanya pencemaran logam Cd pada tanah pertanian basah dengan konsentrasi logam Cd sebesar 1,9889 mg/kg akibat penggunaan pestisida jenis insektisida pada tanah tersebut. Tanah pertanian jeruk di tiga kecamatan di Kota Batu masih berada pada batas aman dari pencemaran logam Cd. Menurut Sauv e dkk. (2000), pada tanah tercemar, kadar fraksi Cd organik yang terlarut dapat melebihi kadar fraksi Cd dalam bentuk ion bebas. Ketersediaan logam pada pupuk dan pestisida jenis insektisida dapat berpengaruh pada perbedaan tingkat konsentrasi pencemaran logam Cd tanah tiap lahan (Charlena, 2004). Pencemaran tanah dapat terjadi jika melebihi yaitu sebesar 3-8 mg/kg (Alloway, 1995).

Kadar logam berat Pb dan Cd pada buah jeruk semakin kecil seiring lokasi pengambilan sampel yang semakin jauh dari jalan raya, logam Pb pada lokasi kedua lebih tinggi dibanding dari lokasi pertama dan ketiga. Tingginya kadar logam pada lokasi kedua dapat disebabkan karena adanya perlakuan petani seperti penyiraman dan penyemprotan pestisida yang dapat menyebabkan logam Pb lebih tinggi, kemudian nilai faktor translokasi logam Pb lebih besar daripada Cd. Faktor translokasi (TF) adalah kemampuan tanaman untuk mentranslokasi logam berat dari akar ke seluruh bagian tumbuhan. Faktor translokasi dapat dipengaruhi oleh sifat esensial atau tidaknya logam tersebut bagi tumbuhan. Translokasi logam dari akar ke dalun untuk logam esensial (Cd) lebih rendah dibandingkan pada logam non esensial (Pb) (Rachmawati, dkk. 2018). Rendahnya nilai Tf pada logam esensial menunjukkan bahwa tumbuhan menggunakan logam tersebut untuk aktivitas metabolisme dan pertumbuhan.

Faktor tersebut juga menjadi penyebab kadar logam Pb pada jeruk lebih tinggi dari pada kadar logam Cd pada jeruk.

Berdasarkan hasil *one way* ANOVA menunjukkan pengaruh variasi titik sampling sebagai berikut:

1. Pada variasi titik didapatkan nilai sig  $0,000 < 0,05$  dan  $F_{hitung} 319.122 > 3,39$ . Dari data tersebut menunjukkan adanya pengaruh titik sampling terhadap kadar logam timbal pada buah jeruk.
2. Pada variasi titik didapatkan nilai sig  $0,000 < 0,05$  dan  $F_{hitung} 65.720 > 3,39$ . Dari data tersebut menunjukkan adanya pengaruh titik sampling terhadap kadar logam kadmium pada buah jeruk.

Masalah kontaminasi logam berat dapat diatasi dengan proses remediasi atau pemulihan lahan yang tercemar dengan menggunakan tanaman sebagai agen remediasinya. Fitoremediasi salah satu cara metode remediasi dengan mengandalkan pada peranan tumbuhan untuk menyerap, mendegradasi, mentransformasi dan mengimobilisasi bahan pencemaran logam berat. Tanaman mempunyai kemampuan mengakumulasi logam berat yang bersifat esensial untuk pertumbuhan dan perkembangan (Hardiani, 2009). Fitoremediasi didefinisikan sebagai pencucian polutan yang dimediasi oleh tumbuhan, termasuk pohon, rumput-rumputan dan tumbuhan air. Pencucian bisa berarti penghancuran, inaktivasi atau imobilisasi polutan ke bentuk yang tidak berbahaya. Terdapat beberapa prinsip fitoremediasi, yang digunakan secara komersial maupun dalam taraf riset yaitu prinsip berlandaskan pada kemampuan mengakumulasi kontaminan (*phytoextraction*) atau kemampuan menyerap dan mentranspirasi air dari dalam tanah (*creation of hydraulic barriers*). Kemampuan akar menyerap kontaminan dari air tanah (*rhizofiltration*) dan kemampuan tumbuhan dalam memetabolisme kontaminan di dalam jaringan (*phytotransformation*) juga digunakan dalam strategi fitoremediasi. Fitoremediasi juga berlandaskan pada kemampuan tumbuhan dalam menstimulasi aktivitas biodegradasi oleh mikroba yang berasosiasi dengan akar (*phytostimulation*) dan imobilisasi kontaminan di dalam tanah oleh eksudat dari akar (*phytostimulation*) serta kemampuan tumbuhan dalam menyerap logam dari dalam tanah dalam jumlah besar dan secara ekonomis digunakan untuk meremediasi tanah yang bermasalah (*phytomining*).

#### 4.5 Urgensi Hasil Analisis Dalam Perspektif Islam

Jeruk (*Citrus* sp) merupakan salah satu komoditi buah-buahan yang memiliki banyak manfaat bagi kesehatan manusia. Permintaan dan kebutuhan jeruk semakin meningkat, mengingat manfaat penting jeruk. Beberapa manfaat buah jeruk diantaranya adalah sebagai buah segar atau makanan olahan, dimana mempunyai kandungan vitamin C yang tinggi. Kadar vitamin dan zat mineral buah jeruk tiap 100 gram. Tingginya kadar vitamin C pada buah jeruk memungkinkan buah jeruk dikonsumsi sebagai pencegah maupun penyembuh penyakit

influenza (Martasari dkk., 2013). Buah jeruk juga mengandung zat fosfor dan zat kapur yang tinggi yang sangat baik untuk pertumbuhan tulang pada anak-anak. Beberapa negara telah memproduksi minyak dari kulit dan biji jeruk, gula tetes, alkohol dan pektin dari buah jeruk yang terbuang, minyak kulit jeruk dipakai untuk membuat minyak wangi dan sabun wangi. Beberapa jenis jeruk seperti Jeruk Nipis dimanfaatkan sebagai obat tradisional penurun panas, pereda nyeri saluran napas bagian atas dan penyembuh radang mata (Shanti, 2007). Mengonsumsi jeruk merupakan salah satu cara menjaga akesehatan tubuh manusia dapat melakukan ibadah dengan baik dan berikhtiar kepada Allah SWT. Memakan makanan halal dan baik juga bentuk dari ibadah kepada Allah SWT sebagaimana firman Allah SWT pada surah al –Baqarah ayat 168:

يَا أَيُّهَا النَّاسُ كُلُوا مِمَّا فِي الْأَرْضِ حَلَالًا طَيِّبًا ۚ وَلَا تَتَّبِعُوا خُطُوَاتِ الشَّيْطَانِ ۚ إِنَّهُ لَكُمْ عَدُوٌّ مُّبِينٌ

Artinya: *"Wahai manusia! Makanlah dari (makanan) yang halal dan baik yang terdapat di bumi dan janganlah kamu mengikuti langkah-langkah setan. Sungguh, setan itu musuh yang nyata bagimu."*

Makna dari surah Al-baqarah ayat 168 adalah perintah kepada seluruh umat manusia untuk mengonsumsi makanan yang halal dan baik sebagai upaya memelihara manusia. Makanan yang halal dan baik adalah makanan yang halal secara dzatnya, cara memperoleh, pengolahan, serta baik untuk kesehatan tubuh karena mengandung vitamin, gizi, dan serat yang dapat berkontribusi untuk meningkatkan kesehatan tubuh. Jeruk termasuk makanan yang baik karena mengandung banyak vitamin, mineral, gizi, air dan serat yang mampu meningkatkan kesehatan tubuh manusia.

Logam timbal pada buah jeruk dapat berasal dari asap kendaraan bermotor yang akan terbang ke udara, sebagian akan menempel pada tanaman buah yang berada di pinggir jalan dan sebagian lagi dengan adanya angin dan hujan akan mengakibatkan debu tersebut jatuh ke permukaan tanah dan jalan raya. Selain itu kandungan logam timbal juga dapat berasal dari tanah (Sudarmadji dkk, 2006). Pupuk fosfat, pupuk kompos, pupuk nitrat, pupuk kandang, dan pupuk kapur (Alloway, 1995). Dan pestisida (Karyadi, 2005). Sehingga perlu di perhatikan cara budidaya, penggunaan pupuk dan kebersihan sebelum dikonsumsi agar buah-buahan menjadi aman untuk dikonsumsi serta sayuran menjadi halal dan thayyib.

Makanan halal dan thayyib merupakan makanan yang diperbolehkan oleh syariat islam (bukan jenis makanan yang diharamkan oleh Allah SWT), bergizi, aman (tidak mengandung zat-zat berbahaya bagi tubuh), proposional (tidak berlebihan), dan lezat. Begitupun dengan buah jeruk merupakan buah yang halal, namun belum tentu thayyib, dapat dikatakan thayyib apabila sesuatu yang tidak mendatangkan bahaya pada tubuh dan akalunya. Dan sebaliknya, apabila makanan tersebut mendatangkan bahaya dan tidak memberi manfaat, maka makanan tersebut tidak layak untuk dikonsumsi (tidak thayyib). Sebagaimana firman Allah SWT dalam QS Al-Baqarah ayat 172:

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا كُلُوا مِن طَيِّبَاتِ مَا رَزَقْنَاكُمْ وَاشْكُرُوا لِلَّهِ إِنَّ كُنتُمْ إِيَّاهُ تَعْبُدُونَ

Artinya: *"Wahai orang-orang yang beriman! Makanlah dari rezeki yang baik yang Kami berikan kepada kamu dan bersyukurlah kepada Allah jika kamu hanya menyembah kepada-Nya."*

Tafsir Ibnu Katsir, Allah memerintahkan hamba-hamba-Nya yang beriman melalui firman-Nya untuk memakan makanan yang baik dari rizki yang telah Allah berikan kepada mereka, agar mereka senantiasa mensyukuri nikmat-Nya. Salah satu alasan mengapa doa diterima untuk ibadah adalah konsumsi makanan halal. Demikian pula, makanan yang diharamkan membuat doa tidak dikabulkan dan ibadah tidak diterima. Sehingga dapat dijelaskan bahwa manusia diperintahkan untuk memakan makanan yang *thayyib*, yaitu makanan yang baik, aman untuk dikonsumsi dan tidak berbahaya. Seperti halnya tanaman jeruk dapat berbahaya jika terdapat-zat-zat kimia seperti adanya logam berat timbal.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh kadar logam timbal dan kadmium dalam sampel jeruk yang dibudidayakan di Kecamatan Junrejo, Kecamatan Bumiaji dan Kecamatan Batu dengan variasi titik sampling memiliki nilai cukup tinggi dan sebagian melebihi ambang batas yang ditetapkan oleh SNI yaitu 0,5 mg/Kg untuk logam Pb dan 0,2 mg/Kg untuk logam Cd. Hal ini menandakan bahwa buah jeruk secara syari'ah merupakan makanan halal, namun tidak layak dikonsumsi dan termasuk dalam makanan tidak *thayyib* karena terdapat zat berbahaya didalamnya yang dapat merusak kesehatan tubuh. Preparasi atau persiapan buah jeruk sebelum dikonsumsi merupakan salah satu cara untuk meminimalkan kandungan logam berat seperti Pb dan Cd, sehingga jeruk tetap layak dikonsumsi dan memenuhi standar makanan yang halal dan *thayyib*. Hal ini sejalan dengan ajaran Islam, sebagaimana tersurat dalam Surat Ali 'Imran ayat 190-191:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمُوتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ ﴿١٩٠﴾ الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَفُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي

خَلْقِ السَّمُوتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا تُبِحُنَاكَ فَوَقْنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

Artinya: *"Sesungguhnya, dalam penciptaan langit dan bumi, dan pergantian malam dan siang, terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang berakal, (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri, duduk, atau dalam keadaan berbaring, dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata), "Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan semua ini sia-sia; Mahasuci Engkau, lindungilah kami dari azab neraka."*

Menurut tafsir Al-Qurtubi (2008), dimana pada ayat ini Allah SWT memerintahkan kita untuk melihat, merenung, dan mengambil kesimpulan, pada tanda-tanda ke-Tuhanan. Karena tanda-tanda tersebut tidak mungkin ada kecuali diciptakan oleh Yang Hidup, Yang Mengurusinya, Yang Suci, Yang Menyelamatkan, Yang Maha Kaya, dan tidak membutuhkan apa pun yang ada di alam semesta ini. Dengan meyakini hal tersebut maka keimanan mereka bersandarkan atas keyakinan yang benar, dan bukan hanya sekedar ikut-ikutan. Pada ayat ini menyebutkan "...terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal." Inilah salah satu fungsi akal yang diberikan kepada seluruh manusia, yaitu agar mereka dapat menggunakan akal

tersebut untuk merenung tanda-tanda yang telah diberikan Allah SWT. Berdasarkan ayat tersebut mengingatkan kita untuk merenungkan tanda-tanda kebesaran Allah dalam penciptaan langit, bumi, dan segala isinya. Upaya menjaga kualitas pangan dan keberlanjutan alam mencerminkan rasa syukur dan tanggung jawab kita sebagai hamba Allah yang berakal. Sebagai makhluk yang diberi akal, manusia memiliki tanggung jawab besar terhadap alam. Merenungkan kebesaran Allah melalui ciptaan-Nya seharusnya menumbuhkan rasa syukur yang diwujudkan dalam bentuk menjaga kelestarian lingkungan. Keindahan dan keteraturan alam adalah amanah yang harus dijaga, bukan hanya untuk memenuhi kebutuhan manusia saat ini, tetapi juga untuk generasi mendatang. Hal tersebut selaras dengan hadist sebagai berikut:

حَدَّثَنَا إِسْمَاعِيلُ حَدَّثَنَا دَاوُدُ بْنُ أَبِي هِنْدٍ عَنْ عَمْرِو بْنِ شُعَيْبٍ عَنْ أَبِيهِ عَنْ جَدِّهِ أَنَّهُ قَالَ قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ يَا أَيُّهَا النَّاسُ اتَّقُوا اللَّهَ فَمَا كَانَ مِنْ شَيْءٍ أَحَدٌ مِنْكُمْ يَخْشَاهُ فَاتَّقُوا اللَّهَ فَمَا كَانَ مِنْ شَيْءٍ أَحَدٌ مِنْكُمْ يَخْشَاهُ فَاتَّقُوا اللَّهَ

*Artinya: Telah menceritakan kepada kami Amr bin Syu'aib meriwayatkan dari ayah dan kakeknya, ia berkata, "Lihatlah apa yang diperintahkan kepadamu, maka kerjakanlah, dan apa yang dilarang bagimu, maka janganlah kamu kerjakan. (HR. Ibnu Majah).*

Hadits di atas menekankan larangan terhadap tindakan yang berisiko, terutama jika tindakan tersebut dapat menimbulkan kerugian bagi diri sendiri atau orang lain. Hal ini secara khusus untuk selalu bertindak sesuai dengan aturan yang ada, tanpa berlebihan. Penggunaan pupuk dan pestisida secukupnya, dengan cara yang ramah lingkungan, yang menghindari kerusakan dan menjaga keseimbangan alam. Penggunaan pupuk kimia secara berlebihan dapat menyebabkan kerusakan pada tanah, udara, dan udara. Begitu pula dengan pestisida yang digunakan dalam jumlah yang tidak tepat, yang dapat mengancam kesehatan makhluk hidup, termasuk manusia.

Manusia diperintahkan untuk mengingat Allah dalam setiap keadaan, baik berdiri, duduk, maupun berbaring. Ini mencakup kesadaran untuk menjalankan setiap aktivitas, termasuk interaksi dengan alam, dengan penuh tanggung jawab dan kesadaran spiritual. Alam yang lestari adalah cerminan dari kepedulian manusia terhadap amanah Allah, sekaligus bentuk syukur atas nikmat yang diberikan-Nya. Dengan memahami pesan dalam ayat ini, manusia dapat menjadikan alam sebagai pengingat untuk terus berbuat baik, menjaga keseimbangan ekosistem, dan tidak merusaknya. Melalui tindakan nyata seperti menanam pohon, mengurangi limbah, dan melestarikan habitat makhluk hidup, manusia dapat memenuhi tanggung jawabnya sebagai penjaga bumi. Semua ini dilakukan bukan hanya untuk kepentingan duniawi, tetapi juga sebagai bentuk ibadah yang mendekatkan diri kepada Allah. Surah ini mengajarkan bahwa menjaga kelestarian alam adalah bagian dari perenungan dan zikir kepada Allah. Dengan melestarikan alam, manusia tidak hanya menjaga kehidupan di dunia, tetapi juga memperkuat hubungan spiritual dengan Sang Pencipta, mengakui kebesaran-Nya, dan memohon perlindungan-Nya dari siksa neraka.



## **BAB V PENUTUP**

### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan judul Analisis Analisis (Pb) Dan (Cd) Pada Jeruk Keprok Batu 55 (*Citrus reticulata* Blanco) Di Kota Batu Secara Spektrofotometri Serapan Atom dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan kadar logam timbal (Pb) dengan variasi titik sampling di Kota Batu yaitu, kadar rata-rata di Kecamatan Junrejo sebesar 0,48 mg/Kg, sementara di Kecamatan Batu sebesar 1,65 mg/Kg dan kadar rata-rata di Kecamatan Bumiaji sebesar 1,38 mg/Kg.
2. Hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan kadar logam kadmium (Cd) dengan variasi titik sampling di Kota Batu yaitu, kadar rata-rata di Kecamatan Junrejo sebesar 0,38 mg/Kg sementara kadar di rata-rata Kecamatan Batu 0,20 mg/Kg dan kadar rata-rata di Kecamatan Bumiaji 0,37 mg/Kg.

### **5.2 Saran**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa hal yang perlu diperbaiki dan dikembangkan yaitu sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan analisis kadar logam timbal (Pb) dan kadmium (Cd) yang terdapat dalam tanah.
2. Perlu dilakukan analisis kadar timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada buah jeruk dengan jenis yang lain.
3. Perlu dilakukan analisis residu pestisida jenis organofosfat untuk mengetahui kadar logam timbal (Pb) dan kadmium (Cd).





## DAFTAR PUSTAKA

- Adhani, R. H., & Husaini, H. (2017). *Logam berat sekitar manusia*. Banjarmasin: Lambung.
- Ahmad, A., Husain, A., Mujeeb, M., Khan, S. A., Najmi, A. K., Siddique, N. A., et al. (2013). A review on therapeutic potential on *Nigella sativa*: A miracle herb. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* Vol.3 No.5, 337-352.
- Altundag., H., Mustafa., T. (2011). Comparison Of Dry, Wet And Microwave Digestion Methods For The Multi Element Determination In Some Dried Fruit Samples By ICP-OES. *Jurnal Food and Chemistry Toxicology*. 49: 2800-2807.
- Anderson, Atinuke. (h1999). *Overview of the Shallow Seismic Reflection Technique*. Missouri: University of Missouri-Rolla.
- Anonim. (2005). *Usulan Pelepasan Jeruk Keprok (Citrus reticulata) Varietas Batu 55*. Lokal Penelitian Tanaman Jeruk Dan Hortikultura Subtropis Dengan Dinas Pertanian Provinsi Jawa Timur, 14.
- Anonim. (2006, April). Keputusan Menteri Pertanian No. 307.Kpts/SR.120/4/2006 Tentang Pelepasan Jeruk Keprok Batu 55 Sebagai Varietas Unggul. Kementrian Pertanian.
- Anonim. (2018, January). *Laporan Akuntabilitas Kinerja Instansi Pemerintah*. Dinas Pertanian Kota Batu.
- Anshori, J. (2005). *Materi Ajar Spektrometri Serapan Atom*. Bandung: Unpad Press.
- Aryani Ahmad, Rahman, & Hidayat. (2021). Studi Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Sedimen dan Air di Sungai Jeneberang Kota Makassar. *Window of Public Health Journal*, 2(5), 844–851. <https://doi.org/10.33096/woph.v2i5.282>.
- Ardila Mirjani, Thamzil L., dkk., (2014), Kadar Unsur Timbal pada Tanaman Kangkung di Tiga Derah Kecamatan Cilandak, Jakarta Selatan. Jakarta
- Aryawan, R., 2017, Kandungan Logam Pb dan Cu Total dalam Air, Ikan dan Sedimen di Kawasan Pantai Serangan serta Bioavailabilitasnya, *Jurnal kimia*, 11 (1): 56-63.
- Balitjestro. (2016). Tips Membedakan Jenis Jeruk. Balai Penelitian Tanaman Jeruk Dan Buah Subtropis.
- Badan Pusat Statistik. (2018). *“Badan Pusat Statistik Kota Batu Dalam Angka 2019.”* BPS (Badan Pusat Statistik). Retrieved November 20, 2023 (<https://batukota.bps.go.id/publication/2018/08/16/0359f1ad025252a858315ad1/kota-batu-dalam-angka-2018.html>).
- Badan Pusat Statistik. (2022). *“Badan Pusat Statistik Kota Batu Dalam Angka 2023.”* BPS (Badan Pusat Statistik). Retrieved November 21, 2022 (<https://batukota.bps.go.id/publication/2018/08/16/0359f1ad025252a858315ad1/kota-batu-dalam-angka-2018.html>).
- Badan Pengawas Obat dan Makanan. (2005). Peraturan Kepala BPOM RI nomor HK 00.05.52.0685. Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat Dan Makanan Republik Indonesia, 1–13.
- Boybul dan lis, Haryati. (2009). Analisis Unsur Pengotor Fe, Cr, dan Ni dalam Larutan Uranil Nitrat Menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom. *Sdm Teknologi Nuklir*. ISSN 1978-0176.

- BMKG Batu. (2023). *Data Iklim Kota Batu Malang*. Batu Malang.
- BPOM. (2007). Buletin BPOM RI :Keamanan Pangan. Jakarta : Deputi Bidang Pengawasan Keamanan Pangan dan Bahan Berbahaya Badan BPOM. ISSN : 1693-9344.
- Center for Disease Control and Prevention (CDC). (2011). *NIOSH Safety and Health Topic: Adult Blood Lead Epidemiology and Surveillance (ABLES)*. [www.cdc.gov/niosh/topics/ABLES/ablesdescription.html](http://www.cdc.gov/niosh/topics/ABLES/ablesdescription.html). Diakses pada 28 Januari 2024 pukul 14.00 WIB.
- Charlena. 2004. Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) dan Cadmium (Cd) pada Sayuran-sayuran. Falsafah Sains. Program Pascasarjana S3 IPB. Web: <http://www.rudyc.com/PPS702-IPB/09145/charlena.pdf>.
- Darmono. (1995). *Logam Dalam Sistem Biologi Mahluk Hidup*. Jakarta: Penerbit UI-Press.
- Dinas Perhubungan Kota Batu. (2023). *Total Kendaraan Masuk Kota Batu Tahun 2023*. Batu: Dishub.
- Dyah, D., Izzatunnisa, S., & Divanda, D. (2021). Literatur Review : Akumulasi Dan Toksisitas Logam Berat : Kadmium ( Cd ), Kromium ( Cr ) Dan Nikel ( Ni ) Literature Review : Accumulation And Toxicity Heavy Metal : Cadmium ( Cd ), Chromium ( Cr ) And Nickel ( Ni ). 11(2), 93–98. <https://doi.org/10.47718/jkl.v10i2.1172>.
- Eliyana., L. (2018). Penentuan Kadar Logam Kadmium (Cd) dan Timbal (Pb) Pada Buah Pare (*Momordica charantia* L) Menggunakan Variasi Komposisi Zat Pengoksidasi Secara Spektroskopi Serapan Atom. *Skripsi*. Malang. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Fathoni., Z., A. (2018) Analisis Kadar Timbal (Pb) dalam Selada (*Lactuca sativa* L.) Menggunakan Metode Destruksi Microwave Secara Spektroskopi Serapan Atom (SSA). *Skripsi*. Malang: Fakultas Sains dan Tenologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Hamid Ardiansyah, Sofyan H., dkk .,(2020), Analisis Kandungan Logam Timbal dan Cadmium pada Tanah Perkebunan Dan Tanaman Jambu Biji di Desa Perawangan Barat Kabupaten Siak. Riau  
<https://earth.google.com/web/> diakses pada tanggal 6 November 2023 pukul 13.30 WIB.
- Ina, A.T .(2014).Pemanfaatan Pektin Kulit Buah Jeruk Siam (*Citrus Nobilis* Va *Microcarpa*) Sebagai Adsorben Logam Tembaga (Cu). Yogyakarta: Universitas Atma Jaya
- Irianti, T. T., Kuswadi, Nuranto, S., & Budiyan, A. (2017). *Logam Berat dan Kesehatan*. Grafika Indah ISBN: 979820492-1, January 2017, 1–131.
- Jalbani, N., Aftab, A. K., Bhutto, S., Ahmed, F., & Mahroze, A. K. (2014). Evaluation of toxic elements in rice (*Oryza sativa*) commercially available in Pakistan; multivariate study. *International Food Research Journal*, 21(1), 255–261.
- Jaishankar, M., Tseten, T., Anbalagan, N., Mathew, B. B., & Beeregowda, K. N. (2014). Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. *Interdisciplinary Toxicology*, 7(2), 60–72. <https://doi.org/10.2478/INTOX-2014-0009>.
- JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). 2003. Summary and Conclusion of The Sixty- First Meeting of Joint FAO/WHO Expert Committee On Food Additives. Rome.

- Kartika Sari, (2016). Analisis Logam Timbal (Pb) pada Buah Apel (*Pyrus Malus L.*) Dengan Metode Destruksi Basah Secara SSA. *Skripsi S-1*. Malang. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Karyadi, K. Syafrudin, S. Soterisnanto, D. (2011). Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) sebagai Residu Pestisida pada Lahan Pertanian. Studi Kasus pada Lahan Pertanian Bawang Merah di Kecamatan Gemuh Kabupaten Kendal. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. Vol 9, No 1. ISSN: 1829-8907.
- Lazarus, V. M., Sekovanic, A., Kljakovic-Gaspic, Z., Orct, T., Jurasovic, J., Kusak, J., Reljic, S., Huber, D. (2013). Cadmium and Lead in Grey Wolf Liver Samples: Optimisation of a Microwave-Assisted Digestion Method. *Scientific Paper*. 395-403.
- Low, K. H., Zain, S. M., & Abas, M. R. (2012). Evaluation of microwave-assisted digestion condition for the determination of metals in fish samples by inductively coupled plasma mass spectrometry using experimental designs. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*. 92(10): 1161-1175.
- Marianti., A dan Agung T., P. (2013). Rambut Sebagai Bioindikator Pencemaran Timbal Pada Penduduk di Kecamatan Semarang Utara. *Jurnal Biosaintifika*, 5(1), 10-15.
- Marwah., R., A. Supriharyono. dan Haeruddin. (2015). Analisis Konsentrasi Kadmium (Cd) dan Timbal (Pb) Pada Air dan Ikan Dari Perairan Sungai
- Miller, J. C. dan Miller, J. N. (1991). *Statistics for Analytical Chemistry*. England : Ellis Horwood, Ltd
- Muchtadi. (2009). *Destruksi Basah dan Kering*. Makassar: UNHAS Press.
- Muhammad Duddy Satrianugraha, Anisa Genycea. (2016). (Perbandingan Kadar Timbal (Pb) pada Buah Jeruk yang Terpapar dengan yang Tidak Terpapar Polusi Kendaraan di Kota Cirebon). *Tunas medika jurnal kedokteran & kesehatan*. vol.3 No.3. 2016 online :<http://jurnal.unswagati.ac.id/index.php/tumed/article/view/1725> (Diakses pada 22 Desember 2023).
- Mulyani, O. (2007). Studi Perbandingan Cara Destruksi Basah Pada Beberapa Sampel Tanah Asal Aliran Sungai Citarum Dengan Metode Konvensional dan Bomb Teflon. *Tesis*. Bandung: ITB
- Muthmainnah. (2012). *Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Konsumsi Minuman Ringan Berkarbonasi Pada Mahasiswa Program Studi Administrasi Bisnis PNJ 2009*. In Universitas Indonesia.
- Nopriani, L.S. (2011). *Teknik Uji Cepat Identifikasi Pencemaran Logam Berat Tanah di Lahan Apel Batu*. *Disertasi*. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
- Nuraini, T. (2011). Metode Penentuan Kadar Logam Timbal (Pb) Dalam Sosis Kaleng Menggunakan Destruksi Basah Dengan Variasi Zat Pengoksidasi Secara Spektroskopi Serapan Atom (SSA). *Skripsi*. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Malang
- Oguh., C., E. dkk. (2022) Toxic Trace Metals Assessment in some Fruits Sold along Roadside (Major Threats to Food Safety) and Farmland in Minna Niger State Nigeria. *Direct Research Journal of Agriculture and Food Science*. Vol.8: 271-277.
- Palar. (1994). *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta
- Parmiko,I.P.M.,dkk., (2014), Kandungan Logam Cu Dan Zn Dalam Tanah Dan Pupuk Serta

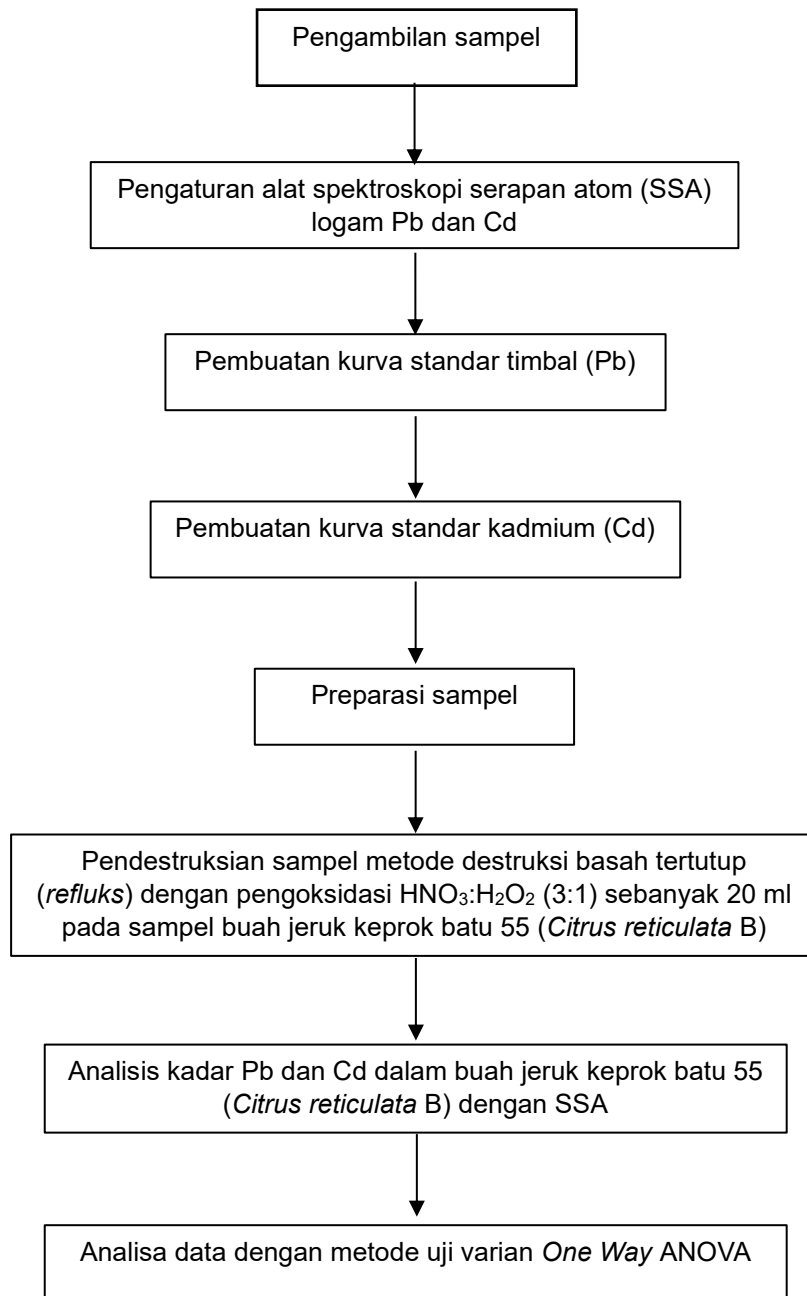
- Bioavailabilitasnya Dalam Tanah Pertanian Di Daerah Bedugul, *JURNAL KIMIA* 8 (1), Januari 2014: 91-96.
- Pracaya. (2000). *Jeruk Manis*. Penebar Swadaya.
- Putri., W., D., R. dkk (2021). Optimasi Konsentrasi Pelarut Dan Waktu Ekstraksi Pektin Kulit Jeruk Manis (*Citrus Sinensis*) Dengan Metode Maserasi. *Jurnal Teknologi Pertanian* Vol. 22(1): 47-56.
- Purwoko., dkk., (2017), Pengaruh Lokasi Dan Waktu Pengukuran Sumber Bergerak (Kendaraan) Dengan Kandungan Timbal (Pb) Pada Udara Underpass Di Simpang Lima Mandai Kota Makassar, *Jurnal Sulolipu : Media Komunikasi Sivitas Akademika dan Masyarakat*, Vol. 17 No.II 2017
- Rahmanda K.W, A. F., Sukardi, S., & Warkoyo, W. (2021). Karakterisasi Sifat Fisikokimia Pektin Kulit Jeruk Keprok Batu 55 (*Citrus reticulata* B), Jeruk Siam (*Citrus nobilis* var. *microcarpa*), Jeruk Manis Pacitan (*Citrus sinensis* L, Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia* swingle), dan Jeruk Lemon (*Citrus limon* L) yang Tumbuh di Kota Batu. *Food Technology and Halal Science Journal*, 4(2), 124–141. <https://doi.org/10.22219/fths.v4i2.15643>.
- Rahayu, M. Solihat, M. F. (2018). *Toksikologi Klinik*. Bahan Ajar Teknologi Laboratorium Medik (TLM). Kemenkes RI.
- Rachmawati, Yono D, Kastowati RD. 2018. Potensi Mangrove *Avicennia alba* sebagai Agen Fitoremediasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) di Perairan Wonorejo, Kota Surabaya. *Jurnal Kelautan*. 11(1): 80-87
- Ratnaningsih., A (2004). Pengaruh Kadmium Terhadap Gangguan Patologik Pada Ginjal tikus Percobaan. *Jurnal Matematika Sains dan Teknologi*. 5:53-63.
- Resti, 2016. Penentuan Kadar Logam Timbal (Pb) pada Sayur Bayam (*Amaranthus Spp*) Menggunakan Destruksi Basah Secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). *Skripsi S-1*. Malang. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Tekhnologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Rohman., A. (2007). *Kimia Farmasi Analisis*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Rodiana, Y., Maulana, H., Masitoh, S., dan Nurhasni. (2013). Pengkajian Metode untuk Analisis Total Logam Berat dalam Sedimen Menggunakan Microwave Digestion, *Ecolab*, Vol 7(2), 49-108.
- Rukmana R. (1995). *Mawar*. Kanisius.
- Setiono. (2015). *Inovasi Jeruk Keprok Batu 55*. 100–111.
- Septiani., D. (2011). Efektivitas Metode Destruksi Dengan Microwave Untuk Analisis Kalsium dan Magnesium Dalam Daun Pegangan. *Tesis-S2*. Ilmu Kimia. Universitas Gajah Mada
- Sharma, H., Rawal, N., & Mathew, B. B. (2015). Cadmium: Toxicity effect and its mechanism. *Research Journal of Pharmacology and Toxicology*, 1(01), 1–5.
- Shihab., Q. (2002) *Tafsir Al-Mishbah: Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an*. Jakarta: Lentera Hati.
- Skoog., dkk. (2000). *Principles Of Instrument Analysis*. USA; CSB College Publishing.

- Siaka., M., I., dkk. (2023). Konsentrasi Logam Pb dan Cd Dalam Buah Jeruk Serta Bioavailabilitasnya Dalam Tanah Perkebunana Jeruk Di Daerah Kintamani. *Jurnal Kimia (Journal Of Chemistry)*. 17(1):8-15.
- Siddique, NA., dan Mujeeb, M. (2013). *Determination Of Heavy Metal In Medicinal Plants By Atomic Absorption Spectroscopy (AAS)*. ISSN 2278-5701.
- Suastawan, G., Satrawidana, I. D. K., & Wiratini, N. M. (2015). Analisis Logam Pb dan Cd pada Tanah Perkebunan Sayur di Desa Pancasari. *Wahana Matematika Dan Sains: Jurnal Matematika, Sains, Dan Pembelajarannya*, 9(2):44–51.
- Subowo, S. Widodo, dan Asep Nugraha. (1999). Status dan Penyebaran Pb, Cd, dan Pestisida pada Lahan Sawah Intensifikasi di Pinggir Jalan Raya. *Prosiding*. Bidang Kimia dan Bioteknologi Tanah, Puslittanak, Bogor
- Suci, Y., & Sulistyanning, H. (2021). Kajian Fitoremediasi untuk Menurunkan Konsentrasi Logam Berat di Wilayah Pesisir Menggunakan Tumbuhan Mangrov (Studi Kasus: Pencemaran Merkuri di Teluk Jakarta). *Jurnal Teknik ITS*, 10(1), 22-28.
- Sumardjo D.(2012). *Pengantar Kimia*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran.
- Suyanto, A., Kusmiyati, S., Retnaningsih, Ch. (2010). Residu Logam Berat Ikan dari Perairan Tercemar di Pantai Utara Jawa Tengah. *Jurnal Pangan dan Gizi*. Vol 1(2).
- Supriadi H., dkk., (2016) Korelasi Antara Ketinggian Tempat, Sifat Kimia Tanah, dan Mutu Fisik Biji Kopi di Dataran Tinggi Garut. Garut
- Syahputra, R. (2004). *Modul Pelatihan Instrumentasi AAS*. Yogyakarta: Laboratorium Instrumentasi Terpadu UII.
- Vera. (2011). Analisis Logama Pb, Sn dan Cd Dalam Buah Lengkeng Kemasan Kaleng Secara Spektroskopi Serapa Atom. *Skripsi S-1*. Depok. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Program Studi Farmasi.UI.
- Vogel, A.I., (1989). *Vogel's textbook of Quantitative Chemical Analysis, 5<sup>th</sup> ed.*, Longman Group, United Kingdom, 229-234.
- Wahab., Andi., R., B., Z. Kurnia., M dan Andi., F (2022). Analisis Deteksi Logam Berat (Pb) Pada Sampel Pangan Segar Asal Tumbuhan (PSAT) Menggunakan Metode GFAAAS. *Jurnal Mahasiswa Biologi (FILOGENI)*.Vol 2(2): 47-52. <https://doi.org/10.24252/filogeni.v2i2.29376>.
- Widyaningrum., Miskiyah., dan Susmono. (2007). Bahaya Kontaminasi Logam Berat Dalam Sayur dan Alternatif Pencegahannya. *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian*.
- Widowati, Wahyu, dkk. (2008). *Efek Toksik Logam*. Yogyakarta: ANDI.
- Wijaya, Rudi. (2012). Pembuatan Aditif Bensin Melalui Perengkahan Katalitik Metil Ester Minyak Sawit dan Penambahan Gugus Nitro. *Skripsi*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Winarna., Rismawaty., S dan Musafira. (2015). Analisis Kandungan Timbal Pada Buah Apel (Pyrus malus.L) Yang Dipajangkan Dipinggir Jalan Kota Palu Menggunakan Metode SSA. *Online Journal of Natural Science* Vol 4(1): 32-35.

- Wulandari, E. A dan Sukesu. 2013. Preparasi Penentuan Kadar Logam Pb, Cd dan Cu dalam Nugget Ayam Rumput Laut Merah (*Eucheuma cottonii*). *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, Vol. 2(2): 2337-3520.
- Yawar, W., Naeem, K., Akhter, P., Rehana, I., & Saeed, M. (2010). Assessment of three digestion procedures for Zn contents in Pakistani soil by flame atomic absorption spectrometry. *Journal of Saudi Chemical Society*, 14(1), 125–129. <https://doi.org/10.1016/j.jscs.2009.12.019>

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Rancangan Penelitian

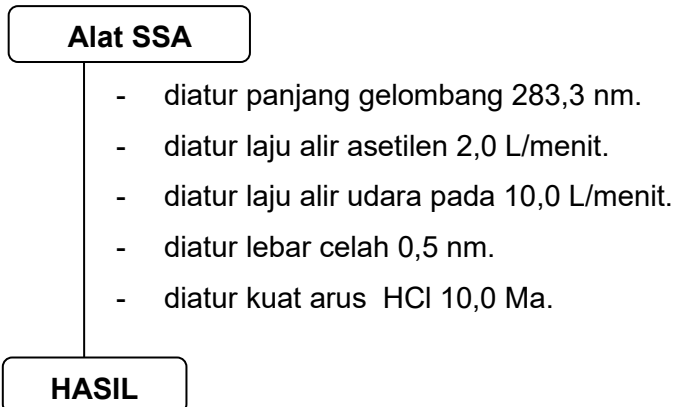




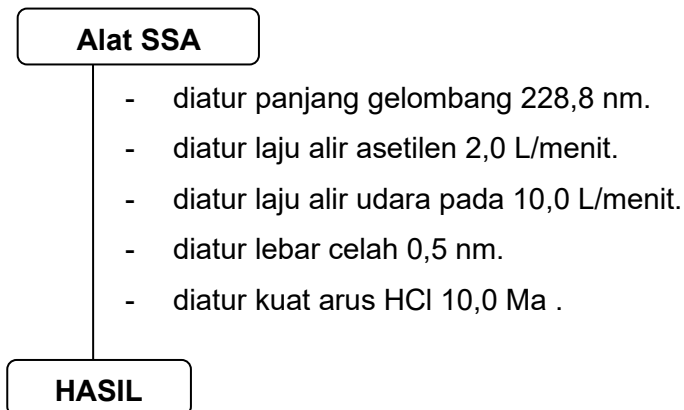
## Lampiran 2. Diagram Alir

### L.2.1 Pengaturan alat Spektroskopi Serapan Atom (SSA)

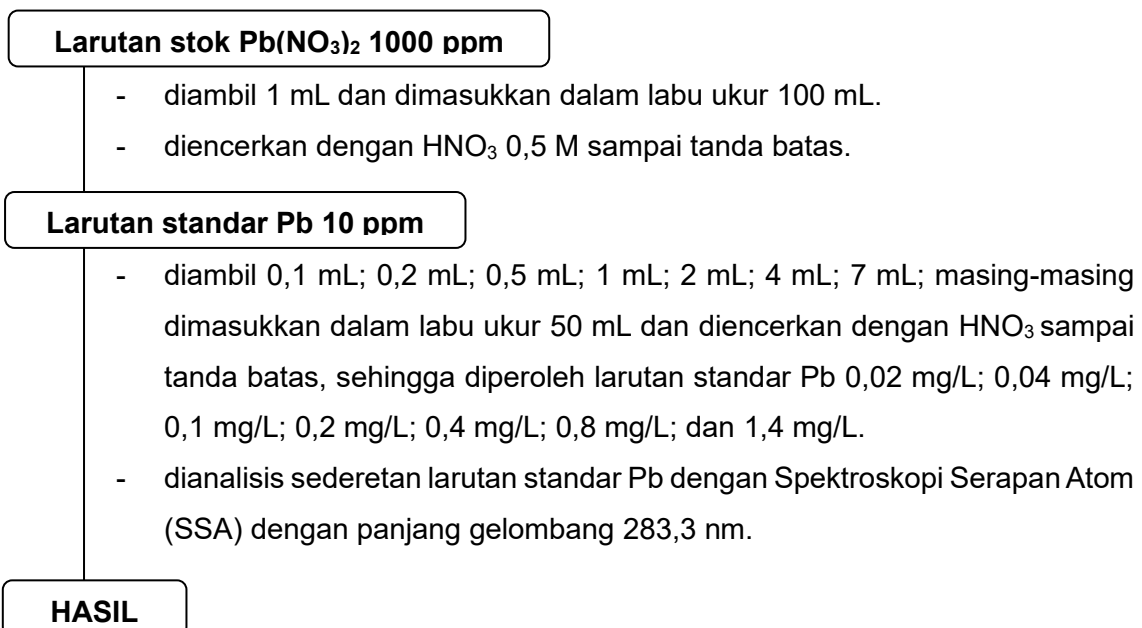
#### a. Logam Timbal (Pb)



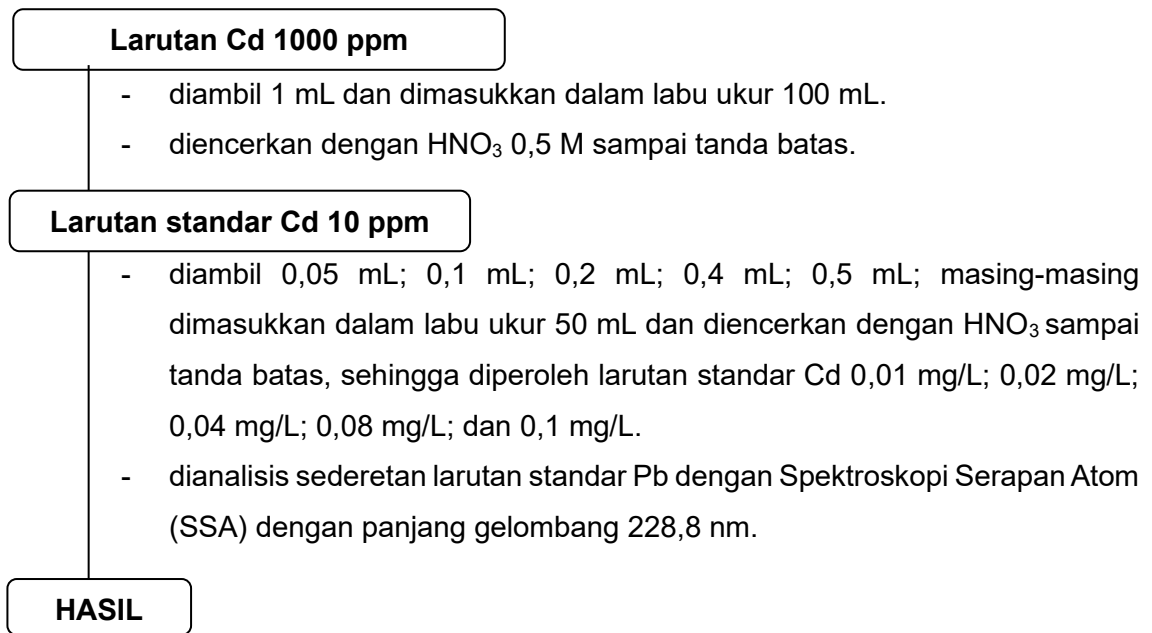
#### b. Logam Kadmium (Cd)



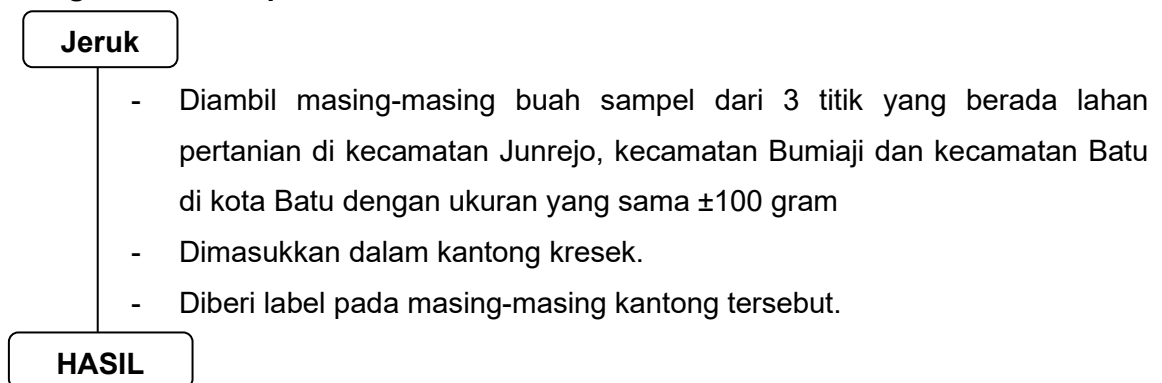
### L.2.2 Pembuatan Kurva Standar Timbal (Pb)



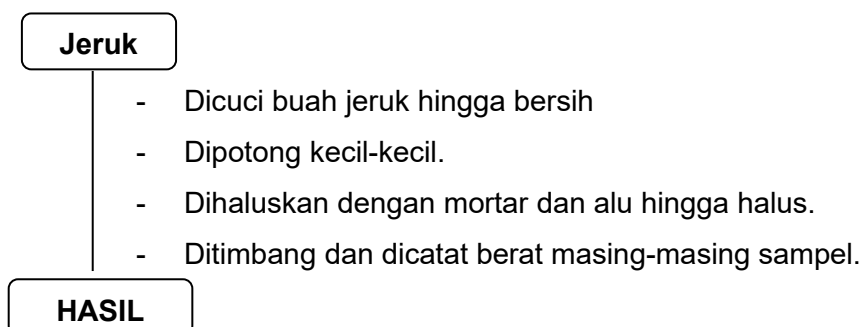
### L.2.3 Pembuatan Kurva Standar Kadmium (Cd)



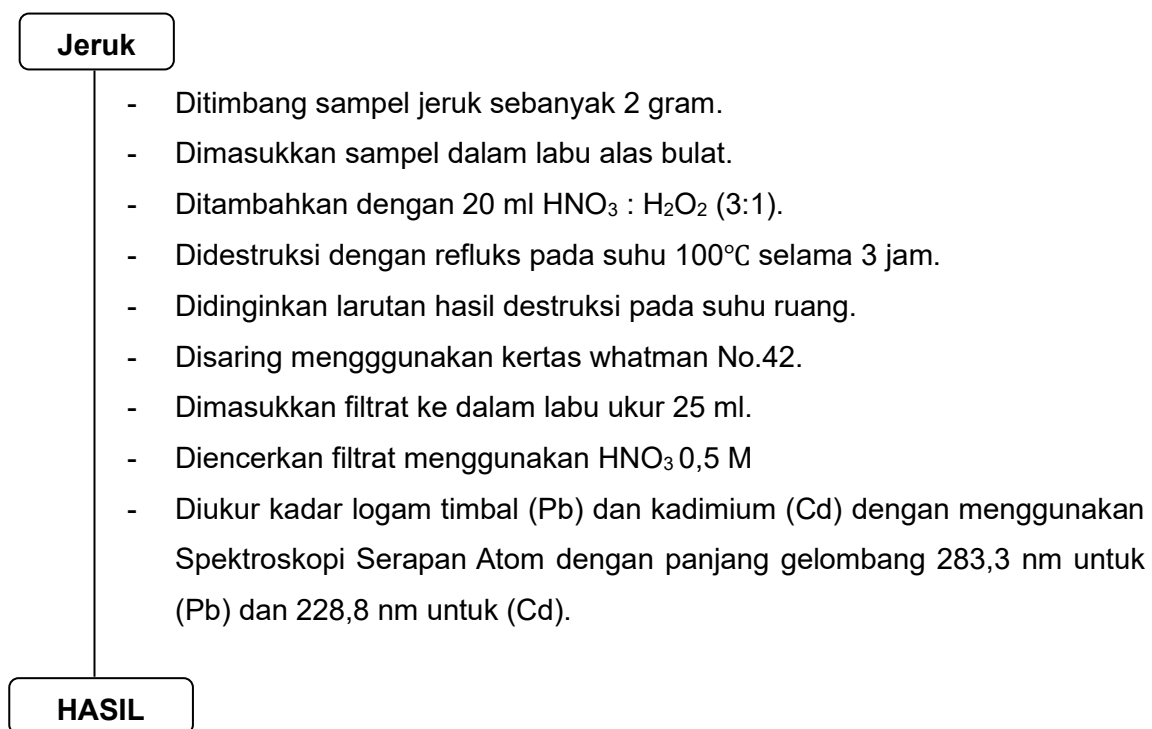
### L.2.4 Pengambilan Sampel Jeruk



### L.2.5 Preparasi Sampel Jeruk



### L.2.5 Tahap Pendestruksian dan Analisis SSA sampel Jeruk



### Lampiran 3. Perhitungan

#### L.3.1 Pembuatan Larutan Stok 1000 ppm Pb<sup>2+</sup> dalam persenyawaan Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

$$\begin{aligned}
 \text{Mr Pb(NO}_3)_2 &= 331,2 \text{ g/mol} \\
 \text{Ar Pb} &= 207,19 \text{ g/mol} \\
 &= \frac{\text{Mr Pb (NO}_3)_2}{\text{Ar Pb}} \times 1000 \text{ mg} \\
 &= \frac{331,29 \text{ g/mol}}{207,19 \text{ g/mol}} \times 1000 \text{ mg} \\
 &= 1598,97 \text{ mg} \\
 &= 1,59897 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

Jadi 1,59897 gram Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> dilarutkan dalam 1000 ml larutan aquadest dan menjadi larutan baku Pb 1000 mg/L.

#### L.3.2 Pembuatan Larutan Stok 1000 ppm Cd<sup>2+</sup> dalam persenyawaan Cd(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

$$\begin{aligned}
 \text{Mr Cd(NO}_3)_2 &= 226,42 \text{ g/mol} \\
 \text{Ar Cd} &= 112,41 \text{ g/mol} \\
 &= \frac{\text{Mr Pb (NO}_3)_2}{\text{Ar Pb}} \times 1000 \text{ mg} \\
 &= \frac{236,42 \text{ g/mol}}{112,41 \text{ g/mol}} \times 1000 \text{ mg} \\
 &= 2103,19 \text{ mg} \\
 &= 2,10319 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

Jadi 2,10319 gram Cd(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> dilarutkan dalam 1000 ml larutan aquadest dan menjadi larutan baku Cd 1000 mg/L.

#### L.3.3 Pembuatan Kurva Standar Timbal (Pb)

##### a. Pembuatan larutan baku standar Pb 10 ppm 100 mL dari larutan stok Pb 1000 ppm

$$\begin{aligned}
 M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\
 1000 \text{ ppm} \times V_1 &= 10 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL} \\
 V_1 &= \frac{10 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL}}{1000 \text{ ppm}} \\
 V_1 &= 1 \text{ mL}
 \end{aligned}$$

Jadi untuk membuat larutan 10 ppm dilakukan dengan cara dipipet 1 mL dari larutan stok 1000 ppm kedalam labu ukur 100 mL, kemudian diencerkan dengan HNO<sub>3</sub> 0,5 M sampai tanda batas.

**b. Pembuatan larutan standar 0,02 ppm**

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$10 \text{ ppm} \times V_1 = 0,02 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{0,02 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}}{10 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 0,1 \text{ mL}$$

Jadi untuk membuat larutan 0,02 ppm dilakukan dengan cara dipipet 0,1 mL dari larutan stok 10 ppm kedalam labu ukur 50 mL, kemudian diencerkan dengan HNO<sub>3</sub> 0,5 M sampai tanda batas.

**c. Pembuatan larutan standar 0,04 ppm**

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$10 \text{ ppm} \times V_1 = 0,04 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{0,04 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}}{10 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 0,2 \text{ mL}$$

Jadi untuk membuat larutan 0,04 ppm dilakukan dengan cara dipipet 0,2 mL dari larutan stok 10 ppm kedalam labu ukur 50 mL, kemudian diencerkan dengan HNO<sub>3</sub> 0,5 M sampai tanda batas.

**d. Pembuatan larutan standar 0,1 ppm**

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$10 \text{ ppm} \times V_1 = 0,1 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{0,1 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}}{10 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 0,5 \text{ mL}$$

Jadi untuk membuat larutan 0,1 ppm dilakukan dengan cara dipipet 0,5 mL dari larutan stok 10 ppm kedalam labu ukur 50 mL, kemudian diencerkan dengan HNO<sub>3</sub> 0,5 M sampai tanda batas.

**e. Pembuatan larutan standar 0,2 ppm**

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$10 \text{ ppm} \times V_1 = 0,2 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{0,2 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}}{10 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 1 \text{ mL}$$

Jadi untuk membuat larutan 0,2 ppm dilakukan dengan cara dipipet 1 mL dari larutan stok 10 ppm kedalam labu ukur 50 mL, kemudian diencerkan dengan HNO<sub>3</sub> 0,5 M sampai tanda batas.

**f. Pembuatan larutan standar 0,4 ppm**

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$10 \text{ ppm} \times V_1 = 0,4 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{0,4 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}}{10 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 2 \text{ mL}$$

Jadi untuk membuat larutan 0,4 ppm dilakukan dengan cara dipipet 2 mL dari larutan stok 10 ppm kedalam labu ukur 50 mL, kemudian diencerkan dengan HNO<sub>3</sub> 0,5 M sampai tanda batas.

**g. Pembuatan larutan standar 0,8 ppm**

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$10 \text{ ppm} \times V_1 = 0,8 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{0,8 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}}{10 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 4 \text{ mL}$$

Jadi untuk membuat larutan 0,8 ppm dilakukan dengan cara dipipet 4 mL dari larutan stok 10 ppm kedalam labu ukur 50 mL, kemudian diencerkan dengan HNO<sub>3</sub> 0,5 M sampai tanda batas.

**h. Pembuatan larutan standar 1,4 ppm**

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$10 \text{ ppm} \times V_1 = 1,4 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{1,4 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}}{10 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 7 \text{ mL}$$

Jadi untuk membuat larutan 1,4 ppm dilakukan dengan cara dipipet 7 mL dari larutan stok 10 ppm kedalam labu ukur 50 mL, kemudian diencerkan dengan HNO<sub>3</sub> 0,5 M sampai tanda batas.

**L.3.4 Pembuatan Kurva Standar Kadmium (Cd)****a. Pembuatan larutan baku standar Cd 10 ppm 100 ml dari larutan stok Cd 1000 ppm**

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$1000 \text{ ppm} \times V_1 = 10 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{10 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL}}{1000 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 1 \text{ mL}$$

Jadi untuk membuat larutan 10 ppm dilakukan dengan cara dipipet 1 mL dari larutan stok 1000 ppm kedalam labu ukur 100 mL, kemudian diencerkan dengan HNO<sub>3</sub> 0,5 M sampai tanda batas.

**b. Pembuatan larutan standar 0,01 ppm**

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$10 \text{ ppm} \times V_1 = 0,01 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{0,01 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}}{10 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 0,05 \text{ mL}$$

Jadi untuk membuat larutan 0,01 ppm dilakukan dengan cara dipipet 0,05 mL dari larutan stok 10 ppm kedalam labu ukur 50 mL, kemudian diencerkan dengan HNO<sub>3</sub> 0,5 M sampai tanda batas.

**c. Pembuatan larutan standar 0,02 ppm**

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$10 \text{ ppm} \times V_1 = 0,02 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{0,02 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}}{10 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 0,1 \text{ mL}$$

Jadi untuk membuat larutan 0,02 ppm dilakukan dengan cara dipipet 0,1 mL dari larutan stok 10 ppm kedalam labu ukur 50 mL, kemudian diencerkan dengan HNO<sub>3</sub> 0,5 M sampai tanda batas.

**d. Pembuatan larutan standar 0,04 ppm**

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$10 \text{ ppm} \times V_1 = 0,04 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{0,04 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}}{10 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 0,2 \text{ mL}$$

Jadi untuk membuat larutan 0,04 ppm dilakukan dengan cara dipipet 0,2 mL dari larutan stok 10 ppm kedalam labu ukur 50 mL, kemudian diencerkan dengan HNO<sub>3</sub> 0,5 M sampai tanda batas.

**e. Pembuatan larutan standar 0,08 ppm**

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$10 \text{ ppm} \times V_1 = 0,08 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{0,08 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}}{10 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 0,4 \text{ mL}$$

Jadi untuk membuat larutan 0,08 ppm dilakukan dengan cara dipipet 0,4 mL dari larutan stok 10 ppm kedalam labu ukur 50 mL, kemudian diencerkan dengan HNO<sub>3</sub> 0,5 M sampai tanda batas.

**f. Pembuatan larutan standar 0,1 ppm**

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

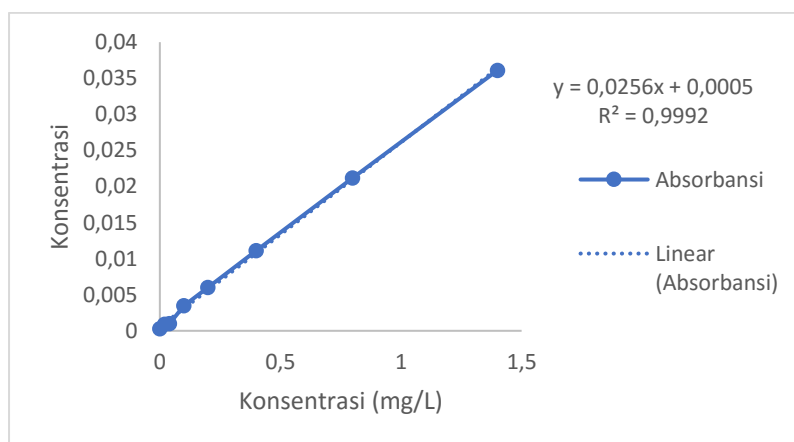
$$10 \text{ ppm} \times V_1 = 0,1 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{0,1 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}}{10 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 0,5 \text{ mL}$$

Jadi untuk membuat larutan 0,1 ppm dilakukan dengan cara dipipet 0,5 mL dari larutan stok 10 ppm kedalam labu ukur 50 mL, kemudian diencerkan dengan HNO<sub>3</sub> 0,5 M sampai tanda batas.

### L.3.5 Hasil Uji Linearitas dan Sensitivitas



- sensitivitas ditunjukkan dengan nilai kemiringan (slope) = 0,0256
- Linearitas ditunjukkan dengan nilai  $R^2 = 0,9992$
- LOD dan LOQ

	x	y	y'	y-y'	(y-y') <sup>2</sup>
1	0	0.0003	0.0005	-0.0002	0.00000004000
2	0.02	0.0009	0.001012	-0.000112	0.00000001254
3	0.04	0.001	0.001524	-0.000524	0.00000027458
4	0.1	0.0035	0.00306	0.00044	0.00000019360
5	0.2	0.006	0.00562	0.00038	0.00000014440
6	0.4	0.0111	0.01074	0.00036	0.00000012960
7	0.8	0.0212	0.02098	0.00022	0.00000004840
8	1.4	0.0361	0.03634	-0.00024	0.00000005760
				Jumlah	0.00000090072
				SD x/y	0.0000358712
				LOD	0.04203656
				LOQ	0.140121868

Hasil uji LOD dan LOQ

Keterangan : -SD: Standar Deviasi

- $$SD\ x/y = \sqrt{\frac{\sum (y - y')^2}{n - 1}}$$

$$= \sqrt{\frac{\sum (0.00000090072)^2}{(8-1)}}$$

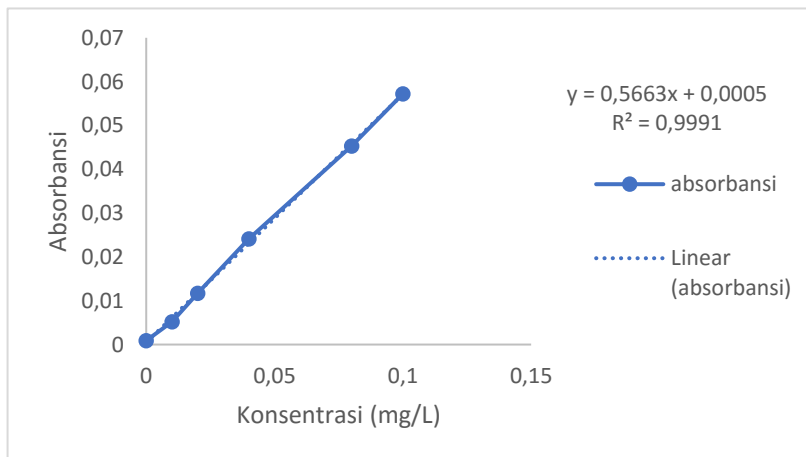
$$= 0.0000358712$$
- $$LOD = \frac{3 \times SD\ x/y}{slope}$$

$$= \frac{3 \times 0.0000358712}{0,0256}$$

$$= 0.04203656$$
- $$LOQ = \frac{10 \times SD\ x/y}{slope}$$

$$= \frac{10 \times 0.0000358712}{0,0256}$$

$$= 0.140121868$$



- sensitivitas ditunjukkan dengan nilai kemiringan (slope) = 0,5663
- Linearitas ditunjukkan dengan nilai  $R^2 = 0,9991$
- LOD dan LOQ



	x	y	y'	y-y'	(y-y') <sup>2</sup>
1.	0	0.0009	0.00100967	-0.00010967	1.20275089E-08
2.	0.01	0.0052	0.00344476	0.00175524	3.08086746E-06
3.	0.02	0.0117	0.00712571	0.00457429	2.09241290E-05
4.	0.04	0.0241	0.01414783	0.00995217	9.90456877E-05
5.	0.08	0.0453	0.02615339	0.01914661	3.66592674E-04
6.	0.1	0.0572	0.03289236	0.02430764	5.90861362E-04
			jumlah		1.08051675E-03
			SD x/y		0.0147
			LOD		0.077876
			LOQ		0.259588

Hasil uji LOD dan LOQ

Keterangan : -SD: Standar Deviasi

- $$SD\ x/y = \sqrt{\frac{\sum(y - y')^2}{n - 1}}$$

$$= \sqrt{\frac{\sum(1.08051675E-03)^2}{6-1}}$$

$$= 0.0147$$
- $$LOD = \frac{3 \times SD\ x/y}{slope}$$

$$= \frac{3 \times 0.0147}{0,5663}$$

$$= 0.077876$$
- $$LOQ = \frac{10 \times SD\ x/y}{slope}$$

$$= \frac{10 \times 0.0147}{0,5663}$$

$$= 0.259588$$

### L.3.6 Hasil Uji Akurasi Standar Pb

#### a. 0,02 ppm

- $$Y = 0,0256x + 0,0005$$

$$0,0009 = 0,0256x + 0,0005$$

$$0,0009 - 0,0005 = 0,0256x$$

$$X = 0,0156\text{ ppm}$$
- $$\% \text{ recovery} = \frac{0,0156\text{ ppm}}{0,02\text{ ppm}} \times 100\% = 78\%$$

#### b. 0,04 ppm

- $$Y = 0,0256x + 0,0005$$

$$0,001 = 0,0256x + 0,0005$$

$$0,001 - 0,0005 = 0,0256x$$

$$X = 0,0195\text{ ppm}$$
- $$\% \text{ recovery} = \frac{0,0195\text{ ppm}}{0,04\text{ ppm}} \times 100\% = 48\%$$

#### c. 0,1 ppm

- $$Y = 0,0256x + 0,0005$$

$$0,0035 = 0,0256x + 0,0005$$

$$0,0035 - 0,0005 = 0,0256x$$

$$X = 0,1171\text{ ppm}$$
- $$\% \text{ recovery} = \frac{0,1171\text{ ppm}}{0,1\text{ ppm}} \times 100\% = 117\%$$

**d. 0,2 ppm**

- $Y = 0,0256x + 0,0005$   
 $0,0060 = 0,0256x + 0,0005$   
 $0,0060 - 0,0005 = 0,0256x$   
 $X = 0,2148 \text{ ppm}$
- $\% \text{ recovery} = \frac{0,2148 \text{ ppm}}{0,2 \text{ ppm}} \times 100\% = 107\%$

**f. 0,4 ppm**

- $Y = 0,0256x + 0,0005$   
 $0,0111 = 0,0256x + 0,0005$   
 $0,0111 - 0,0005 = 0,0256x$   
 $X = 0,4140 \text{ ppm}$
- $\% \text{ recovery} = \frac{0,4140 \text{ ppm}}{0,4 \text{ ppm}} \times 100\% = 103\%$

**f. 0,8 ppm**

- $Y = 0,0256x + 0,0005$   
 $0,0212 = 0,0256x + 0,0005$   
 $0,0212 - 0,0005 = 0,0256x$   
 $X = 0,8085 \text{ ppm}$
- $\% \text{ recovery} = \frac{0,8085 \text{ ppm}}{0,8 \text{ ppm}} \times 100\% = 101\%$

**f. 1,4 ppm**

- $Y = 0,0256x + 0,0005$   
 $0,0361 = 0,0256x + 0,0005$   
 $0,0361 - 0,0005 = 0,0256x$   
 $X = 1,3906 \text{ ppm}$
- $\% \text{ recovery} = \frac{1,3906 \text{ ppm}}{1,4 \text{ ppm}} \times 100\% = 99\%$

**L.3.7 Hasil Uji Akurasi Standar Cd****a. 0,01 ppm**

- $Y = 0,5663x + 0,0005$   
 $0,0052 = 0,5663x + 0,0005$   
 $0,0052 - 0,0005 = 0,5663x$   
 $X = 0,0082 \text{ ppm}$
- $\% \text{ recovery} = \frac{0,0082 \text{ ppm}}{0,01 \text{ ppm}} \times 100\% = 82,99\%$

**b. 0,02 ppm**

- $Y = 0,5663x + 0,0005$   
 $0,0117 = 0,5663x + 0,0005$   
 $0,0117 - 0,0005 = 0,5663x$   
 $X = 0,0198 \text{ ppm}$
- $\% \text{ recovery} = \frac{0,0198 \text{ ppm}}{0,02 \text{ ppm}} \times 100\% = 98,88\%$

**c. 0,04 ppm**

- $Y = 0,5663x + 0,0005$   
 $0,0009 = 0,5663x + 0,0005$   
 $0,0241 - 0,0005 = 0,5663x$   
 $X = 0,00417 \text{ ppm}$

- $\% \text{ recovery} = \frac{0,0007 \text{ ppm}}{0,04 \text{ ppm}} \times 100\% = 104,2\%$

#### d. 0,08 ppm

- $Y = 0,5663x + 0,0005$   
 $0,0453 = 0,5663x + 0,0005$   
 $0,0453 - 0,0005 = 0,5663x$   
 $X = 0,0791 \text{ ppm}$
- $\% \text{ recovery} = \frac{0,0791 \text{ ppm}}{0,01 \text{ ppm}} \times 100\% = 98,88\%$

#### e. 0,1 ppm

- $Y = 0,5663x + 0,0005$   
 $0,0572 = 0,5663x + 0,0005$   
 $0,0572 - 0,0005 = 0,5663x$   
 $X = 0,100 \text{ ppm}$
- $\% \text{ recovery} = \frac{0,100 \text{ ppm}}{0,1 \text{ ppm}} \times 100\% = 100,1\%$

### L.3.8 Perhitungan Kadar Logam Timbal (Pb) dan Cadmium dalam Buah Jeruk

#### 1. Absorbansi Sampel

Lokasi Pengambilan Sampel	Ulangan	Absorbansi sampel	
		Pb	Cd
Desa Junrejo	I	0,0009	0,015
	II	0,00092	0,0133
	III	0,001	0,0139
Desa Pendem	I	0,0018	0,0244
	II	0,0018	0,0247
	III	0,0021	0,0255
Desa Beji	I	0,0015	0,0138
	II	0,0018	0,0139
	III	0,0016	0,0158
Desa Oro-oro ombo	I	0,0028	0,0098
	II	0,003	0,0109
	III	0,0029	0,0107
Kelurahan Temas	I	0,0043	0,0043
	II	0,0044	0,0044
	III	0,0043	0,0043
Desa Sumberjo	I	0,0045	0,0127
	II	0,0045	0,0134
	III	0,0043	0,0142
Desa Punten	I	0,0032	0,0141
	II	0,0033	0,0165
	III	0,0034	0,016
Desa Bulukerto	I	0,0031	0,0194
	II	0,0032	0,024
	III	0,0034	0,0184
Desa Gunungsari	I	0,00333	0,0159
	II	0,00344	0,0165
	III	0,0035	0,0151

## 2. Absorbansi zat pengoksidasi (blanko)

Absorbansi zat pengoksidasi = 0,0003

## 3. Absorbansi sebenarnya

Absorbansi sebenarnya = absorbansi sampel – absorbansi blanko

Lokasi Pengambilan Sampel	Ulangan	Absorbansi sampel	
		Pb	Cd
Desa Junrejo	I	0,0006	0,0141
	II	0,00062	0,0124
	III	0,0007	0,013
Desa Pendem	I	0,0015	0,0235
	II	0,0015	0,0238
	III	0,0018	0,0246
Desa Beji	I	0,0012	0,0129
	II	0,0015	0,013
	III	0,0013	0,0149
Desa Oro-oro ombo	I	0,0025	0,0089
	II	0,0027	0,01
	III	0,0026	0,0098
Kelurahan Temas	I	0,004	0,0034
	II	0,0041	0,0035
	III	0,004	0,0034
Desa Sumberjo	I	0,0042	0,0118
	II	0,0042	0,0125
	III	0,004	0,0133
Desa Punten	I	0,0029	0,0132
	II	0,003	0,0156
	III	0,0031	0,0151
Desa Bulukerto	I	0,0028	0,0185
	II	0,0029	0,0231
	III	0,0031	0,0175
Desa Gunungsari	I	0,00303	0,015
	II	0,00314	0,0156
	III	0,0032	0,0142

## 4. Kadar yang terbaca Instrumen

Lokasi Pengambilan Sampel	Ulangan	Absorbansi sampel	
		Pb	Cd
Desa Junrejo	I	0,016	0,026
	II	0,016	0,023
	III	0,020	0,024
Desa Pendem	I	0,051	0,042
	II	0,051	0,037
	III	0,063	0,044
Desa Beji	I	0,039	0,023
	II	0,051	0,022
	III	0,043	0,027
Desa Oro-oro ombo	I	0,090	0,016
	II	0,117	0,018
	III	0,094	0,018
Kelurahan Temas	I	0,148	0,007
	II	0,152	0,007
	III	0,148	0,007
Desa Sumberjo	I	0,156	0,022
	II	0,156	0,023
	III	0,148	0,024
Desa Punten	I	0,0027	0,024
	II	0,0033	0,028
	III	0,0034	0,027
Desa Bulukerto	I	0,0036	0,033
	II	0,0029	0,041
	III	0,0031	0,028
Desa Gunungsari	I	0,0029	0,027
	II	0,0032	0,028
	III	0,0035	0,026

## Logam Pb

$$Y = ax + b$$

$$\text{Abs} : 0,0256x + 0,0005$$

Desa Junrejo

$$A1 = \frac{0,0009 - 0,0005}{0,0256} = 0,016 \text{ mg/L}$$

$$A2 = \frac{0,00092 - 0,0005}{0,0256} = 0,016 \text{ mg/L}$$

$$A3 = \frac{0,001 - 0,0005}{0,0256} = 0,020 \text{ mg/L}$$

Desa Pendem

$$B1 = \frac{0,0018 - 0,0005}{0,0256} = 0,051 \text{ mg/L}$$

$$B2 = \frac{0,0018 - 0,0005}{0,0256} = 0,051 \text{ mg/L}$$

$$B3 = \frac{0,0021 - 0,0005}{0,0256} = 0,063 \text{ mg/L}$$

## Desa Beji

$$C1 = \frac{0,0015-0,0005}{0,0256} = 0,039 \text{ mg/L}$$

$$C2 = \frac{0,0018-0,0005}{0,0256} = 0,051 \text{ mg/L}$$

$$C3 = \frac{0,0016-0,0005}{0,0256} = 0,043 \text{ mg/L}$$

## Desa Oro-oro ombo

$$D1 = \frac{0,0028-0,0005}{0,0256} = 0,090 \text{ mg/L}$$

$$D2 = \frac{0,0035-0,0005}{0,0256} = 0,117 \text{ mg/L}$$

$$D3 = \frac{0,0029-0,0005}{0,0256} = 0,094 \text{ mg/L}$$

## Kelurahan Temas

$$E1 = \frac{0,0043-0,0005}{0,0256} = 0,148 \text{ mg/L}$$

$$E2 = \frac{0,0044-0,0005}{0,0256} = 0,152 \text{ mg/L}$$

$$E3 = \frac{0,0043-0,0005}{0,0256} = 0,148 \text{ mg/L}$$

## Desa Sumberjo

$$F1 = \frac{0,0045-0,0005}{0,0256} = 0,156 \text{ mg/L}$$

$$F2 = \frac{0,0045-0,0005}{0,0256} = 0,156 \text{ mg/L}$$

$$F3 = \frac{0,0043-0,0005}{0,0256} = 0,148 \text{ mg/L}$$

## Desa Punten

$$H1 = \frac{0,0027-0,0005}{0,0256} = 0,086 \text{ mg/L}$$

$$H2 = \frac{0,0033-0,0005}{0,0256} = 0,109 \text{ mg/L}$$

$$H3 = \frac{0,0034-0,0005}{0,0256} = 0,113 \text{ mg/L}$$

## Desa Bulukerto

$$I1 = \frac{0,0036-0,0005}{0,0256} = 0,121 \text{ mg/L}$$

$$I2 = \frac{0,0029-0,0005}{0,0256} = 0,094 \text{ mg/L}$$

$$I3 = \frac{0,0031-0,0005}{0,0256} = 0,102 \text{ mg/L}$$

## Desa Gunungsari

$$K1 = \frac{0,0029-0,0005}{0,0256} = 0,094 \text{ mg/L}$$

$$K2 = \frac{0,0032-0,0005}{0,0256} = 0,105 \text{ mg/L}$$

$$K3 = \frac{0,0035-0,0005}{0,0256} = 0,117 \text{ mg/L}$$

## Logam Cd

$$Y=ax +b$$

$$\text{Abs : } 0,5563x+0,0005$$

## Desa Junrejo

$$A1 = \frac{0,015-0,0005}{0,5563} = 0,026 \text{ mg/L}$$

$$A2 = \frac{0,0133-0,0005}{0,5563} = 0,023 \text{ mg/L}$$

$$A3 = \frac{0,0139-0,0005}{0,5563} = 0,024 \text{ mg/L}$$

## Desa Pendem

$$B4 = \frac{0,01244-0,0005}{0,5563} = 0,042 \text{ mg/L}$$

$$B5 = \frac{0,0215-0,0005}{0,5563} = 0,037 \text{ mg/L}$$

$$B6 = \frac{0,0255-0,0005}{0,5563} = 0,044 \text{ mg/L}$$

## Desa Beji

$$C1 = \frac{0,0138-0,0005}{0,5563} = 0,023 \text{ mg/L}$$

$$C2 = \frac{0,0129-0,0005}{0,5563} = 0,022 \text{ mg/L}$$

$$C3 = \frac{0,0158-0,0005}{0,5563} = 0,027 \text{ mg/L}$$

## Desa Oro-oro ombo

$$D1 = \frac{0,0098-0,0005}{0,5563} = 0,016 \text{ mg/L}$$

$$D2 = \frac{0,0109-0,0005}{0,5563} = 0,018 \text{ mg/L}$$

$$D3 = \frac{0,0107-0,0005}{0,5563} = 0,018 \text{ mg/L}$$

## Kelurahan Temas

$$E1 = \frac{0,0043-0,0005}{0,5563} = 0,007 \text{ mg/L}$$

$$E2 = \frac{0,044-0,0005}{0,5563} = 0,007 \text{ mg/L}$$

$$E3 = \frac{0,043-0,0005}{0,5563} = 0,007 \text{ mg/L}$$

## Desa Sumberjo

$$F1 = \frac{0,0127-0,0005}{0,5563} = 0,022 \text{ mg/L}$$

$$F2 = \frac{0,0134-0,0005}{0,5563} = 0,023 \text{ mg/L}$$

$$F3 = \frac{0,0142-0,0005}{0,5563} = 0,024 \text{ mg/L}$$

## Desa Punten

$$H1 = \frac{0,0141-0,0005}{0,5563} = 0,024 \text{ mg/L}$$

$$H2 = \frac{0,0165-0,0005}{0,5563} = 0,028 \text{ mg/L}$$

$$H3 = \frac{0,016-0,0005}{0,5563} = 0,027 \text{ mg/L}$$

## Desa Bulukerto

$$I1 = \frac{0,0194-0,0005}{0,5563} = 0,033 \text{ mg/L}$$

$$I2 = \frac{0,024-0,0005}{0,5563} = 0,041 \text{ mg/L}$$

$$I3 = \frac{0,0164-0,0005}{0,5563} = 0,028 \text{ mg/L}$$

## Desa Gunungsari

$$A1 = \frac{0,0159-0,0005}{0,5563} = 0,027 \text{ mg/L}$$

$$A2 = \frac{0,0165-0,0005}{0,5563} = 0,028 \text{ mg/L}$$

$$A3 = \frac{0,0151-0,0005}{0,5563} = 0,026 \text{ mg/L}$$



## 5. Kadar Sebenarnya

Lokasi Pengambilan Sampel	Ulangan	Kadar Logam (mg/kg)	
		Pb	Cd
Desa Junrejo	I	0,20	0,32
	II	0,21	0,28
	III	0,24	0,30
Desa Pendem	I	0,63	0,53
	II	0,63	0,53
	III	0,78	0,55
Desa Beji	I	0,49	0,29
	II	0,63	0,30
	III	0,54	0,34
Desa Oro-oro ombo	I	1,12	0,21
	II	1,22	0,23
	III	1,17	0,23
Kelurahan Temas	I	1,86	0,08
	II	1,90	0,09
	III	1,86	0,08
Desa Sumberjo	I	1,95	0,27
	II	1,95	0,28
	III	1,86	0,30
Desa Punten	I	1,32	0,30
	II	1,37	0,35
	III	1,42	0,34
Desa Bulukerto	I	1,27	0,42
	II	1,32	0,52
	III	1,42	0,40
Desa Gunungsari	I	1,38	0,34
	II	1,44	0,35
	III	1,46	0,32

Kadar sebenarnya Logam Pb =  $(b \times V)/(W)$

Dimana:

b= Konsentrasi yang terbaca instrumen (mg/L)

V= Volume larutan (L)

W= Berat sampel (Kg)

Desa Junrejo

$$A1 = \frac{0,016 \frac{mg}{l} \times 0,025 l}{0,002 kg} = 0,20 \text{ mg/Kg}$$

$$A2 = \frac{0,016 \frac{mg}{l} \times 0,025 l}{0,002 kg} = 0,21 \text{ mg/Kg}$$

$$A3 = \frac{0,020 \frac{mg}{l} \times 0,025 l}{0,002 kg} = 0,24 \text{ mg/Kg}$$

Desa Pendem

$$B1 = \frac{0,051 \frac{mg}{l} \times 0,025 l}{0,002 kg} = 0,63 \text{ mg/Kg}$$

$$B2 = \frac{0,051 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 kg} = 0,63 \text{ mg/Kg}$$

$$B3 = \frac{0,063 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 kg} = 0,78 \text{ mg/L}$$

#### Desa Beji

$$C1 = \frac{0,015 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 kg} = 0,49 \text{ mg/Kg}$$

$$C2 = \frac{0,018 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{2 kg} = 0,63 \text{ mg/Kg}$$

$$C3 = \frac{0,016 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{2 kg} = 0,54 \text{ mg/Kg}$$

#### Desa Oro-oro ombo

$$D1 = \frac{0,090 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 kg} = 1,12 \text{ mg/Kg}$$

$$D2 = \frac{0,098 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 kg} = 1,22 \text{ mg/Kg}$$

$$D6 = \frac{0,094 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 kg} = 1,17 \text{ mg/Kg}$$

#### Kelurahan Temas

$$E1 = \frac{0,0148 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 kg} = 1,86 \text{ mg/Kg}$$

$$E2 = \frac{0,152 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 kg} = 1,90 \text{ mg/Kg}$$

$$E3 = \frac{0,148 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 kg} = 1,86 \text{ mg/Kg}$$

#### Desa Sumberjo

$$F1 = \frac{0,156 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 kg} = 1,95 \text{ mg/Kg}$$

$$F2 = \frac{0,156 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 kg} = 1,95 \text{ mg/Kg}$$

$$F3 = \frac{0,148 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 kg} = 1,86 \text{ mg/Kg}$$

#### Desa Punten

$$H1 = \frac{0,105 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 kg} = 1,32 \text{ mg/Kg}$$

$$H2 = \frac{0,109 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 kg} = 1,37 \text{ mg/Kg}$$

$$H3 = \frac{0,0113 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 kg} = 1,42 \text{ mg/Kg}$$

## Desa Bulukerto

$$I1 = \frac{0,102 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 kg} = 1,27 \text{ mg/Kg}$$

$$I2 = \frac{0,105 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 kg} = 1,32 \text{ mg/Kg}$$

$$I3 = \frac{0,0113 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 kg} = 1,42 \text{ mg/Kg}$$

## Desa Gunungsari

$$K1 = \frac{0,111 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 kg} = 1,38 \text{ mg/Kg}$$

$$K2 = \frac{0,0115 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 kg} = 1,44 \text{ mg/Kg}$$

$$K3 = \frac{0,0117 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 kg} = 1,46 \text{ mg/Kg}$$

Kadar sebenarnya Logam Cd = (b x V)/(W)

Dimana:

b= Konsentrasi yang terbaca instrumen (mg/L)

V= Volume larutan (L)

W= Berat sampel (Kg)

## Desa Junrejo

$$A1 = \frac{0,026 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 kg} = 0,32 \text{ mg/Kg}$$

$$A2 = \frac{0,023 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 kg} = 0,28 \text{ mg/Kg}$$

$$A3 = \frac{0,024 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 g} = 0,30 \text{ mg/Kg}$$

## Desa Pendem

$$B4 = \frac{0,042 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 kg} = 0,53 \text{ mg/Kg}$$

$$B5 = \frac{0,043 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 kg} = 0,53 \text{ mg/Kg}$$

$$B6 = \frac{0,044 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 kg} = 0,55 \text{ mg/Kg}$$

## Desa Beji

$$C1 = \frac{0,023 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 kg} = 0,29 \text{ mg/Kg}$$

$$C2 = \frac{0,024 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 kg} = 0,30 \text{ mg/Kg}$$

$$C3 = \frac{0,027 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 kg} = 0,34 \text{ mg/Kg}$$

Desa Oro-oro ombo

$$D1 = \frac{0,016 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 kg} = 0,21 \text{ mg/Kg}$$

$$D2 = \frac{0,018 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 kg} = 0,23 \text{ mg/Kg}$$

$$D6 = \frac{0,018 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 kg} = 0,23 \text{ mg/Kg}$$

Kelurahan Temas

$$E1 = \frac{0,007 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 kg} = 0,08 \text{ mg/Kg}$$

$$E2 = \frac{0,007 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 kg} = 0,09 \text{ mg/Kg}$$

$$E3 = \frac{0,007 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 kg} = 0,08 \text{ mg/Kg}$$

Desa Sumberjo

$$F1 = \frac{0,022 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 kg} = 0,27 \text{ mg/Kg}$$

$$F2 = \frac{0,023 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 kg} = 0,28 \text{ mg/Kg}$$

$$F3 = \frac{0,024 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 kg} = 0,30 \text{ mg/Kg}$$

Desa Punten

$$H1 = \frac{0,024 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 kg} = 0,30 \text{ mg/Kg}$$

$$H2 = \frac{0,028 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 kg} = 0,35 \text{ mg/Kg}$$

$$H3 = \frac{0,016 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 kg} = 0,34 \text{ mg/Kg}$$

Desa Bulukerto

$$I1 = \frac{0,033 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 kg} = 0,42 \text{ mg/Kg}$$

$$I2 = \frac{0,041 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 kg} = 0,52 \text{ mg/Kg}$$

$$I3 = \frac{0,032 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 kg} = 0,40 \text{ mg/Kg}$$

Desa Gunungsari

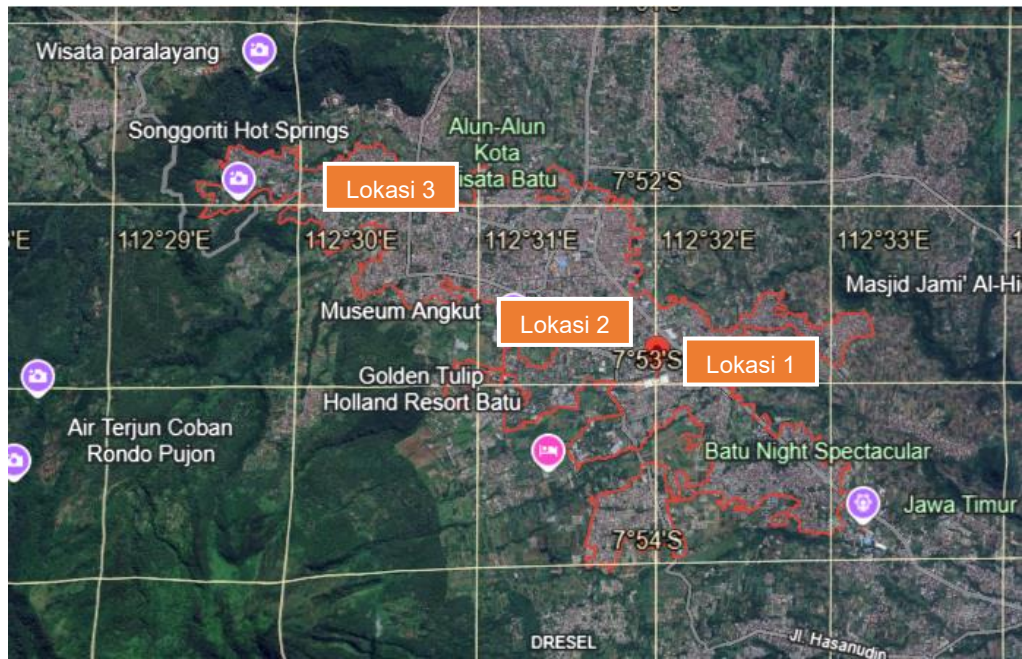
$$K1 = \frac{0,027 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 kg} = 0,34 \text{ mg/Kg}$$

$$K2 = \frac{0,028 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 kg} = 0,35 \text{ mg/Kg}$$

$$K3 = \frac{0,026 \frac{mg}{l} \times 0,025l}{0,002 kg} = 0,26 \text{ mg/Kg}$$

## Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian

## TITIK SAMPLING



Lokasi 1 : Kecamatan Junrejo

Lokasi 2 : Kecamatan Batu

Lokasi 3 : Kecamatan Bumiaji

## Lampiran 5. Foto Pengamatan



sampel jeruk



Penghalusan



Penimbangan

Penambahan  $\text{HNO}_3$  :  $\text{H}_2\text{O}_2$ 

Refluks



Hasil refluks



Penyaringan



pengenceran



Hasil



Pengujian AAS

**Lampiran 6. Hasil uji *One Way ANOVA***

Uji kadar logam Pb dan Cd pada Buah jeruk di Kota Batu

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: Kadar Logam Pb

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	8.160 <sup>a</sup>	8	1.020	319.122	.000
Intercept	37.077	1	37.077	11600.111	.000
Titik	8.160	8	1.020	319.122	.000
Error	.058	18	.003		
Total	45.295	27			
Corrected Total	8.218	26			

a. R Squared = ,993 (Adjusted R Squared = ,990)

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: Kadar Logam Cd

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.391 <sup>a</sup>	8	.049	65.720	.000
Intercept	2.707	1	2.707	3636.940	.000
Titik	.391	8	.049	65.720	.000
Error	.013	18	.001		
Total	3.112	27			
Corrected Total	.405	26			

a. R Squared = ,967 (Adjusted R Squared = ,952)



### Kadar Logam Pb

Tukey HSD<sup>a,b</sup>

Titik Sampling	N	Subset				
		1	2	3	4	5
Desa Junrejo	3	.2167				
Desa Beji	3		.5533			
Desa Pendem	3		.6800			
Desa Oro Oro Ombo	3			1.1700		
Desa Bulukerto	3				1.3367	
Desa Punten	3				1.3700	
Desa Gunungsari	3				1.4267	
Kelurahan Temas	3					1.8733
Desa Sumberjo	3					1.9200
Sig.		1.000	.200	1.000	.592	.980

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = ,003.

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

b. Alpha = .05.

**Kadar Logam Cd**Tukey HSD<sup>a,b</sup>

Titik Sampling	N	Subset				
		1	2	3	4	5
Kelurahan Temas	3	.0833				
Desa Oro Oro Ombo	3		.2233			
Desa Sumberjo	3		.2833	.2833		
Desa Junrejo	3		.3000	.3000		
Desa Beji	3			.3100		
Desa Punten	3			.3300		
Desa Gunungsari	3			.3367		
Desa Bulukerto	3				.4467	
Desa Pendem	3					.5367
Sig.		1.000	.056	.343	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = ,001.

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

b. Alpha = .05.

Titik Presentase Distribusi F Untuk Probabilitas = 0,05									
DF pembialang (N1)									
DF penyeb ut (N2)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	161.45	199.50	215.71	224.58	230.16	233.99	236.77	238.88	240.54
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30
25	4.24	<b>3.39</b>	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25

28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21
31	4.16	3.30	2.91	2.68	2.52	2.41	2.32	2.25	2.20
32	4.15	3.29	2.90	2.67	2.51	2.40	2.31	2.24	2.19
33	4.14	3.28	2.89	2.66	2.50	2.39	2.30	2.23	2.18
34	4.13	3.28	2.88	2.65	2.49	2.38	2.29	2.23	2.17
35	4.12	3.27	2.87	2.64	2.49	2.37	2.29	2.22	2.16
36	4.11	3.26	2.87	2.63	2.48	2.36	2.28	2.21	2.15
37	4.11	3.25	2.86	2.63	2.47	2.36	2.27	2.20	2.14
38	4.10	3.24	2.85	2.62	2.46	2.35	2.26	2.19	2.14
39	4.09	3.24	2.85	2.61	2.46	2.34	2.26	2.19	2.13
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12
41	4.08	3.23	2.83	2.60	2.44	2.33	2.24	2.17	2.12
42	4.07	3.22	2.83	2.59	2.44	2.32	2.24	2.17	2.11
43	4.07	3.21	2.82	2.59	2.43	2.32	2.23	2.16	2.11
44	4.06	3.21	2.82	2.58	2.43	2.31	2.23	2.16	2.10
45	4.06	3.20	2.81	2.58	2.42	2.31	2.22	2.15	2.10