

**ANALISIS LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) BUAH PIR DAERAH KOTA MALANG DENGAN
METODE SPEKTROKOPI SERAPAN ATOM (SSA)**

SKRIPSI

Oleh:
MUHAMMAD RIZAL ANSORI
NIM. 200603110091



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

**ANALISIS LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) BUAH PIR DAERAH KOTA MALANG DENGAN
METODE SPEKTROKOPI SERAPAN ATOM (SSA)**

SKRIPSI

**Oleh:
MUHAMMAD RIZAL ANSORI
NIM. 200603110091**

**Diajukan Kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri 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**

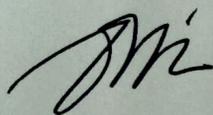
**ANALISIS LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) BUAH PIR DAERAH KOTA MALANG DENGAN
METODE SPEKTROSKOPI SERAPAN ATOM (SSA)**

SKRIPSI

Oleh:
MUHAMMAD RIZAL ANSORI
NIM. 200603110091

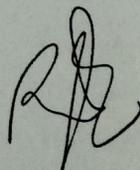
Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal: 16 Desember 2024

Pembimbing I



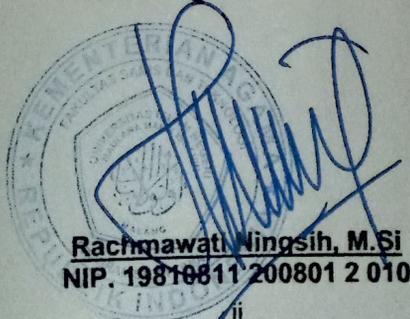
Diana Candra Dewi, M.Si
NIP. 19770720 200312 2 001

Pembimbing II



Rif'atul Mahmudah, M.Si
NIP. 19830125 202311 2 020

Mengetahui,
Ketua Program Studi Kimia



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

**ANALISIS LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) BUAH PIR DAERAH KOTA MALANG DENGAN
METODE SPEKTROKOPI SERAPAN ATOM (SSA)**

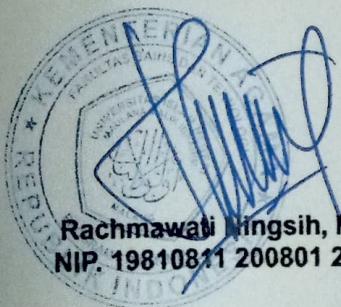
SKRIPSI

Oleh:
MUHAMMAD RIZAL ANSORI
NIM. 200603110091

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 16 Desember 2024

Ketua Penguji	: Elok Kamilah Hayati, M.Si NIP. 19790620 200604 2 002	(.....)
Anggota Penguji I	: Lilik Miftahul Khoiroh, M.Si NIP. 19831226 201903 2 008	(.....)
Anggota Penguji II	: Diana Candra Dewi, M.Si NIP. 19770720 200312 2 001	(.....)
Anggota Penguji III	: Rif'atul Mahmudah, M.Si NIP. 19830125 202311 2 020	(.....)

Mengesahkan,
Ketua Program Studi Kimia


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

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Rizal Ansori
NIM : 200603110091
Program Studi : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul : Analisis Logam Berat Timbal (Pb) Buah Pir Daerah Kota Malang dengan Metode Spektroskopi Serapan Atom (SSA)

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan data, tulisan, atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi dari perbuatan tersebut.

Malang, 6 Desember 2024
Yang membuat pernyataan



Muhammad Rizal Ansori
200603110091

HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Hamdan wa syukron lillahh

Atas nikmat sehat waktu dan kesempatan yang berharga ini yang telah Allah berikan sehingga bisa terselesaikannya skripsi ini, Rasulullah Muhammad saw. yang senantiasa penulis haturkan selawat dan salam kepadanya.

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

Kepada orang tua saya; Ibu Nurhayatin yang tiada henti nya menyertakan doa pada setiap langkah saya, memanjangkan sabarnya, mengabadikan rasa sayangnya dan senantiasa mengerahkan segala upaya untuk memenuhi semua yang butuhkan. Tanpa ibu saya tidak akan bisa sampai pada hari ini.

kepada para dosen dan seluruh staff dan laboran program studi kimia, terlebih kepada ibu Diana Candra Dewi, M.Si selaku pembimbing utama, ibu Rif'atul Mahmudah, M.Si selaku pembimbing agama, ibu dosen wali Armeida Dwi Ridho Madjid, M.Si, ibu Elok Kamilah Hayati, M.Si dan ibu Lilik Miftahul Khoiroh, M.Si selaku penguji skripsi ini. Serta Bapak Abi selaku laboran Organik, terimakasih telah memberikan banyak ilmu dan bimbingan yang sangat berguna bagi penyelesaian skripsi ini, terimakasih pula telah memberikan banyak nasihat dalam segala aspek ilmu kimia, ilmu agama, ataupun ilmu kehidupan, semoga Allah senantiasa menjaga dan merahmati bapak ibu sekalian.

Kepada semua rekan yang telah Allah hadirkan menemani perjuangan penulis dalam menuntut ilmu sehingga terselesaikannya skripsi.

MOTTO

Nomer 1 ngaji

Nomer 2 sekolah

Insyallah hasil karone

-KH Muhammad Yahya-

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur kehadirat Allah Swt. yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis atas terselesaikannya skripsi ini dengan judul “**Analisis Logam Berat Timbal (Pb) Buah Pir Daerah Kota Malang dengan Metode Spektroskopi Serapan Atom (SSA)**”. Selawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada junjungan kita, Nabi Muhammad saw. yang telah membimbing kita ke jalan yang benar, yaitu jalan yang diridhai Allah Swt. Penulisan skripsi ini tidak luput dari dukungan dan bantuan semua pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. M. Zainuddin, MA, selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Ibu Prof. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Ibu Rachmawati Ningsih, M.Si, selaku ketua Program Studi Kimia Fakultas Sains Dan Teknologi UIN Malang
4. Ibu Diana Candra Dewi, M.Si, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, dan nasehat pada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Ibu Rif'atul Mahmudah, M.Si, selaku dosen agama yang telah memberikan bimbingan, pengarahan dan nasehat kepada penyusun dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Seluruh Bapak dan Ibu dosen, Program Studi Kimia UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah mengalirkan ilmu, pengetahuan, pengalaman, wacana dan wawasannya, sebagai pedoman dan bekal bagi penulis.
7. Seluruh rekan dan pihak yang membantu dalam penulisan skripsi ini.

Penulis berdoa semoga semua pihak yang membantu dalam proses penyelesaian naskah skripsi ini dimudahkan urusannya oleh Allah dan dicatat sebagai amal *sholeh*. Penulis menyadari adanya kekurangan dan keterbatasan dalam naskah skripsi ini. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya bagi penulis dan bagi pembaca pada umumnya

Malang, 6 Desember 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
MOTTO.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT	xiv
مستخلص البحث.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pir.....	5
2.1.1 <i>Pyrus Bretschneideri</i>	5
2.1.2 <i>Pyrus Pyrifolia</i>	6
2.2 Logam Berat.....	7
2.3 Timbal (Pb).....	8
2.4 Destruksi Basah (<i>Refluks</i>)	9
2.5 Larutan Pendestruksi.....	10
2.6 Spektroskopi Serapan Atom	11
2.8 Uji <i>Two Way</i> ANOVA.....	13
2.9 Makanan Halal dan <i>Tayyib</i> dalam Perspektif Islam	14
BAB III METODE PENELITIAN.....	16
3.1 Waktu Pelaksanaan.....	16
3.2 Alat dan Bahan	16
3.2.1 Alat.....	16
3.2.2 Bahan.....	16
3.3 Rancangan Penelitian.....	16
3.4 Tahapan Penelitian	16
3.5 Cara Kerja	17
3.5.1 Pengambilan dan Preparasi Sampel	17
3.5.2 Pengaturan Alat Spektroskopi Serapan Atom (SSA).....	17
3.5.3 Pembuatan Kurva Standar Timbal (Pb).....	17
3.5.4 Penentuan Kadar Logam Timbal (Pb) dalam Buah Pir	17
3.5.5 Analisis Data	18
3.5.6 <i>Limit of Detection</i> (LoD).....	19
3.5.7 <i>Limit of Quantitation</i> (LoQ)	19
3.5.8 Analisis <i>Two Way</i> Anova	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Pengambilan Sampel Buah Pir di Kota Malang.....	21
4.2 Pembuatan Kurva Standar Timbal (Pb).....	22
4.3 Penentuan Kadar Logam Timbal (Pb) dalam Sampel Buah Pir	24

4.4 Kajian Hasil Analisis dalam Perspektif Islam	29
BAB V PENUTUP.....	32
5.1 Kesimpulan.....	32
5.2 Saran.....	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN.....	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Rancangan Penelitian	38
Lampiran 2. Diagram Alir	39
Lampiran 3. Perhitungan Pembuatan Larutan.....	41
Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian.....	57
Lampiran 5. Hasil uji <i>Two Way</i> ANOVA.....	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Buah pir (<i>Pyrus bretschneideri</i>)	6
Gambar 2.2 Buah pir (<i>Pyrus pyrifolia</i>)	7
Gambar 2.3 Komponen Spektrofotometri Serapan Atom (Harris, 2010)	11
Gambar 4.1 <i>Pyrus Bretschneideri</i> (a) dan <i>Pyrus Pyrifolia</i> (b).	21
Gambar 4.2 Kurva standar logam timbal (Pb)	23
Gambar 4.3 Pir yang dijual disupermarket (a) dan pinggir jalan (b).....	27

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Parameter dalam analisis logam berat.....	12
Tabel 3.1 Hasil analisis kadar logam berat timbal (Pb) pada buah pir jenis (<i>pyrus pyrifolia</i>) yang dijual dipinggir jalan dan supermarket daerah Kota Malang.	18
Tabel 4.1 Hasil analisis kadar logam timbal (Pb) pada buah Pir yang dijual di supermarket daerah Kota Malang	25
Tabel 4.2 Hasil analisis kadar logam timbal (Pb) pada buah Pir yang dijual dipinggir jalan daerah Kota Malang	25

ABSTRAK

Ansori, Muhammad Rizal. 2024. **Analisis Logam Berat Timbal (Pb) Buah Pir Daerah Kota Malang dengan Metode Spektroskopi Serapan Atom (SSA)**. Skripsi. Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing I: Diana Candra Dewi, M.Si; Pembimbing II: Rif'atul Mahmudah, M.Si

Kata Kunci: Pir, Timbal, Destruksi Refluks, SSA

Pir merupakan buah yang berasal dari daerah tropis Asia dan Amerika. Pir sendiri mirip dengan apel dalam penanaman, perkembangbiakan, dan penyerbukan dengan memiliki bentuk dan warna yang bervariasi. *Pyrus Pyrifolia* dan *Pyrus Bretcsneideri* merupakan pir asia yang banyak dibudidayakan yang termasuk dalam genus *Pyrus*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar timbal (Pb) pada sampel buah pir daerah Kota Malang dengan destruksi basah tertutup (refluks) secara Spektroskopi Serapan Atom (SSA) dan dianalisis dengan Uji ANOVA untuk mengetahui pengaruh lokasi dan jenis buah terhadap kadar timbal.

Jenis penelitian yang dilaksanakan adalah *experimental laboratory*, sampel yang digunakan adalah buah pir, pengambilan sampel dilakukan dengan variasi titik sampling yaitu toko buah pinggir jalan dan supermarket. Penelitian ini menggunakan 2 jenis buah pir (*Pyrus Pyrifolia* dan *Pyrus Bretcsneideri*) dari 10 titik sampling yaitu 5 dari toko buah pinggir jalan dan 5 dari supermarket. Kadar Pb dianalisis menggunakan metode destruksi basah tertutup (refluks) secara Spektroskopi Serapan Atom (SSA) dengan menggunakan zat pengoksidasi yaitu HNO_3 dan HCl (3:1).

Hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan kadar logam timbal (Pb) dengan variasi titik sampling (buah pinggir jalan dan supermarket) dan 2 jenis buah pir (*Pyrus Pyrifolia* dan *Pyrus Bretcsneideri*) di Kota Malang, pada supermarket Kecamatan Blimbing sebesar 0,5 mg/Kg dan 0,7 mg/Kg, Kecamatan Sukun sebesar 0,6 mg/Kg dan 1 mg/Kg, Kecamatan Lowokwaru sebesar 0,6 mg/Kg dan 0,7 mg/Kg, Kecamatan Klojen sebesar 0,8 mg/Kg dan 0,9 mg/Kg, Kecamatan Kedungkandang sebesar 0,8 mg/Kg dan 0,9 mg/Kg. Sedangkan pada pinggir jalan Kecamatan Blimbing sebesar 0,3 mg/Kg dan 0,2 mg/Kg, Kecamatan Sukun sebesar 0,2 mg/Kg dan 0,4 mg/Kg, Kecamatan Lowokwaru sebesar 0,2 mg/Kg dan 0,2 mg/Kg, Kecamatan Klojen sebesar 0,4 mg/Kg dan 0,3 mg/Kg, Kecamatan Kedungkandang sebesar 0,2 mg/Kg dan 0,2 mg/Kg. Berdasarkan hasil uji statistika *Two Way ANOVA* didapatkan nilai $sig < 0,05$ dan $F_{hitung} > F_{tabel}$ yang menunjukkan bahwa variasi titik sampling dan jenis buah berbeda nyata serta berpengaruh secara signifikan terhadap kadar logam timbal (Pb).

ABSTRACT

Ansori, Muhammad Rizal. 2024. **Analysis of The Heavy Metal Lead (Pb) of Pears in The Malang City Area Using The Atomic Absorption Spectroscopy (SSA) Method.** Thesis. Chemistry Study Program, Faculty of Science and Technology. Maulana Malik Ibrahim State Islamic University Malang. Supervisor I: Diana Candra Dewi, M.Si; Supervisor II: Rif'atul Mahmudah, M.Si

Keywords : Pear, Lead, Reflux Destruction, SSA

Pears are a fruit that originates from the tropical regions of Asia and America. Pears themselves are similar to apples in planting, breeding and pollination by varying in shape and color. *Pyrus Pyrifolia* and *Pyrus Bretschneideri* are widely cultivated Asian pears that belong to the genus *Pyrus*. This research aims to determine the levels of lead (Pb) in pear samples in the Malang City area using closed wet digestion (reflux) using Atomic Absorption Spectroscopy (SSA). And analyzed using the ANOVA test to determine the effect of location and fruit variety on lead levels.

The type of research carried out was experimental laboratory, the samples used were pears, sampling was carried out at various sampling points, namely fruit shops on the side of the road and supermarkets. This research used 2 types of pears from 10 sampling points, namely 5 from shops sold on the side of the road and 5 from supermarkets. Pb levels were analyzed using the closed wet digestion method (reflux) using Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) using the oxidizing agent is HNO_3 and HCl (3:1).

The results of the research that was carried out showed that levels of lead metal (Pb) at various sampling points (fruit on the side of the road and supermarkets) and 2 types of pears (*Pyrus Pyrifolia* and *Pyrus Bretschneideri*) in Malang City, at supermarkets in Blimbing District were 0.5 mg/Kg and 0.7 mg/Kg, Sukun District 0.6 mg/Kg and 1 mg/Kg, Lowokwaru District 0.6 mg/Kg and 0.7 mg/Kg, Klojen District 0.8 mg/Kg and 0.9 mg/Kg, Kedungkandang District 0.8 mg/Kg and 0.9 mg/Kg. Meanwhile on the roadside in Blimbing District it was 0.3 mg/Kg and 0.2 mg/Kg, in Sukun District it was 0.2 mg/Kg and 0.4 mg/Kg, in Lowokwaru District it was 0.2 mg/Kg and 0.2 mg/Kg, Klojen District 0.4 mg/Kg and 0.3 mg/Kg, Kedungkandang District 0.2 mg/Kg and 0.2 mg/Kg. Based on the results of the Two Way ANOVA statistical test, it was found that the sig value was <0.05 and $F_{\text{count}} > F_{\text{table}}$, which showed that variations in sampling points and types of fruit were significantly different and had a significant effect on lead (Pb) levels.

مستخلص البحث

أنصاري، محمد ريزال. ٢٠٢٤. تحليل الكمثرى الرصاص الثقيل (Pb) باستخدام طريقة التحليل الطيفي للامتصاص الذري (SSA) في مدينة مالانج. بحث جامعي. قسم الكيمياء بكلية العلوم والتكنولوجيا. جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية، مالانج. المشرفة الأولى: ديانا جاندراديو، الماجستير؛ المشرفة الثانية: رفعة المحمودة، الماجستير.

الكلمة الرئيسية: الكمثرى، الرصاص، تدمير الارتجاع، SSA

الكمثرى فاكهة تأتي من المناطق الاستوائية في آسيا وأمريكا. الكمثرى نفسها تشبه التفاح في الزراعة والتربية والتلقيح من خلال وجود مجموعة متنوعة من الأشكال والألوان. فيروس بيريفوليا و فيروس بريتششنايديري هي كمثرى آسيوية مزروعة على نطاق واسع تنتمي إلى جنس فيروس. تهدف هذه الدراسة إلى تحديد مستوى الرصاص (Pb) في عينات الكمثرى في منطقة مدينة مالانج مع التدمير الرطب المغلق (الارتجاع) بواسطة التحليل الطيفي للامتصاص الذري (SSA) وتحليله بواسطة اختبار ANOVA لتحديد تأثير موقع الثمار وتنوعها على مستويات الرصاص. نوع البحث الذي تم إجراؤه هو مختبر تجريبي، والعينة المستخدمة هي الكمثرى، ويتم أخذ العينات بمجموعة متنوعة من نقاط أخذ العينات، وهي محلات الفاكهة على جانب الطريق ومحلات السوبر ماركت. استخدمت هذه الدراسة نوعين من الكمثرى (فيروس بيريفوليا و فيروس بريتششنايديري) من ١٠ نقاط أخذ العينات، وهما ٥ من المتاجر المباعية على جانب الطريق و ٥ من محلات السوبر ماركت مع علاج تحضير العينات المقشر من الجلد. تم تحليل مستوى الرصاص باستخدام طريقة التدمير الرطب المغلق (الارتجاع) بواسطة التحليل الطيفي للامتصاص الذري (SSA) باستخدام العوامل المؤكسدة وهي HNO₃ و HCl (٣:١)

تم الحصول على نتائج البحث الذي تم إجراؤه من مستويات معدن الرصاص (Pb) مع اختلافات في نقاط أخذ العينات (الفاكهة على جانب الطريق ومحلات السوبر ماركت) ونوعين من الكمثرى (فيروس بيريفوليا و فيروس بريتششنايديري) في مدينة مالانج، وفي محلات السوبر ماركت في منطقة بليمينغ بمقدار ٠,٥ kg/mg و ٠,٧ kg/mg، ومنطقة سوكون بمقدار ٠,٤ kg/mg و ١ kg/mg، ومنطقة لوكوارو بمقدار ٠,٤ kg/mg و ٠,٧ kg/mg، منطقة كلوجين هي ٠,٧ kg/mg و ٠,٩ kg/mg، ومنطقة كيدونجكاندانج هي ٠,٨ kg/mg و ٠,٩ kg/mg. وفي الوقت نفسه، على جانب الطريق من منطقة بليمينج بمقدار ٠,٤ kg/mg و ٠,٢ kg/mg، ومنطقة سوكون بمقدار ٠,٣ kg/mg و ٠,٤ kg/mg، ومنطقة لوكوارو بمقدار ٠,٢ kg/mg و ٠,٣ kg/mg، ومنطقة كيدونجكاندانج بمقدار ٠,٢ kg/mg و ٠,٢ kg/mg. بناء على نتائج اختبار ANOVA ثنائي الاتجاه، تم حساب قيمة sig > ٠,٠٥ و F < جدول F الذي يوضح أن تباين نقاط أخذ العينات وأنواع الفاكهة تختلف اختلافًا كبيرًا ولها تأثير كبير على مستويات معدن الرصاص (Pb).

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Malang merupakan kota wisata yang berada di Jawa Timur. Secara astronomis terletak pada posisi 112.06°- 112.07° Bujur Timur, 7.06°- 8.02° Lintang Selatan, memiliki luas wilayah sebesar 111,077 kilometer persegi yang terbagi kedalam lima Kecamatan, Kecamatan kedungkandang, Kecamatan Lowokwaru, Kecamatan Sukun, Kecamatan Blimbing dan Kecamatan Klojen. Jumlah penduduk menurut data sensus penduduk bulan Juni tahun 2022 sebanyak 846.126 orang dengan jumlah kendaraan per jenis adalah 348.960 sepeda motor, 89.559 mobil penumpang, 15.395 unit truk dan 872 unit bus, dari banyaknya jumlah kendaraan tersebut, sektor transportasi memegang peranan penting dalam pencemaran udara yang terjadi. Salah satu pencemaran berbahaya emisi gas buang kendaraan bermotor adalah senyawa timbal yang berbahaya bagi lingkungan (ATSDR, 2019). Logam timbal inilah yang menjadi salah satu sumber pencemaran terhadap buah-buahan yang dijual dipinggir jalan karena memiliki resiko tinggi untuk terpaparnya polusi udara, selain itu partikel timbal dari emisi gas dapat menempel pada permukaan buah dan dapat masuk melalui pori-pori pada kulit buah (Aurina et al., 2017). Nurhanifah (2023) menganalisa cemaran logam berat timbal Pb pada buah anggur dan apel yang dijual dipinggir jalan Kecamatan Natar, didapatkan kadar logam Pb diatas ambang batas yakni sebesar 5,85 ; 9,93; 14,55 ppm pada buah anggur dan 5,85 ; 12,46 ; 19,89 ppm pada buah apel.

Logam berat timbal (Pb) merupakan senyawa logam berat yang berbahaya bagi kesehatan karena bersifat karsinogenik. Logam berat timbal (Pb) hasil dari emisi dapat masuk ke atmosfer dan menjadi pencemar di udara dengan bentuk partikel yang sering dikenal dengan debu-debu metalik. Logam timbal (Pb) dapat masuk ke tubuh melalui makanan jajanan atau buah-buahan yang dijual di pinggir jalan dalam keadaan terbuka. Hal ini akan lebih berbahaya lagi apabila makanan tersebut didagangkan dalam waktu yang lama (Hidayah et al., 2021). Penjualan buah dipinggir jalan daerah Kota Malang cukup mudah untuk dijumpai pada tempat terbuka dan supermarket dekat dengan jalan raya. Menurut penelitian Prasetyorini & Wardatun (2011) terdapat perbedaan kadar timbal pada daun kangkung yang dijual di pasar dan supermarket. Didapatkan kadar timbal pada daun kangkung yang dijual di pasar sebesar 0,13; 0,12 dan 0,11 µg/g, sedangkan kadar timbal yang dijual di supermarket sebesar 0,08 µg/g. Hal tersebut dapat terjadi karena daun kangkung yang dijual di pasar secara langsung terpapar oleh emisi timbal dari kendaraan bermotor karena dijual dalam keadaan terbuka, sehingga menyebabkan kontaminasi timbal lebih tinggi dibandingkan dengan daun kangkung yang dijual di supermarket.

Buah pir merupakan tanaman yang berasal dari Eropa barat, Afrika utara dan Asia timur. Pir sendiri mirip dengan apel dalam penanaman, perkembangbiakan, dan penyerbukan

dengan memiliki bentuk dan warna yang bervariasi. (Adiyanto, 2009). Buah pir merupakan buah yang sering dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia, karena buah pir memiliki karakteristik yang manis, asam dan renyah (Silva et al., 2014). Selain itu, pada buah pir terkandung seperti serat pangan (*dietary fiber*), vitamin C, vitamin E, provitamin A, kalsium, fosfor dan hydrogen peroksida yang baik untuk gigi (Hakimah, 2010). Tingginya konsumsi masyarakat Indonesia akan buah pir dibuktikan dengan adanya *import* dari China, Afrika Selatan, Australia, Korea dan Amerika yang mencapai 69 ribu ton untuk buah pir tersebut (Nurchayati & Hikmah, 2014).

Menurut Haq et al (2019) buah pir memiliki kandungan kimia yang dapat mengikat logam, seperti pektin, katekin dan asam sitrat. Sehingga akan berbahaya jika buah tersebut dijual dipinggir jalan secara terbuka, terlebih buah pir sendiri merupakan buah yang dapat dikonsumsi secara langsung bersama kulitnya tanpa dikupas terlebih dahulu, sehingga memungkinkan dapat terpapar oleh polusi udara berupa gas buangan dari asap kendaraan yang mengandung logam berat berupa timbal ketika mengkonsumsi buah tersebut (NURHANIFAH, 2023). Selain itu logam timbal dapat masuk dalam buah melalui kegiatan manusia berupa penggunaan cat dalam rumah, baik berupa cat tembok maupun cat kayu atau besi, asap rokok yang dapat menempel pada buah dan penggunaan pipa yang mengandung timbal ketika mencuci buah tersebut sebelum dikonsumsi (Dewi, 2019). Berdasarkan penelitian Novita (2017) terdapat peningkatan kadar logam timbal pada buah pir pada pematangan 0 hari 2,1 ppm, 6 hari 7,9 ppm dan 12 hari 18,5 ppm. Semua sampel berada di atas ambang batas maksimum cemaran logam berat timbal dalam bahan pangan khususnya buah dan sayur yang ditetapkan berdasarkan BPOM Nomor HK.00.06.1.52.4011 sebesar 0,5 mg/Kg. Rusin et al (2021) melakukan penelitian tentang kadar logam timbal dan kadmium pada beberapa sampel buah dan sayur baik dalam produk segar, kering, beku dan olahan. Didapatkan kadar kadmium pada buah pir segar, kering dan olahan berturut-turut sebesar 0,015; 0,004; 0,0008 mg/kg. Sedangkan kadar timbal pada buah pir segar, kering dan olahan berturut-turut sebesar 0,036; 0,008; 0,0245 mg/kg.

Sebagai umat muslim yang baik, maka sebaiknya mengkonsumsi makanan yang halal dan *tayyib*, sebab makanan halal dan *tayyib* tidak hanya memberikan khasiat raga, namun juga menyehatkan secara rohani serta memenuhi kebutuhan nutrisi tubuh (Nasution & Nasution, 2023). Sebagaimana telah dijelaskan Allah SWT dalam surat al-Baqarah ayat 168.

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

Artinya: “Hai sekalian manusia, makanlah yang halal lagi baik dari apa yang terdapat di bumi, dan janganlah kamu mengikuti langkah-langkah syaitan; karena Sesungguhnya syaitan itu adalah musuh yang nyata bagimu”

Berdasarkan surat al-Baqarah ayat 168 diatas dapat dijelaskan bahwa makanan halal dan baik merupakan makanan yang diperbolehkan untuk dikonsumsi dalam syariat islam. Seperti mengkonsumsi buah pir akan memberikan beberapa manfaat bagi tubuh ketika buah tersebut tidak tercemar dengan logam berat Pb yang menyebabkan buah tersebut tidak baik untuk dikonsumsi karena dapat berbahaya bagi tubuh ketika dikonsumsi apabila kandungan logam berat melebihi ambang batas (Novita et al., 2017). Menurut tafsir Ilmi makanan yang halal adalah makanan yang diizinkan untuk dikonsumsi menurut aturan hukum islam, sebab pada hakikatnya semua makanan adalah halal kecuali yang dilarang, baik oleh Al-Qur'an maupun hadis. Adapun kriteria baik (*tayyib*) terkait dengan kebutuhan fisik manusia, seperti kebutuhan energi dan kesehatan (Tafsir et al., 2013).

Analisis logam berat pada buah pir diperlukan preparasi sampel menggunakan metode destruksi. Destruksi merupakan suatu perlakuan pemecahan senyawa menjadi unsur-unsurnya sehingga dapat dianalisis. Pada dasarnya ada dua jenis destruksi yang dikenal dalam ilmu kimia yaitu destruksi basah (oksida basah) dan destruksi kering (oksida kering) (Kristianingrum, 2012). Metode destruksi yang digunakan dalam penelitian adalah metode destruksi basah dengan menggunakan larutan pendestruksi. Metode destruksi basah lebih baik dibandingkan destruksi kering, karena destruksi basah menggunakan suhu yang rendah, sehingga meminimalkan hilangnya unsur. Menurut Sri Asmorowati (2020) melakukan penelitian tentang perbandingan metode destruksi basah dan destruksi kering, diperoleh nilai % recovery pada metode destruksi basah sebesar 99,00 dan 98,90%. Pemilihan zat pengoksidasi juga dapat mempengaruhi hasil analisis. Semakin baik zat pengoksidasi yang digunakan, maka perolehan kadar logam akan semakin maksimal. Menurut Eliyana (2018) didapatkan zat pengoksidasi terbaik pada buah pare dengan menggunakan metode destruksi basah refluks yaitu HNO_3 dan HCl dengan perbandingan (1:1) terdapat cemaran logam Pb pada buah pare rata-rata sebesar 6,322 mg/Kg. Selain itu Kelebihan menggunakan destruksi basah refluks adalah meminimalisir kehilangan analit berupa logam yang volatil, sehingga dengan sistem tertutup dapat memaksimalkan proses destruksi (Hidayat, 2016). Kartikasari (2016) melakukan penelitian tentang analisis logam berat pada apel menggunakan metode destruksi basah terbuka dan tertutup, diperoleh destruksi basah tertutup dengan rata-rata konsentrasi logam timbal pada apel sebesar 8,063 mg/Kg.

Salah satu metode analisis logam berat timbal (Pb) pada buah pir adalah dengan menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Spektroskopi Serapan Atom adalah suatu teknik analisis yang digunakan untuk menentukan kadar logam dalam suatu senyawa dengan mengatomisasinya terlebih dahulu (Solikha, 2019). Menurut Sugito & Marliyana (2021) Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) merupakan instrumen dalam kimia analisis yang menggunakan prinsip energi yang diserap atom. Atom yang menyerap radiasi akan menimbulkan keadaan energi elektronik tereksitasi. Kelebihan metode ini diantaranya memiliki sensitivitas yang tinggi, mudah dioperasikan dan relatif murah.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kandungan cemaran logam berat timbal (Pb) pada buah pir yang dijual di pinggiran jalan Kota Malang, kemudian dibandingkan dengan buah pir yang dijual di supermarket daerah Kota Malang dengan perlakuan preparasi sampel dipotong kecil-kecil tanpa dicuci dengan menggunakan destruksi basah refluks secara Spektroskopi Serapan atom (SSA).

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa kadar timbal yang terdapat pada buah pir (*pyrus pyrifolia*) dan (*pyrus bretschneideri*) yang dijual di Kota Malang?
2. Bagaimana pengaruh lokasi terhadap kadar timbal pada buah pir (*pyrus pyrifolia*) dan (*pyrus bretschneideri*) yang dijual di Kota Malang?
3. Bagaimana pengaruh jenis buah terhadap kadar timbal pada buah pir (*pyrus pyrifolia*) dan (*pyrus bretschneideri*) yang dijual di Kota Malang?

1.3 Tujuan

1. Untuk mengetahui kadar timbal pada buah pir (*pyrus pyrifolia*) dan (*pyrus bretschneideri*) yang dijual di Kota Malang.
2. Untuk mengetahui pengaruh lokasi terhadap kadar timbal pada buah pir (*pyrus pyrifolia*) dan (*pyrus bretschneideri*) yang dijual di Kota Malang.
3. Untuk mengetahui pengaruh jenis buah terhadap kadar timbal pada buah pir (*pyrus pyrifolia*) dan (*pyrus bretschneideri*) yang dijual di Kota Malang.

1.4 Batasan Masalah

1. Sampel yang digunakan adalah buah pir (*pyrus pyrifolia*) dan (*pyrus bretschneideri*) dengan variasi pengambilan sampel di 10 titik yang berbeda, yaitu buah yang dijual dipinggir jalan dan supermarket daerah Kecamatan Blimbing, Sukun, Klojen, Kedungkandang dan Lowokwaru Kota Malang.
2. Penelitian ini menggunakan metode destruksi basah tertutup refluks dengan menggunakan zat pengoksidasi HNO₃ dan HCl dengan perbandingan (3:1).

1.5 Manfaat

Memberitahukan informasi kepada masyarakat tentang pengaruh lokasi dan jenis buah terhadap kadar timbal pada buah pir (*pyrus pyrifolia*) dan (*pyrus bretschneideri*) yang dijual daerah Kota Malang.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pir

Pir (*Pyrus*) merupakan buah yang berasal dari daerah tropis Asia dan Amerika. Buahnya mengandung banyak air, masir dan rasanya manis. Tinggi pohon pir mencapai antara 10-12 meter. Daunnya berselang-seling, berbentuk lanset. Panjang daun antara 2-12 cm. Biasanya, daun berwarna hijau mengilat atau sedikit berbulu keperakan. Sebagian besar pohon merontokkan daunnya di musim dingin dengan perkecualian dua spesies pir di Asia Tenggara yang selalu berdaun hijau sepanjang tahun. Bunga mekar di sekitar bulan April, berwarna putih dengan sedikit aksen warna kuning atau merah jambu. Bunga terdiri dari 5 daun mahkota. Diameter bunga antara 2-4 cm. Buah bertipe buah *pome* dengan diameter 1-4 cm pada spesies liar, sedangkan pada pohon hasil budidaya dapat menghasilkan buah pir berukuran besar dengan ukuran sampai 18x8 cm. Bentuk buah beraneka ragam, sebagian besar spesies menghasilkan buah berbentuk bulat. Sebagian spesies seperti pir eropa menghasilkan buah yang bentuknya membesar dibagian bawah dan langsing di bagian pangkal buah. Biji buah berukuran kecil terletak di bagian tengah, berwarna coklat dan keras. Dalam satu buah pir biasanya terdapat 2-3 buah biji (Jumanta, 2019).

Pir Asia merupakan kelompok yang sangat berbeda dari segi aspek pohon dan buah dibandingkan dengan pir Eropa. Perbedaan yang paling umum selain dari wilayah asal usulnya adalah pada daun dan kelopak. Spesies utama yang dibudidayakan adalah *Pyrus Pyrifolia*, *Pyrus Bretschneideri* dan *Pyrus Sinkianensis*. Dari tiga jenis buah tersebut tanggal pembungaan tergantung pada jenis kultivar dan pematangan buah berkisar antara bulan Juli dan Oktober. Pir Asia mencapai kualitas optimal bila dibiarkan matang di pohon, mirip dengan buah apel dan persik (Mu et al., 2022). Di Indonesia buah pir dengan jenis *Pyrus Pyrifolia* dan *Pyrus Bretschneideri* merupakan buah impor yang banyak diperjual belikan dan diminati masyarakat, karena mengandung mineral, vitamin dan kandungan senyawa lain yang berpotensi bagi kesehatan manusia secara luas. Senyawa aktif dalam buah pir adalah kalium, vitamin C, vitamin K, fenolik, folat, serat, serta vitamin B-kompleks. Buah pir juga memiliki beberapa manfaat bagi tubuh ketika di konsumsi, diantaranya adalah untuk mengendalikan tekanan darah dan kolesterol, mengatasi batuk dan sakit kepala, melancarkan sistem pencernaan dan mencegah konstipasi, meredakan sakit tenggorokan, menjaga kesehatan mata (Dr. Rusilanti, 2013). Adapun penjelasan dari dua jenis buah tersebut adalah sebagai berikut.

2.1.1 *Pyrus Bretschneideri*

Pir Yali (*Pyrus Bretschneideri*) adalah buah yang berasal dari daerah beriklim sedang berasal dari daerah China. *Pyrus Bretschneideri* merupakan pohon berukuran kecil dengan

tinggi mencapai 5-8 m. cabang-cabangnya kecil berwarna coklat keunguan, tunas berwarna ungu tua, bulat telur dengan puncak tumpul. Stipula berbentuk kaukus dengan panjang 1-1,3 cm dan puncak runcing. Daunnya berbentuk bulat telur atau elips dengan pangkal runcing lebar dan puncak runcing. Helaian daun berukuran 5-11 x 3,5-6 cm dan tangkai daun berukuran 2,5-7 cm. *Pyrus Bretschneideri* berbunga pada bulan April, Tangkai bunga berbentuk tomentose ketika masih muda, segera gundul, dan tangkai bunga sudah puber dan panjang 1,5–3 cm. Bunga berdiameter 2–3,5 cm, dan terdiri dari 5 sepal, 5 kelopak, 20 benang sari, dan 4–5 karpel. Hypanthium berbentuk cupular, sedikit puber saat muda. Sepal berbentuk segitiga, panjang 3,5–5 mm, gundul di bagian abaksial, dan tomentose berwarna coklat di bagian adaksial dengan tepi dentikulat kelenjar dan puncak runcing. Kelopak berbentuk bulat telur dengan pangkal bercakar pendek dan puncak membulat; sepal berukuran 1,2–1,4 1–1,2 cm (Quinet & Wesel, 2019).

Berikut merupakan klasifikasi dari buah pir yali menurut Adiyanto (2009).

Kingdom : *Plantae*
 Divisio : *Magnoliophyta*
 Classis : *Dicotyledonae*
 Sub Classis : *Magnoliopsida*
 Ordo : *Rosales*
 Familia : *Rosaceace*
 Genus : *Pyrus*
 Species : *Pyrusbretschneideri*
 Varietas : Yali



Gambar 2.1 Buah pir (*Pyrus bretschneideri*) (Wijaya, 2008)

2.1.2 *Pyrus Pyrifolia*

Buah pir *century* atau yang lebih dikenal di pasaran dengan nama pir *century* merupakan salah satu buah pir dari golongan pir asia yang banyak ditemui salah satunya di pasar buah Indonesia. Buah dengan nama latin *Pyrus pyrifolia* ini banyak tumbuh dan dibudidayakan di kawasan Asia Timur seperti Tiongkok, Jepang, dan Korea. (Silva et al., 2014). *Pyrus Pyrifolia* adalah tanaman yang kuat, tegak dan pohonnya setinggi 7-15 m dengan cabang-cabangnya ramping berwarna coklat. Kuncup daunnya runcing tajam dan tebal di

pangkal dengan sisik tomentose di tepi dan puncak. Stipula sepanjang 1-1,5 cm berbentuk kaukus (Mu et al., 2022). Daun berbentuk bulat telur-lonjong, puncak daun lancip dan tepi daun berbentuk bulat bergerigi halus-setose (Quinet & Wesel, 2019). Kuncup bunga tebal berbentuk kerucut, bunga berwarna putih berukuran 2,5-3,5 cm dan lebar 5 cm. kelopak berukuran sekitar 2 cm, lonjong dan utuh (Mu et al., 2022). Pada bulan Agustus, *Pyrus Pyrifolia* menghasilkan buah berukuran sedang hingga besar dengan diameter 2-2,5 cm berwarna coklat dengan tangkai berukuran pendek hingga panjang dengan ukuran 3,5-5,5 cm (Quinet & Wesel, 2019). Jika buah yang dibudidayakan berukuran lebih besar dengan diameter 5-6 cm (Mu et al., 2022)

Berikut merupakan klasifikasi dari buah pir *century* menurut Adiyanto (2009).

Kingdom : *Plantae*
 Divisio : *Magnoliophyta*
 Classis : *Dicotyledonae*
 Sub Classis : *Magnoliopsida*
 Ordo : *Rosales*
 Familia : *Rosaceace*
 Genus : *Pyrus*
 Species : *Pyruspyrifolia*
 Varietas : *Century*



Gambar 2.2 Buah pir (*Pyrus pyrifolia*) (Widyaka, 2018)

2.2 Logam Berat

Logam dapat digolongkan dalam dua jenis, yaitu logam berat dan ringan. Logam berat merupakan komponen alami tanah. Senyawa ini dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui makanan, air minum dan udara. Pada kadar rendah, logam berat diperlukan oleh makhluk hidup untuk pengaturan berbagai fungsi kimia dan fisiologi tubuh. Logam berat dapat menjadi berbahaya atau beracun ketika berada dalam kadar berlebihan dalam tubuh manusia (Jaishankar et al., 2014).

Logam berat akan menjadi berbahaya disebabkan karena adanya proses bioakumulasi. Bioakumulasi adalah peningkatan konsentrasi zat kimia di dalam tubuh makhluk hidup pada jangka waktu lama, dibandingkan dengan kadar zat kimia di alam (Panggabean et al., 2008). logam berat memiliki sifat toksik, menurut Siagian (2019) logam berat dibedakan

menjadi dua berdasarkan toksikologinya yaitu logam berat esensial dan *non*-esensial. Logam berat esensial adalah logam berat yang dibutuhkan oleh makhluk hidup dalam jumlah tertentu untuk membantu proses fisiologis dengan enzim atau pembentukan organ. Contohnya adalah logam Cu, Fe, Zn, Se, Co dan Mn. Sedangkan logam *non*-esensial adalah logam berat yang belum diketahui manfaatnya bagi tubuh makhluk hidup dan bersifat racun, dapat menimbulkan efek kerugian bagi kesehatan manusia. Contohnya adalah logam Pb, Hg, Cd, Cr, As dan Sn.

Faktor yang menyebabkan logam berat termasuk dalam kelompok zat pencemar adalah karena adanya sifat logam berat yang tidak dapat terurai (*non degradable*). Logam berat dapat terakumulasi melalui rantai makanan, semakin tinggi tingkatan rantai makanan yang ditempati oleh suatu organisme, akumulasi dalam tubuhnya akan semakin bertambah. Dengan demikian pengaruh logam berat tersebut pada akhirnya akan sampai pada rantai makanan tertinggi yaitu manusia (Riset et al., 2013). Efek gangguan logam berat terhadap kesehatan manusia tergantung pada bagian mana dari logam berat tersebut yang terikat dalam tubuh serta besarnya dosis paparan. Efek toksik dari logam berat mampu menghalangi kerja enzim sehingga mengganggu metabolisme tubuh, menyebabkan alergi (Suyanto et al., 2010). Pemasok pencemaran logam berat dalam tanah adalah bahan agrokimia (pupuk dan pestisida), asap kendaraan bermotor, bahan bakar minyak, buangan limbah rumah tangga, industri dan pertambangan (Riset et al., 2013).

2.3 Timbal (Pb)

Timbal (Pb) adalah jenis logam berat yang disebut dengan timah hitam. Timbal mempunyai titik lebur yang rendah, gampang dibentuk, digunakan untuk melapisi logam supaya tidak menimbulkan karat karena mempunyai sifat kimia yang aktif. Timbal merupakan logam yang mempunyai bilangan oksidasi 2^+ serta lunak berwarna abu-abu kebiruan mengkilat. Timbal memiliki nomor atom 82 dengan berat atom 207,20. Titik leleh timbal yaitu 1740°C serta mempunyai massa jenis $11,34 \text{ g/cm}^3$. Logam Pb pada temperatur $500\text{-}600^{\circ}\text{C}$ bisa menguap serta membentuk oksigen di udara dalam wujud timbal oksida (PbO) (M. Rahayu & Solihat, 2018). Timbal dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari seperti pembuatan gelas, penstabil PVC, bensin, cat dan pestisida. Timbal dapat berasal dari lingkungan maupun manusia, timbal di lingkungan berada di alam yang terbentuk secara alami dan salah satu aktivitas manusia penghasil timbal terbesar berupa kendaraan yang menggunakan timbal sebagai bahan bakar (Irianti et al., 2017). Timbal juga dapat terlibat dalam berbagai proses industri sebagai pelapis dan pelarut. Penggunaan Pb dalam industri antara lain adalah industri cat, baterai, aki, percetakan (tinta), industri kabel, penyepuhan, pestisida, peralatan rumah tangga, industri perpipaan, kemasan kaleng, mainan anak dan solder (Dewi, 2019).

Timbal (Pb) adalah salah satu pencemar di udara mempunyai wujud partikel yang kerap diketahui dengan debu-debu metalik yang dapat berasal dari beberapa aktivitas

manusia, seperti penggunaan cat didalam rumah (Dewi, 2019). Logam berat timbal (Pb) pada cat berfungsi sebagai pigmen atau pemberi warna pada cat dengan warna terang, seperti kuning, hijau dan merah. Timbal juga dapat digunakan sebagai agen pengering dan katalis pada cat berdasarkan minyak, agar cat cepat kering dan tersebar merata. Selain itu timbal juga sebagai agen anti korosi dalam cat yang berfungsi menghambat perkaratan pada permukaan logam (Rusli, 2015). Debu-debu tersebut bisa masuk ke dalam tubuh lewat buah dengan melalui pori-pori kulit pada buah ataupun pernafasan. Meski dalam jumlah kecil, partikel tersebut bisa menimbulkan keracunan. Lewat bermacam cara antara lain lewat saluran pernafasan (inhalasi), saluran pencernaan (oral), ataupun kontak kulit (dermal) timbal bisa masuk ke tubuh. Timbal yang terhirup serta masuk lewat sistem pernafasan hendak turut tersebar bersama darah ke seluruh jaringan serta organ tubuh, berikutnya akan mengendap di dalam darah. Penumpukan timbal dalam darah akan menimbulkan bermacam penyakit buruk. Timbal memiliki dampak toksik yang luas pada manusia serta bisa mengganggu sistem syaraf, saluran pencernaan, menurunkan fertilitas, serta bisa mengganggu fungsi ginjal (Kasanah et al., 2016). Gangguan kesehatan lainnya yang ditimbulkan akibat paparan atau masuknya logam berat ke tubuh dengan keracunan akut akibat toksisitas logam berat timbal yaitu dapat menyebabkan hilangnya nafsu makan, sakit kepala, hipertensi, nyeri perut, gangguan fungsi ginjal, kelelahan, sulit tidur, arthritis, halusinasi dan vertigo. Paparan logam berat Timbal (Pb) pada pekerja industri bahkan akan berdampak sampai menyebabkan kematian karena paparan tersebut (Adhani & Husaini, 2017).

2.4 Destruksi Basah (*Refluks*)

Destruksi merupakan suatu perlakuan pemecahan senyawa menjadi unsur-unsurnya sehingga dapat dianalisis. Istilah destruksi ini disebut juga perombakan, yaitu dari bentuk organik logam menjadi bentuk logam-logam anorganik. Pada dasarnya ada dua jenis destruksi yang dikenal dalam ilmu kimia yaitu destruksi basah (oksida basah) dan destruksi kering (oksida kering). Kedua destruksi ini memiliki teknik pengerjaan dan lama pemanasan atau pendestruksian yang berbeda (Kristianingrum, 2012). Kedua destruksi tersebut masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan. Destruksi basah adalah perombakan sampel dengan asam-asam kuat baik tunggal maupun campuran, kemudian dioksidasi dengan menggunakan zat oksidator. Pelarut-pelarut yang dapat digunakan untuk destruksi basah antara lain asam nitrat (HNO_3), asam sulfat (H_2SO_4), asam perklorat (HClO_4), dan asam klorida (HCl) (A. Rahayu, 2020). 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 400-800oC, tetapi suhu ini sangat tergantung pada jenis sampel yang akan dianalisis (Abata & Ogunkalu, 2019).

Menurut Habibi (2020) penentuan logam timbal (pb) dan kadmium (cd) dalam tanaman rumput. Metode yang disarankan adalah metode destruksi kering daripada destruksi basah karena pada destruksi kering didapatkan senyawa yang murni dan pada hasil dengan metode destruksi kering seluruh parameter yang dipersyaratkan dalam jaminan mutu sudah sesuai dengan SNI. Sedangkan menurut Ubaydillah (2021) diperoleh dalam destruksi basah, bahan organik diuraikan dalam larutan asam pengoksidasi pekat dan panas memiliki akurasi, presisi dan *recovery* yang baik dibandingkan dengan destruksi kering. Penelitian lain yang dilakukan oleh Sri Asmorowati (2020) tentang analisis timbal dalam tanah diperoleh destruksi basah lebih baik dibandingkan dengan destruksi kering karena memiliki nilai % *recovery* mendekati nilai 100%.

Destruksi basah tertutup (*refluks*) merupakan metode destruksi basah yang paling direkomendasikan untuk analisis logam berat. Kesempurnaan destruksi ditandai dengan diperolehnya larutan jernih pada larutan destruksi yang menunjukkan bahwa semua konstituen yang ada telah larut sempurna atau perombakan senyawa-senyawa organik telah berjalan dengan baik (Kristianingrum, 2012). Kelebihan dari metode ini diantaranya adalah meminimalisir kehilangan analit berupa logam yang volatil, sehingga dengan sistem tertutup dapat memaksimalkan proses destruksi (Hidayat, 2016). Resti (2016) menyatakan bahwa metode destruksi terbaik untuk analisis logam berat pada daun bayam adalah menggunakan destruksi basah tertutup (*refluks*), dengan konsentrasi sebesar 0,507 mg/Kg.

2.5 Larutan Pendestruksi

Pemilihan dan penambahan zat pengoksidasi yang terbaik dalam destruksi digunakan untuk logam berat timbal (Pb) bertujuan untuk mempercepat proses destruksi. Jika zat pengoksidasi yang digunakan adalah yang terbaik, maka kandungan logam berat timbal (Pb) dalam sampel akan maksimal saat dianalisis. Karena keduanya dapat mempengaruhi hasil logam berat pada sampel yang dianalisis (Azizah, 2012).

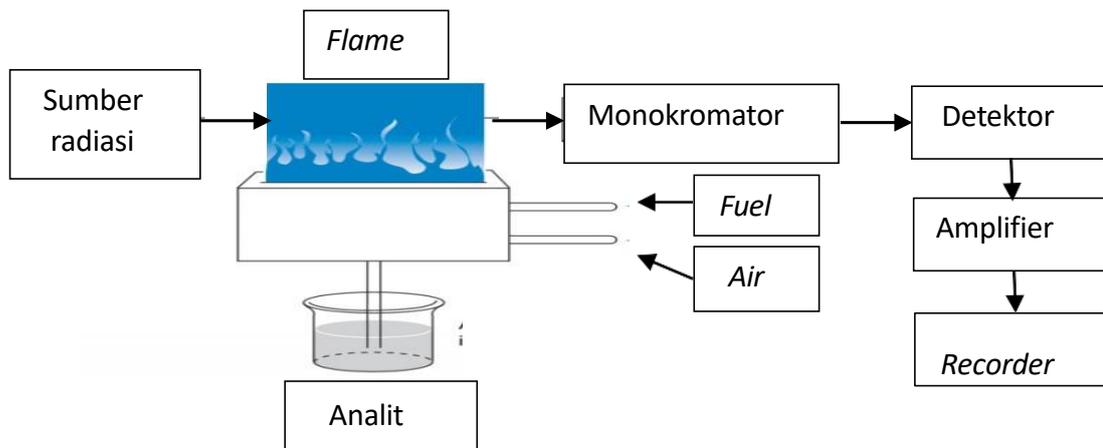
Penggunaan zat pengoksidasi campuran dianggap lebih efektif daripada hanya menggunakan zat pengoksidasi tunggal. Karena zat pengoksidasi campuran lebih mudah mengabsorpsi sampel serta memutus ikatan-ikatan senyawa organik yang terdapat dalam sampel. Eliyana (2018) melakukan penelitian analisis logam berat pada buah pare menggunakan variasi zat pengoksidasi HNO₃ p.a + HCl p.a (1:1), HNO₃ p.a + HCl p.a (3:1), HNO₃ p.a + HCl p.a (6:1) diperoleh kadar logam timbal sebesar 6,322 mg/Kg. sehingga didapatkan komposisi zat pengoksidasi campuran terbaik HNO₃ p.a + HCl p.a (1:1). Wisnawa (2016) melakukan penelitian kadar logam berat Pb dan Cu pada buah stroberi dengan zat pengoksidasi HNO₃ p.a + HCl p.a (3:1) diperoleh kadar logam timbal sebesar 2,5903-9,2019 mg/Kg. Dea Parmana (2023) melakukan penelitian analisis logam berat pada tomat dengan zat pengoksidasi HNO₃ p.a + HCl p.a (3:1) diperoleh kadar logam timbal berturut-turut sebesar 1,3 mg/Kg; 1,2 mg/Kg; 1,62 mg/Kg; 1,04 mg/Kg. Campuran zat pengoksidasi HNO₃ dan HCl

bertujuan untuk meningkatkan kekuatan asam, dimana penambahan HNO_3 bertujuan untuk memutus ikatan senyawa kompleks dengan logam dan menjadi pengoksidasi utama yang paling efektif dan paling sering digunakan dalam destruksi basah karena larutan asam nitrat sendiri sukar menguap, sedangkan HCl untuk memaksimalkan pemutusan logam yang berada dalam sampel (Hidayat, 2016).

2.6 Spektroskopi Serapan Atom

Spektroskopi serapan atom adalah instrumen dalam kimia analisis yang menggunakan prinsip energi yang diserap atom. Atom yang menyerap radiasi akan menimbulkan keadaan energi elektronik tereksitasi. Spektro fotometer Serapan Atom digunakan untuk menganalisis konsentrasi analit dalam sampel. Elektron pada atom akan tereksitasi pada orbital yang lebih tinggi dalam waktu singkat dengan menyerap energi (radiasi pada panjang gelombang tertentu). AAS ini banyak digunakan untuk pengujian 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 et al., 2021).

Alat Spektroskopi Serapan Atom (SSA) memiliki skema umum sebagai berikut (Sugito & Setiawan, 2022):



Gambar 2.3 Komponen Spektrofotometri Serapan Atom (Harris, 2010)

1. Lampu Katoda

Lampu katoda merupakan cahaya pada AAS yang memiliki masa pakai selama 1000 jam. Lampu katoda pada setiap unsur yang akan diuji berbeda-beda tergantung unsur yang akan diuji. Lampu katoda terbagi menjadi 2 macam yaitu:

- a. Lampu katoda monologam: digunakan untuk mengukur satu unsur.
- b. Lampu katoda multilogam: digunakan untuk pengukuran beberapa logam sekaligus.

2. Tabung Gas

Tabung gas pada AAS yang digunakan merupakan tabung gas yang berisi gasasetilen. Gas asetilen pada AAS memiliki kisaran suhu kurang lebih 20.000 K. regulator pada tabung gas asetilen berfungsi untuk pengaturan banyaknya gas yang akan dikeluarkan dan gas yang berada di dalam tabung. Speedometer pada bagian kanan regulator merupakan pengatur tekanan yang berada didalam tabung. Gas ini merupakan bahan bakar dalam AAS.

3. Burner

Burner merupakan bagian paling terpenting didalam main unit. Burner berfungsi sebagai tempat pencampuran gas asetilen dan aquabides, agar tercampur merata dan dapat terbakar pada pemantik api secara baik dan merata.

4. Monokromator

Berkas cahaya dari lampu katoda berongga akan dilewatkan melalui celah sempit dan difokuskan menggunakan cermin menuju monokromator. Monokromator dalam AAS akan memisahkan, mengisolasi dan mengontrol intensitas energi yang diteruskan ke detector.

5. Detektor

Detektor merupakan alat yang mengubah energi cahaya menjadi energi listrik, yang memberikan suatu isyarat listrik berhubungan dengan daya radiasi yang diserap oleh permukaan yang peka. Fungsi detector adalah mengubah energi sinar menjadi energi listrik, dimana energi listrik yang dihasilkan digunakan untuk mendapatkan data.

6. Sistem pembacaan

Sistem pembaca berfungsi untuk menampilkan suatu angka atau gambar yang dapat dilihat oleh mata.

Menurut Siddique & Mujeeb (2013) parameter yang harus diperhatikan dalam analisis logam berat yaitu:

Tabel 2.1 Parameter dalam analisis logam berat

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

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 (Gandjar & 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 daripada 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 pengerjaan 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 Two 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 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 Anova (Resti, 2016).

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

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

Jika % *recovery* yang lebih besar dari 100% atau hasil pengukuran lebih besar dari konsentrasi sebenarnya dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Faktor pertama adalah ketidakpastian. Penyebab ketidakpastian dalam penelitian kurva standar ini adalah adanya ketidakpastian dalam kalibrasi baik dalam penggunaan alat maupun dalam pembacaan sekala. Selain itu faktor temperatur juga ikut berperan dalam kesalahan kalibrasi sehingga menyebabkan adanya ketidakpastian baku (Resti, 2016).

Faktor-faktor yang mempengaruhi ketidaktepatan dan ketidaktelitian dalam pengukuran adalah (Kartikasari, 2016):

- 1) Penimbangan yang tidak benar, demikian juga pemindahan analit dan baku yang tidak sesuai.
- 2) Ekstraksi analit dari suatu matriks yang tidak efisien.

- 3) Penggunaan buret, pipet, dan labu takar yang tidak benar.
- 4) Pengukuran menggunakan alat yang tidak terkalibrasi.
- 5) Kegagalan dalam melakukan analisis blanko.
- 6) Pemilihan kondisi pengukuran yang menyebabkan kerusakan analit.
- 7) Kegagalan untuk menghilangkan gangguan oleh bahan tambahan dalam pengukuran analit.

2.9 Makanan Halal dan *Tayyib* dalam Perspektif Islam

Seorang muslim yang baik adalah makan-makanan yang halal dan baik, adapun kriteria makanan halal dan *tayyib* ditinjau dari zat, cara memperoleh dan mengolahnya serta bagaimana cara menyajikan (Nasution & Nasution, 2023). Makanan yang baik adalah makanan yang mempunyai manfaat terhadap tubuh seperti halnya buah pir yang memiliki kandungan kaya akan serat, vitamin C dan flavonoid untuk membantu proses pencernaan, mencegah sembelit dan kesehatan usus, serta menurunkan resiko penyakit jantung (SYARIF, 2021). Hal tersebut selaras dengan firman Allah surat Abasa ayat 24-32.

فَلْيَنْظُرِ الْإِنْسَانُ إِلَى طَعَامِهِ أَنَا صَبَبْنَا الْمَاءَ صَبًّا ثُمَّ شَقَقْنَا الْأَرْضَ شَقًّا فَأَنْبَتْنَا فِيهَا حَبًّا وَعَنْبًا وَقَضَبًا وَزَيْتُونًا وَخَلًّا وَحَدَائِقَ عُلبًا
وَفَاكِهَةً وَأَبًّا مَتَاعًا لَكُمْ وَلَا نَعَامِكُمْ

Artinya: “Maka hendaklah manusia itu memperhatikan makanannya. Kamilah yang telah mencurahkan air melimpah (dari langit), kemudian Kami belah bumi dengan sebaik-baiknya, lalu di sana Kami tumbuhkan biji-bijian, dan anggur dan sayur-sayuran, dan zaitun dan pohon kurma, dan kebun-kebun (yang) rindang, dan buah-buahan serta rerumputan. (Semua itu) untuk kesenanganmu dan untuk hewan-hewan ternakmu.”

Berdasarkan ayat diatas dijelaskan bahwa pada dasarnya sumber makanan yang berasal dari tumubuhan itu halal, hal tersebut dapat ditinjau dari segi zatnya, dimana buah pir merupakan buah yang halal dan *tayyib* untuk dikonsumsi karena memiliki banyak kandungan gizi dan manfaat bagi tubuh seperti mengendalikan tekanan darah, mencegah penyakit jantung, mengurangi pengerasan pembuluh darah, mencegah tulang mengalami *osteoporosis*, mengobati kanker tanpa membahayakan sel-sel sehat, mencegah penyakit sitokin dan mencegah penuaan dini (Hakimah, 2010). Hal tersebut selaras dengan hadist sebagai berikut:

عَنْ أَبِي هُرَيْرَةَ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ قَالَ: قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ: “إِنَّ اللَّهَ طَيِّبٌ لَا يَقْبَلُ إِلَّا طَيِّبًا، وَإِنَّ اللَّهَ أَمَرَ الْمُؤْمِنِينَ بِمَا أَمَرَ بِهِ الْمُرْسَلِينَ فَقَالَ تَعَالَى: “يَا أَيُّهَا الرُّسُلُ كُلُوا مِنَ الطَّيِّبَاتِ وَاعْمَلُوا صَالِحًا”، وَقَالَ تَعَالَى: “يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا، كُلُوا مِنْ طَيِّبَاتِ مَا رَزَقْنَاكُمْ” ثُمَّ ذَكَرَ الرَّجُلُ يُطِيلُ السَّفَرَ أَشْعَثَ أَغْبَرَ يَمُدُّ يَدَيْهِ إِلَى السَّمَاءِ: يَا رَبِّ! يَا رَبِّ! وَمَطْعَمُهُ حَرَامٌ، وَمَشْرَبُهُ حَرَامٌ، وَمَلْبَسُهُ حَرَامٌ، وَعُدْيَتِي بِالْحَرَامِ، فَأَنَّى يُسْتَجَابَ لَهُ؟” رواه مسلم

Dari Abu Hurairah radhiallahuanhu dia berkata: Rasulullah Shallallahu'alaihi wasallam bersabda: Sesungguhnya Allah ta'ala itu baik, tidak menerima kecuali yang baik. Dan sesungguhnya Allah memerintahkan orang beriman sebagaimana dia memerintahkan para rasul-Nya dengan firmanNya: Wahai Para Rasul makanlah yang baik-baik dan beramal shalihlah. Dan Dia berfirman: Wahai orang-orang yang beriman makanlah yang baik-baik dari apa yang Kami rizkikan kepada kalian. Kemudian beliau menyebutkan ada seseorang melakukan perjalanan jauh dalam keadaan kumal dan berdebu. Dia memanjatkan kedua tangannya ke langit seraya berkata: Yaa Robbku, Ya Robbku, padahal makanannya haram, minumannya haram, pakaiannya haram dan kebutuhannya dipenuhi dari sesuatu yang haram, maka (jika begitu keadaannya) bagaimana doanya akan dikabulkan. (HR. Muslim).

Maksud dari hadits tersebut adalah bahwa salah satu kriteria sesuatu dikategorikan halal adalah sesuatu tersebut baik. Mengonsumsi dan menggunakan barang-barang yang baik dan halal adalah penyebab dikabulkannya keinginan-keinginan kita dan diangkatnya amalan-amalan kita, sebab Allah Swt selamanya tidak akan menyatukan yang baik dan yang jelek, walaupun kebanyakan manusia lebih cenderung kepada yang jelek-jelek. Maka dari itu makanan yang masuk dalam tubuh kita juga harus dipastikan baik, bersih dan halal seperti buah pir, agar makanan yang ada dalam tubuh menjadi berkah dan mudah nya keinginan kita dikabulkan. selain itu memakan makanan yang halal bersih dan bagus niscaya akan membantu meningkatkan kesehatan tubuh. Karena setiap makanan memberikan manfaat sendiri dalam pemenuhan gizi pada tubuh. Hindari makanan yang buruk seperti makan buah pir yang telah tercemar oleh logam berat timbal (Pb) yang melebihi ambang batas dapat menyebabkan penyakit dan merusak tubuh. Sehingga buah pir tersebut dapat keluar dari kategori makanan yang *tayyib* karena dampak dari adanya seyawa logam berat timbal (Pb) yang melebihi ambang batas yang sudah ditentukan BPOM Nomor HK.00.06.1.52.4011 sebesar 0,5 mg/Kg menjadikan buah tersebut berbahaya jika dikonsumsi oleh manusia. Seperti terkena penyakit sakit kepala, nyeri perut, kelelahan, sulit tidur dan vertigo (Adhani & Husaini, 2017).

Berdasarkan penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa pada dasarnya sumber makanan yang bersal dari tumbuhan itu halal, karena diperbolehkan oleh syari'at untuk dikonsumsi. Namun makanan tersebut dapat dikatakan haram dan tidak *tayyib* apabila mengandung unsur logam timbal (Pb) yang melebihi ambang batas yang telah ditentukan. Hal tersebut sesuai dengan ajaran syari'at islam bahwa sesuatu yang berlebihan itu tidak baik dan akan mendatangkan mudharat bagi kesehatan jasmani, moral dan akal.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari-Maret 2024 di Laboratorium Kimia Analitik Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu seperangkat alat gelas, pisau, neraca analitik, lemari asam, mortar dan alu, botol vial, kertas label, kertas saring whatman no. 42, seperangkat alat refluks, dan seperangkat alat instrumen Spektroskopi Serapan Atom (SSA) Varian AA 420.

3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pir (*pyrus pyrifolia*) dan (*pyrus bretschneideri*), HNO₃ 65% (Merck p.a), HCl 37% (Merck p.a), larutan standar Pb 1000 ppm dan aquades.

3.3 Rancangan Penelitian

Jenis penelitian yang dilaksanakan adalah experimental laboratory, sampel yang digunakan adalah buah pir (*pyrus pyrifolia*) dan (*pyrus bretschneideri*), pengambilan sampel masing-masing sebanyak 2 sampel dengan 10 titik sampling toko buah dan supermarket yang berbeda daerah Kota Malang. Perlakuan dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan sehingga jumlah perlakuan sebanyak 60 sampel. Kemudian data dianalisis dengan menggunakan Metode Uji Varian *Two Way* ANOVA. Kadar Pb dianalisis dengan menggunakan destruksi basah tertutup (refluks) secara spektroskopi Serapan Atom (SSA) dengan menggunakan zat pengoksidasi terbaik yaitu HNO₃_{p.a} dan HCl_{p.a} (3:1)

3.4 Tahapan Penelitian

1. Pengambilan sampel
2. Pengaturan alat Spektroskopi Serapan Atom (SSA)
3. Pembuatan kurva standar timbal (Pb)
4. Preparasi sampel
5. Penentuan kadar logam timbal (Pb) dalam sampel buah pir
6. Analisis data

3.5 Cara Kerja

3.5.1 Pengambilan dan Preparasi Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah pir (*pyrus pyrifolia*) dan (*pyrus bretschneideri*) yang diambil dari 10 titik toko buah yang berada dipinggir jalan dan supermarket daerah Kecamatan Blimbing, Sukun, Klojen, Kedungkandang dan Lowokwaru. Alasan dipilih 10 titik sampling tersebut diduga memiliki cemaran kadar logam berat timbal (Pb). Masing-masing dari 10 titik sampling tersebut diambil buah pir dengan jenis (*pyrus pyrifolia*) dan (*pyrus bretschneideri*) dengan ukuran yang sama ± 240 g. Alasan pemilihan buah dengan jenis tersebut karena lebih sering di konsumsi oleh masyarakat dan mudah ditemukan di segala musim daripada jenis buah yang lainnya. Kemudian buah pir dimasukkan dalam kantong kresek dan diberi label pada masing-masing kantong. Preparasi sampel dilakukan dengan dipotong kecil-kecil dan dihaluskan dengan mortar dan alu. Setelah itu ditimbang dan dicatat berat masing-masing sampel, kemudian sampel siap untuk dianalisis dan dilakukan 3 kali pengulangan.

3.5.2 Pengaturan Alat Spektroskopi Serapan Atom (SSA)

Pengaturan alat Spektroskopi Serapan Atom varian Spectra AA 240 meliputi panjang gelombang 283,3 nm, laju alir asetilen 2,0 L/menit, laju alir udara pada 10,0 L/menit, lebar celah 0,5 nm dan diatur kuat arus HCl 10 mA, lampu katoda Pb (Gandjar & Rohman, 2007).

3.5.3 Pembuatan Kurva Standar Timbal (Pb)

Larutan baku standar (PbNO_3) 10 ppm dibuat dari larutan stok Pb 1000 ppm dengan cara diambil sebanyak 1 mL dan diencerkan dengan HNO_3 0,5 M dalam labu ukur 100 mL, kemudian ditanda bataskan. Untuk membuat larutan standar Pb 0; 0,02 ppm; 0,04 ppm; 0,1 ppm; 0,2 ppm; 0,4 ppm; 0,8 ppm dan 1,4 ppm. Diambil 0 mL, 0,1 mL, 0,2 mL, 0,5 mL, 1 mL, 2 mL, 4 mL dan 7 mL larutan baku standar 10 ppm dan dimasukkan dalam labu ukur 50 mL, kemudian diencerkan dengan HNO_3 0,5 M dan ditanda bataskan. Lalu dianalisis dengan Spektroskopi Serapan Atom pada panjang gelombang 283,3 nm (Gandjar & Rohman, 2007).

3.5.4 Penentuan Kadar Logam Timbal (Pb) dalam Buah Pir

Prosedur kerja yang dilakukan adalah pertama ditimbang sampel yang sudah di preparasi sebanyak 2 g, dimasukkan dalam labu alas bulat, kemudian ditambahkan zat pengoksidasi terbaik yaitu HNO_3 p.a dan HCl p.a (3:1) sebanyak 20 mL. Hasil zat pengoksidasi tersebut didapatkan dari hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Dea Parmana (2023). Kemudian didestruksi dengan refluks pada suhu 100°C selama 3 jam hingga larutan berwarna bening. Setelah proses destruksi selesai, larutan hasil destruksi didinginkan hingga suhu ruang. Kemudian larutan hasil destruksi disaring dengan kertas *Whatman* No. 42. Selanjutnya filtrat diencerkan dengan HNO_3 0,5 M hingga tanda batas dan ditentukan

konsentrasi Pb dengan menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA) dengan panjang gelombang 283,3 nm. Dilakukan tiga kali pengulangan seperti pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Hasil analisis kadar logam berat timbal (Pb) pada buah pir jenis (*pyrus pyrifolia*) yang dijual dipinggir jalan dan supermarket daerah Kota Malang.

Lokasi Pengambilan Sampel	Ulangan	Analisis Kadar Logam Timbal (Pb)	
		<i>Pyrus pyrifolia</i>	<i>Pyrus bretschneideri</i>
Pinggir Jalan Kecamatan Blimbing	I		
	II		
	III		
Pinggir Jalan Kecamatan Sukun	I		
	II		
	III		
Pinggir Jalan Kecamatan Lowokwaru	I		
	II		
	III		
Pinggir Jalan Kecamatan Klojen	I		
	II		
	III		
Pinggir Jalan Kecamatan Kedungkandang	I		
	II		
	III		
Supermarket Kecamatan Blimbing	I		
	II		
	III		
Supermarket Kecamatan Sukun	I		
	II		
	III		
Supermarket Kecamatan Lowokwaru	I		
	II		
	III		
Supermarket Kecamatan Klojen	I		
	II		
	III		
Supermarket Kecamatan Kedungkandang	I		
	II		
	III		

3.5.5 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 dalam sampel dapat diketahui dengan memasukkan kedalam persamaan regresi linier dengan menggunakan hukum *Lambert Beer*, yaitu:

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

Dimana:

Y = Absorbansi sampel

x = Konsentrasi sampel

a = Slope atau kemiringan

b = Intersep atau perpotongan terhadap nilai Y

Nilai akurasi didapatkan dengan cara menghitung persen recovery menggunakan persamaan persen recovery (Skoog, 2002)

$$\% \text{ Recovery} = \frac{\text{hasil analisis}}{\text{nilai sebenarnya}} \times 100\% \dots\dots\dots (3.2)$$

Berdasarkan perhitungan regresi linier, maka dapat diketahui nilai kadar logam yang sebenarnya dalam sampel buah pir dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar logam (Pb) (mg/Kg)} = \frac{bxV}{W} \dots\dots\dots (3.3)$$

Dimana:

b = Konsentrasi yang terbaca instrumen (mg/L)

V = Volume larutan (L)

W = Berat sampel (Kg)

3.5.6 *Limit of Detection (LoD)*

Limit of detection (LoD) adalah konsentrasi analit terendah dalam sampel yang masih dapat dideteksi pada saat pengukuran (Kruve et al., 2015). Terdapat beberapa pendekatan yang dapat digunakan dalam pengukuran nilai LoD diantaranya adalah dengan berdasarkan evaluasi visual, berdasarkan *signal to noise* dan berdasarkan standar deviasi respon dan nilai *slope*. Nilai LoD dari pendekatan berdasarkan standar deviasi respon dari nilai *slope* didapatkan menggunakan rumus persamaan 3.4.

$$\text{LoD} = \frac{3 \times \text{SD } x/y}{a} \dots\dots\dots (3.4)$$

Dimana:

SD = Standar deviasi nilai absorbansi hasil pengukuran

A = *Slope*

3.5.7 *Limit of Quantitation (LoQ)*

Limit of quantitation (LoQ) adalah konsentrasi analit terkecil dalam sampel yang dapat memenuhi kriteria presisi dan akurasi (Kruve et al., 2015). Terdapat beberapa pendekatan yang dapat digunakan dalam pengukuran nilai LoQ diantaranya adalah dengan berdasarkan evaluasi visual, berdasarkan *signal to noise* dan berdasarkan standar deviasi respon dan nilai *slope*. Metode yang sering digunakan adalah menentukan kadar sampel yang menghasilkan rasio *signal to noise* 3:1 untuk LoD dan 10:1 untuk LoQ. Nilai LoQ dari pendekatan berdasarkan standar deviasi respon dari nilai *slope* didapatkan menggunakan rumus persamaan 3.5.

$$\text{LoQ} = \frac{10 \times \text{SD } x/y}{a} \dots\dots\dots (3.5)$$

Dimana:

SD = Standar deviasi nilai absorbansi hasil pengukuran

A = *Slope*

3.5.8 Analisis Two Way Anova

Analisis data dilakukan dengan menggunakan metode *two way* ANOVA untuk mengetahui apakah dengan menggunakan variasi tempat sampling dan jenis buah memiliki pengaruh dalam pembacaan konsentrasi logam timbal (Pb) dalam buah pir dengan kesimpulan sebagai berikut:

1. Jika H_0 ditolak, maka ada pengaruh variasi tempat sampling dan jenis buah terhadap kadar logam timbal (Pb).
2. Jika H_0 diterima, maka tidak ada pengaruh variasi tempat sampling dan jenis buah terhadap kadar logam timbal (Pb).

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian yang telah dilakukan dengan judul “Analisis Logam Berat Timbal (Pb) Buah Pir Daerah Kota Malang dengan Metode Spektroskopi Serapan Atom (SSA). Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kandungan logam pb pada buah pir (*pyrus pyrifolia*) dan (*pyrus bretschneideri*) yang dijual dipinggir jalan dan supermarket daerah Kota Malang. Sedangkan tahapan yang dilakukan pada penelitian ini meliputi pengambilan sampel, pengaturan alat spektroskopi serapan atom (SSA), pembuatan kurva standar timbal (Pb), preparasi sampel, penentuan kadar logam timbal (Pb) pada sampel buah pir dan analisis data dengan metode uji varian *Two Way ANOVA*.

4.1 Pengambilan Sampel Buah Pir di Kota Malang

Pengambilan sampel dilakukan dengan metode *simple random* sampling. Metode *simple random* sampling adalah metode pemilihan sampel dimana setiap individu dalam populasi memiliki kesempatan yang sama untuk terpilih. Sampel yang digunakan dalam penelitian yaitu buah pir (*pyrus pyrifolia*) dan (*pyrus bretschneideri*) yang dijual dipinggir jalan dan supermarket daerah Kota Malang. Buah pir (*pyrus pyrifolia*) dan (*pyrus bretschneideri*) memiliki perbedaan dalam hal bentuk, tekstur dan rasa. *Pyrus pyrifolia* umumnya memiliki bentuk yang lebih bulat dengan kulit sedikit halus berwarna kuning cerah, tekstur yang renyah, rasa yang manis serta mengandung kadar air yang tinggi. Sedangkan *pyrus bretschneideri* cenderung memiliki bentuk yang lebih lonjong dengan kulit lebih kasar berwarna kuning pucat, tekstur yang renyah, rasa yang lebih seimbang antara manis dan asam serta mengandung sedikit air.



(a)



(b)

Gambar 4.1 *Pyrus Bretschneideri* (a) dan *Pyrus Pyrifolia* (b).

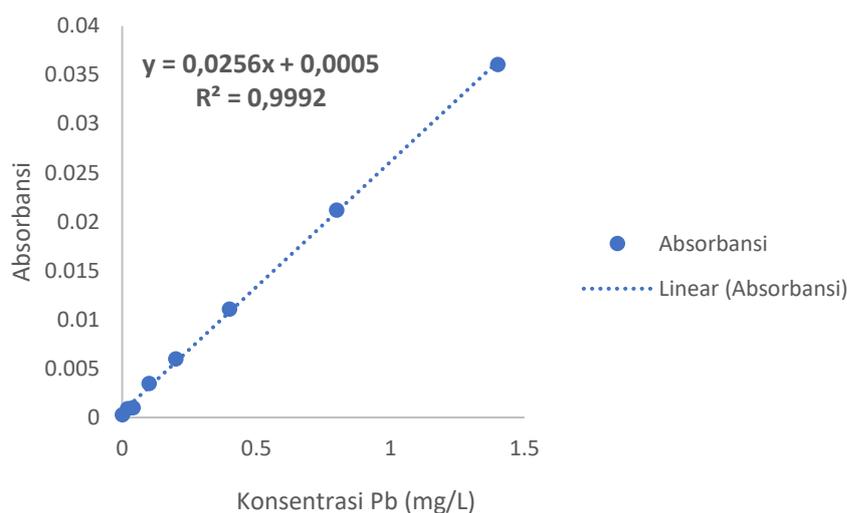
Pengambilan sampel dilakukan di 10 titik yaitu pinggir jalan dan supermarket daerah Kecamatan Blimbing, Sukun, Lowokwaru, Klojen dan Kedungkandang. Pemilihan sampel baik pinggir jalan dan supermarket dilakukan berdasarkan sumber pencemaran. Dimana dari

beberapa Kecamatan tersebut memiliki perbedaan pencemaran. Dalam hal kepadatan lalu lintas, Kecamatan Klojen merupakan Kecamatan yang memiliki tingkat kepadatan lalu lintas yang tinggi, kemudian diikuti dengan Kecamatan Sukun, Lowokwaru, Blimbing dan Kecamatan Kedungkandang merupakan Kecamatan dengan tingkat kepadatan lalu lintas yang cukup rendah.

Proses pengambilan sampel buah pir dilakukan pada setiap titik sampling dengan diambil buah sebanyak 3 buah baik (*pyrus pyrifolia*) dan (*pyrus bretschneideri*). Sehingga setiap titik sampling baik pinggir jalan dan supermarket masing-masing terdapat 6 buah pir dan setiap Kecamatan diperoleh 12 buah pir dengan berat masing-masing ± 250 g. Peralatan yang digunakan untuk pengambilan sampel buah pir adalah kresek dan spidol. kresek digunakan untuk wadah sampel buah pir dan spidol digunakan untuk menandai buah pir dari setiap titik sampling baik pinggir jalan dan supermarket.

4.2 Pembuatan Kurva Standar Timbal (Pb)

Pembuatan larutan standar timbal (Pb) 10 ppm dilakukan dengan cara dipipet 1 mL larutan stok 1000 ppm kedalam labu ukur 100 mL dan ditanda bataskan menggunakan HNO_3 0,5 M. 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 standar 10 ppm sebanyak 0 mL, 0,1 mL, 0,2 mL, 0,5 mL, 1 mL, 2 mL, 4 mL dan 7 mL kedalam labu ukur 50 mL dan diencerkan dengan HNO_3 0,5 M dan ditanda bataskan. 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 dapat terbaca pada instrumen berada diantara 0 ppm – 1,4 ppm (Gandjar & Rohman, 2007). Larutan standar yang telah dibuat kemudian dianalisis menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA) dengan panjang gelombang 283,3 nm. Data yang diperoleh adalah konsentrasi dan absorbansi, dimana konsentrasi dan absorbansi akan menghasilkan persamaan regresi linier $y = ax + b$. Sehingga dapat diperoleh persamaan regresi linier pada Gambar 4.1.



Gambar 4.2 Kurva standar logam timbal (Pb)

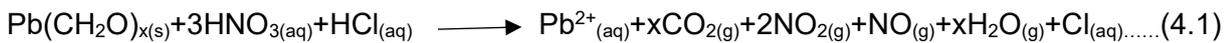
Berdasarkan kurva diatas, diperoleh persamaan regresi linier $y = 0.0256x + 0.0005$ dan nilai R^2 sebesar 0.9992. Hal ini menunjukkan bahwa metode memiliki tingkat linearitas yang baik pada rentang konsentrasi 0 -1,4 mg/L. Nilai slope dan intersep yang diperoleh dari kurva standar adalah 0.0256 dan 0.0005. Nilai slope yang diperoleh dari hasil perhitungan menunjukkan sensitivitas dari suatu metode maka nilai dari koefisien korelasi akan mendekati 1 karena sensitivitas menunjukkan antara perubahan respon alat ukur dengan perubahan konsentrasi analit yang terukur yang ditentukan oleh kemiringan kurva (Kuntari et al., 2017).

Limit of Detection merupakan konsentrasi terendah dalam sampel yang masih dapat dideteksi, namun tidak harus dikuantifikasi dan memberikan respon signifikan dibandingkan dengan blanko (Ratnawati, 2019). Penetapan nilai LOD dilakukan dengan cara pembuatan larutan standar dengan konsentrasi 0 ppm, 0,02 ppm; 0,04 ppm; 0,1 ppm; 0,2 ppm; 0,4 ppm; 0,8 ppm; 1,4 ppm. Berdasarkan hasil pengukuran LOD didapatkan nilai sebesar 0,0478 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa metode ini mampu mendeteksi konsentrasi logam timbal (Pb) sebesar 0,0442 mg/L. Apabila konsentrasi sampel berada dibawah 0,0442 mg/L, maka sinyal yang ditangkap oleh alat AAS berasal dari pengganggu (*noise*) dan tidak dipercaya sebagai analit.

Limit of Quantitation merupakan konsentrasi analit terendah dalam sampel yang dapat ditentukan dengan presisi dan akurasi (Ratnawati, 2019). Penetapan nilai LoQ dilakukan dengan cara pembuatan larutan standar dengan konsentrasi 0 ppm, 0,02 ppm; 0,04 ppm; 0,1 ppm; 0,2 ppm; 0,4 ppm; 0,8 ppm; 1,4 ppm. Berdasarkan hasil pengukuran LoQ didapatkan nilai sebesar 0,1594 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi logam timbal (Pb) yang masih bisa dikuantifikasi secara presisi adalah diatas 0,1476 mg/L. Dari hasil perhitungan nilai LoQ dapat dikatakan baik karena hasil analisis sampel memiliki konsentrasi berada diatas nilai LoQ, sehingga dapat diterima dalam akurasi dan presisi.

4.3 Penentuan Kadar Logam Timbal (Pb) dalam Sampel Buah Pir

Penentuan kadar logam timbal pada sampel buah pir dengan variasi jenis buah dan titik sampling dilakukan dengan metode destruksi basah tertutup (*Refluks*). Sampel yang digunakan adalah buah pir (*pyrus pyrifolis*) dan (*pyrus bretschneideri*) yang diambil secara acak dari 5 lokasi yang berbeda di Kota Malang. Sampel buah pir yang diambil untuk dilakukan destruksi adalah bagian kulit dan daging buahnya. Kemudian sampel dihaluskan dengan mortar dan alu, kemudian ditimbang sampel sebanyak 2 g dan masing-masing ditambahkan zat pengoksidasi yaitu HNO₃ dan HCl sebanyak 20 mL dengan perbandingan 3:1. Adapun reaksi yang terjadi antara senyawa organik dengan zat pengoksidasi adalah sebagai berikut:



Pada persamaan 4.1 (CH₂O)_x dianggap sebagai senyawa organik yang berada pada sampel buah pir yang akan terdekomposisi oleh HNO₃ menghasilkan CO₂ dan H₂O. Pada saat proses destruksi terjadi perubahan warna dari coklat menjadi kuning bening. Sedangkan gas NO₂ terbentuk dengan ditandai adanya uap gas berwarna coklat kemerahan, dimana gas NO yang diuapkan dari larutan akan bereaksi dengan oksigen akan membentuk NO₂. Proses dekomposisi tersebut menyebabkan terputusnya ikatan logam timbal dari senyawa organik sampel, selanjutnya diubah menjadi Pb(NO₃)₂. Penambahan HNO₃ bertujuan untuk memutuskan ikatan senyawa organik dengan logam dan berfungsi sebagai pengoksidasi utama karena dapat melarutkan logam dengan baik. Sedangkan penambahan HCl berfungsi sebagai oksidator yang baik sehingga dapat memaksimalkan proses destruksi (Wardani et al., 2020). Adapun proses pembentukan gas NO₂ adalah sebagai berikut:



Proses destruksi dengan suhu 100°C selama ± 3 jam dapat dihentikan apabila larutan sudah berubah warna menjadi kuning bening yang menandakan bahwa ikatan logam pada sampel dengan senyawa organik sudah terputus. Setelah itu, larutan didiamkan pada suhu kamar dan disaring menggunakan kertas whatman No. 42 bertujuan agar tidak ada pengotor yang tertinggal dalam sampel sehingga mengakibatkan pembacaan instrumen kurang optimal dan menyumbat pipa kapiler. Selanjutnya diencerkan menggunakan HNO₃ 0,5 M ke dalam labu ukur 20 mL hingga tanda batas dan dihomogenkan. Larutan hasil destruksi dianalisis menggunakan AAS dengan panjang gelombang 283,3 nm.

Persamaan 4.2 menunjukkan $Pb(NO_3)_{2(aq)}$ berubah menjadi $Pb(NO_3)_{2(s)}$ setelah masuk dalam nebulizer. Hal tersebut dapat terjadi karena dalam nebulizer $Pb(NO_3)_{2(aq)}$ akan dikabutkan menjadi partikel butiran yang halus atau dapat disebut aerosol. Selanjutnya, pada persamaan 4.3 analit akan dibawa naik dalam burner, dimana dalam proses tersebut terjadi proses penguraian $Pb(NO_3)_{2(s)}$ menjadi $Pb^{2+}_{(aq)} + 2NO_3^-$ dan pada persamaan 4.4 menunjukkan bahwa logam Pb^{2+} mengalami proses atomisasi ditandai dengan Pb^{2+} telah menjadi atom bebas karena telah melepaskan muatannya. Selanjutnya monokromator akan memisahkan radiasi dari lampu katoda yang telah melalui pembakar dengan radiasi-radiasi lain yang dihasilkan oleh pembakar sehingga yang masuk dalam detektor adalah radiasi monokromatis. Selanjutnya detektor mengubah radiasi monokromatis tersebut menjadi energi listrik (data absorbansi). Selanjutnya data absorbansi masuk dalam rekorder dan direkam oleh komputer sehingga data absorbansi dapat terbaca. Adapun kadar logam timbal (Pb) pada buah pir ditunjukkan pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2

Tabel 4.1 Hasil analisis kadar logam timbal (Pb) pada buah Pir yang dijual di supermarket daerah Kota Malang

Jenis Buah	Rerata kadar Pb (mg/Kg)				
	Blimbing	Lowokwaru	Klojen	Kedungkandang	Sukun
<i>Pyrus pyrifolia</i>	$0,5 \pm 0,03^{B,c}$	$0,6 \pm 0,05^{B,c}$	$0,8 \pm 0,04^{B,d}$	$0,8 \pm 0,03^{B,d}$	$0,6 \pm 0,05^{B,d}$
<i>Pyrus bretschneideri</i>	$0,7 \pm 0,05^{C,c}$	$0,7 \pm 0,05^{C,c}$	$0,9 \pm 0,08^{C,d}$	$0,9 \pm 0,05^{C,d}$	$1 \pm 0,03^{C,d}$

Notasi subset yang berbeda (B,C) untuk jenis buah dan (c,d) untuk titik sampling dan pada tiap garis mempunyai perbedaan yang nyata.

Tabel 4.2 Hasil analisis kadar logam timbal (Pb) pada buah Pir yang dijual dipinggir jalan daerah Kota Malang

Jenis Buah	Rerata kadar Pb (mg/Kg)				
	Blimbing	Lowokwaru	Klojen	Kedungkandang	Sukun
<i>Pyrus pyrifolia</i>	$0,3 \pm 0,08^{A,b}$	$0,2 \pm 0,05^{A,a}$	$0,4 \pm 0,03^{A,b}$	$0,2 \pm 0,00^{A,a}$	$0,2 \pm 0,05^{A,b}$
<i>Pyrus bretschneideri</i>	$0,2 \pm 0,02^{A,b}$	$0,2 \pm 0,05^{A,a}$	$0,3 \pm 0,06^{A,b}$	$0,2 \pm 0,08^{A,a}$	$0,4 \pm 0,00^{A,b}$

Notasi subset yang berbeda (A) untuk jenis buah dan (a,b) untuk titik sampling dan pada tiap garis mempunyai perbedaan yang nyata.

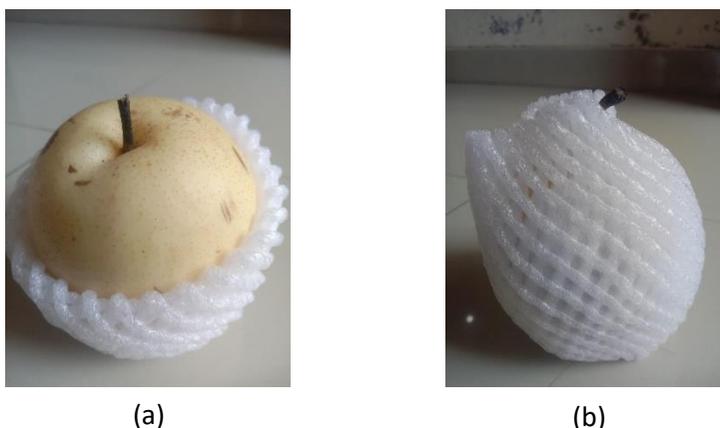
Berdasarkan Tabel 4.1 didapatkan kadar logam Pb pada buah Pir *Pyrus Pyrifolia* dengan rata-rata sebesar 0,66 mg/kg. Sedangkan pada buah Pir dengan jenis *Pyrus Bretschneideri* didapatkan kadar dengan rata-rata 0,84 mg/kg. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa kadar logam timbal melebihi ambang batas yang telah ditentukan BPOM Nomor HK.00.06.1.52.4011 sebesar 0,5 mg/Kg. Adapun cara membaca notasi subset dalam tabel tersebut, pada variasi jenis buah diberi notasi subset huruf kapital yang berbeda (B,C) dan cara membacanya ke arah bawah. Sedangkan pada variasi titik sampling diberi notasi huruf kecil yang berbeda (c,d) dan cara membacanya ke arah samping. Berdasarkan uji tukey dengan variasi jenis buah didapatkan hasil bahwa *Pyrus Pyrifolia* (subset B) berbeda nyata

dengan *Pyrus Bretschneideri* (subset C). Dari hasil tersebut *Pyrus Pyrifolia* merupakan buah dengan kadar logam paling rendah sebesar 0,694 mg/kg dan *Pyrus Bretschneideri* merupakan buah dengan kadar paling tinggi sebesar 0,859 mg/kg. Sedangkan pada variasi titik sampling Kecamatan Blimbing dan Lowokwaru tidak memiliki perbedaan yang nyata karena terletak pada subset yang sama (subset c), namun berbeda nyata dengan Kecamatan Sukun, Klojen dan Kedungkandang (subset d). Sebaliknya Kecamatan Sukun, Klojen dan Kedungkandang tidak memiliki perbedaan yang nyata karena terletak pada subset yang sama (subset d), namun berbeda nyata dengan Kecamatan Blimbing dan Lowokwaru (subset c). Dari hasil tersebut Kecamatan Blimbing merupakan kecamatan dengan kadar paling rendah sebesar 0,627 mg/kg dan Kecamatan Kedungkandang merupakan kecamatan dengan kadar paling tinggi sebesar 0,880 mg/kg.

Berdasarkan Tabel 4.2 didapatkan kadar logam Pb pada buah Pir *Pyrus Pyrifolia* dengan rata-rata sebesar 0,26 mg/kg. Sedangkan pada buah Pir dengan jenis *Pyrus Bretschneideri* didapatkan kadar dengan rata-rata 0,26 mg/kg. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa kadar logam timbal tidak melebihi ambang batas yang telah ditentukan BPOM Nomor HK.00.06.1.52.4011 sebesar 0,5 mg/Kg. Adapun cara membaca notasi subset dalam tabel tersebut, pada variasi jenis buah diberi notasi subset huruf kapital yang berbeda (A) dan cara membacanya ke arah bawah. Sedangkan pada variasi titik sampling diberi notasi huruf kecil yang berbeda (a,b) dan cara membacanya ke arah samping. Berdasarkan uji tukey dengan variasi jenis buah didapatkan hasil bahwa *Pyrus Pyrifolia* tidak berbeda nyata dengan *Pyrus Bretschneideri* karena terletak pada subset yang sama (subset A). Sedangkan pada variasi titik sampling Kecamatan Lowokwaru dan Kedungkandang tidak memiliki perbedaan yang nyata karena terletak pada subset yang sama (subset a), namun berbeda nyata dengan Kecamatan Blimbing, Klojen dan Sukun (subset b). Sebaliknya Kecamatan Blimbing, Klojen dan Sukun tidak memiliki perbedaan yang nyata karena terletak pada subset yang sama (subset b), namun berbeda nyata dengan Kecamatan Lowokwaru dan Kedungkandang (subset a). Dari hasil tersebut Kecamatan Lowokwaru merupakan kecamatan dengan kadar paling rendah sebesar 0,263 mg/kg dan Kecamatan Klojen merupakan kecamatan dengan kadar paling tinggi sebesar 0,392 mg/kg. Berdasarkan uji statistika *Two Way ANOVA* dapat diketahui bahwa variasi titik sampling dan jenis buah memiliki perbedaan yang nyata terhadap kadar logam timbal pada buah Pir dengan memiliki nilai $sig < 0,05$.

Berdasarkan lokasi pengambilan sampel dapat diketahui bahwa sampel yang dijual di supermarket memiliki kadar logam yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang dijual dipinggir jalan. Hal tersebut dapat terjadi karena pada supermarket buah pir dijual dengan keadaan yang terbuka, sehingga mudah terkontaminasi oleh logam berat timbal. Berbeda dengan buah pir yang dijual dipinggir jalan akan sulit untuk terkontaminasi oleh logam berat timbal, karena buah pir tersebut terlapis oleh tisu dan busa buah. Sehingga cukup untuk

melindungi buah dari kontaminasi logam timbal secara langsung. Adapun perbedaan sampel yang dijual di supermarket dan pinggir jalan dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.3 Pir yang dijual di supermarket (a) dan pinggir jalan (b).

Berdasarkan Tabel 4.1 tingginya kadar logam timbal pada buah yang dijual di supermarket selain karena buah tersebut dijual dalam keadaan terbuka, juga dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah pada saat proses penanaman dan pascapanen. Dimana pada saat proses penanaman kontaminasi logam berat timbal dapat berasal dari tanah dan pupuk. Menurut BAC (*Biological Activated Cocktail*) jenis pupuk yang tepat untuk pohon pir adalah harus berupa campuran nitrogen, fosfor dan kalium yang seimbang dengan rasio yang ketiga angkanya hampir sama, seperti 6-5-6. Karena pupuk pohon pir yang seimbang mengandung semua unsur hara makro yang dibutuhkan pohon pir untuk menumbuhkan dedaunan, akar yang kuat dan menghasilkan panen buah yang melimpah. Nitrogen akan merangsang pertumbuhan tunas dan daun, sedangkan fosfor dan kalium diperlukan untuk pertumbuhan akar dan pembentukan kuncup dan buah. Dari proses penambahan pupuk tersebut kontaminasi logam timbal pada pohon pir terjadi karena pupuk NPK mengandung logam berat timbal. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Friscylia (2019) didapatkan hasil pengujian pupuk NPK sebesar 22,20 mg/kg. Sedangkan logam timbal berasal dari tanah sekitar 5-25 mg/kg (Karyadi et al., 2011). Adapun mekanisme penyerapan dan akumulasi logam berat oleh tumbuhan menurut Hardiani (2009) terdapat 3 proses, pertama adalah penyerapan oleh akar, kedua adalah translokasi logam dari akar ke bagian tumbuhan termasuk buah dan yang terakhir adalah lokalisasi logam pada sel dan jaringan. Faktor yang mempengaruhi tanaman dalam menyerap logam yaitu umur tanaman, waktu pemaparan, banyaknya akar, berat tanaman dan media tumbuh. Semakin bertambah umur tanaman maka penyerapan juga akan meningkat dikarenakan semakin lama pohon terpapar polutan logam berat yang menyebabkan semakin tinggi akumulasi logam berat pada tanaman tersebut. Selain itu, semakin bertambah umur tanaman juga mempengaruhi jumlah dan ukuran akar, batang, serta jumlah daun sehingga semakin efektif menyerap dan menimbun logam berat dengan kadar tinggi (Arimby et al., 2014).

Pascapanen kontaminasi timbal dapat berasal dari aktivitas yang terdapat dalam supermarket, seperti proses pengolahan ikan dengan cara dibakar. Menurut penelitian Purbayanti (2018) mengatakan bahwa proses pengolahan ikan dengan cara dipanggang menggunakan arang dapat menghasilkan emisi partikulat (PM), karbonmonoksida (CO), polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH), nitrogen oksida (Nox), sulfur dioksida (SO₂), senyawa organik mudah menguap (VOC), logam berat timbal dan senyawa kimia toksik lainnya serta memakai peralatan logam yang dibuat untuk membakar ikan juga dapat melepaskan timbal saat terkena panas dalam bentuk asap. Dari adanya aktivitas tersebut menyebabkan asap dari hasil proses pembakaran ikan yang mengandung timbal dapat mengkontaminasi buah pir yang dijual ditempat yang tertutup dengan keadaan terbuka dengan menempel pada permukaan buah. Perbedaan akumulasi pada buah juga dipengaruhi oleh waktu kontak dengan logam berat. Didapatkan hasil setelah melakukan wawancara pada pedagang buah di supermarket, Kecamatan Sukun memiliki waktu kontak yang cukup lama dengan kontaminasi logam berat timbal selama 4 hari bersama dengan Kecamatan Kedungkandang dan Klojen, sedangkan pada Kecamatan Lowokwaru dan Blimbing selama 3 hari. Dari hasil tersebut diketahui *Pyrus Bretschneideri* memiliki kadar logam tinggi dibandingkan dengan *Pyrus Pyrifolia*. Hal tersebut dapat terjadi karena perbedaan luas permukaan, dimana *Pyrus Bretschneideri* memiliki luas permukaan lebih besar jika dibandingkan dengan *Pyrus Pyrifolia*.

Berdasarkan Tabel 4.2 kadar logam timbal yang terdapat pada buah pir yang dijual dipinggir jalan disebabkan karena aktivitas yang dilakukan oleh manusia. Sumber utama timbal antara lain adalah asal buah dan asap kendaraan bermotor (Wulandari et al., 2020). Menurut Novita (2017) penyebaran logam timbal dapat dipengaruhi oleh besarnya partikel, keadaan angin, cuaca. Partikel besar jatuh berupa debu di jalan, sedangkan relik timbal yang sangat kecil melayang di udara sebagai aerosol yang dapat menempel pada buah. Salah satu penyebab adanya pencemaran logam berat timbal (Pb) pada udara dihasilkan dari pembakaran yang kurang sempurna pada kendaraan bermotor yang memakai bahan aditif sebagai bahan bakar seperti *Tetra Ethyl Lead* (TEL) dan *Tetra Methyl Lead* (TML) (Gusnita, 2012). Menurut Sunu (2001) konsentrasi timbal di udara perkotaan bisa mencapai 5-50 kali dibandingkan dengan udara pegunungan. Hal tersebut merupakan imbas dari adanya aktivitas lalu lintas yang padat. Menurut penelitian Yolitta (2018) menganalisis data kepadatan lalu lintas daerah Kota Malang pada waktu puncak, pagi pada pukul 06.00-07.00, siang pada pukul 12.00-13.00 dan sore pada pukul 16.00-17.00. Dari data tersebut didapatkan Kecamatan Klojen merupakan Kecamatan yang memiliki kepadatan lalu lintas yang tinggi dengan jumlah volume kendaraan yang melintas sebesar 7025 setiap harinya, kemudian diikuti Kecamatan Sukun sebesar 6756, Kecamatan Lowokwaru sebesar 5832, Kecamatan Blimbing sebesar 5219 dan Kecamatan Kedungkandang merupakan Kecamatan dengan tingkat kepadatan lalu lintas yang rendah dengan jumlah volume kendaraan yang melintas sebesar 2675. Dari hasil data kepadatan lalu lintas tersebut mengakibatkan kadar logam timbal yang terdapat dalam

buah Pir berbeda-beda tergantung volume kendaraan yang melintas. Tercatat Kecamatan Klojen memiliki kadar tertinggi, diikuti dengan Kecamatan Sukun, Lowokwaru, Blimbing dan Kedungkandang dengan kadar paling rendah.

Berdasarkan jenis buah dapat diketahui bahwa *Pyrus Pyrifolia* dan *Pyrus Bretschneideri* memiliki kadar logam berat timbal yang tidak jauh berbeda. Menurut Winarna (2015) tidak terdapat perbedaan yang bermakna pada kadar logam berat timbal dalam buah yang berkulit tipis dan terdapat perbedaan yang bermakna pada kadar logam berat timbal dalam buah berkulit tebal. Perbedaan akumulasi logam berat pada buah dapat dipengaruhi oleh jangka waktu kontak dengan logam berat. Hasil wawancara dengan pedagang buah dari beberapa Kecamatan, didapatkan hasil di Kecamatan Klojen buah pir telah mengalami waktu kontak dengan logam berat selama 3 hari, Kecamatan Sukun selama 3 hari, Kecamatan Lowokwaru selama 2 hari, Kecamatan blimbing selama 4 hari dan Kecamatan Kedungkandang selama 3 hari. Untuk meminimalisir kontaminasi logam timbal (Pb) pada buah pir, dapat dilakukan dengan beberapa cara. Dalam penelitian Novita (2017), terdapat beberapa variasi perlakuan yaitu dicuci tanpa sabun, dicuci dengan sabun dan dikupas kulitnya, didapatkan hasil kadar timbal yang terdapat dalam buah pir mengalami penurunan, tidak dicuci sebesar 2,1 mg/Kg, dicuci tanpa sabun 0,7 mg/Kg, dicuci dengan sabun 0,6 mg/Kg dan dikupas kulitnya 0,5 mg/kg. Perlakuan dikupas kulitnya merupakan cara paling efektif yang dapat dilakukan karena memiliki kadar logam timbal paling rendah.

4.4 Kajian Hasil Analisis dalam Perspektif Islam

Analisis kadar logam dalam buah pir, dilakukan dengan menggunakan metode destruksi basah tertutup (*refluks*), sampel yang digunakan yaitu daging beserta dengan kulit buah pir, karena buah pir merupakan buah yang dapat dimakan bersama dengan kulitnya, serta buah pir memiliki banyak manfaat. Menurut Pamewa (2020), mengkonsumsi buah pir memiliki manfaat untuk membersihkan gigi, karena mengandung 5,5 gram serat yang merupakan total 22% asupan harian, kaya akan nutrisi dan mengandung 95% air yang membersihkan karena harus dikunyah. Selain itu buah pir juga mengandung senyawa katekin yang mampu menghambat perlekatan bakteri *streptococcus mutans* pada pembentukan gigi serta mendenaturasi protein sel bakteri sehingga bakteri tersebut mati. Mengkonsumsi buah pir merupakan salah satu menjalankan apa yang sudah diperintahkan oleh Allah Swt pada surah An-Nahl ayat 114 tentang makanan yang halal dan baik.

فَكُلُوا مِمَّا رَزَقَكُمُ اللَّهُ حَلَالًا طَيِّبًا وَاشْكُرُوا نِعْمَتَ اللَّهِ إِنَّ كُنتُمْ لِيَآئِهِ تَعْبُدُونَ

Artinya: "Makanlah sebagian apa yang telah Allah anugerahkan kepadamu sebagai (rezeki) yang halal lagi baik dan syukurilah nikmat Allah jika kamu hanya menyembahnya."

Berdasarkan ayat diatas dijelaskan bahwa Allah Swt memerintahkan kepada umatnya agar selalu mengkonsumsi makanan yang baik dalam hal gizi, kandungan maupun cara memperolehnya. Dalam Tafsir As-Sa'di menjelaskan hal yang sama pada ayat tersebut, yaitu berupa perintah Allah SWT kepada hamba untuk memakan makanan yang telah diberikan kepada kalian dari hewan-hewan peliharaan, tumbuhan, buah-buahan dan yang semisalnya. Kata *حَلَالًا طَيِّبًا* yang dimaksud adalah sesuatu yang halal secara dzatnya, dan bukan sesuatu yang diharamkan seperti dari hasil mencuri atau hal semakna dengan itu. Maka bersenang-senanglah terhadap apa yang telah Allah karuniakan kepada kalian dan janganlah bersikap berlebih-lebihan dalam menggunakan ataupun melampaui batas terhadap segala sesuatu. Kalimat *وَأَشْكُرُوا نِعْمَتَ اللَّهِ إِنَّ كُنُتُمْ إِيَّاهُ تَعْبُدُونَ* yaitu semestinya manusia menyakini dalam hati segala kenikmatan itu bersumber dari Allah, sebagai bentuk syukur, manusia diperintahkan memuji Allah serta menggunakan kenikmatan yang Allah berikan dalam kebaikan dan ketaatan (Tafsir et al., 2013).

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh kadar logam timbal dalam sampel buah pir yang dijual di Kota Malang dengan variasi titik sampling dan variasi buah memiliki kadar yang cukup tinggi dan melebihi ambang batas yang ditetapkan oleh SNI yaitu 0,5 mg/Kg. Dari data tersebut menandakan bahwa buah pir secara syari'ah merupakan makanan halal dan *thayyib*, makanan halal dan *thayyib* adalah makanan yang diperbolehkan oleh syari'at islam, bergizi, aman (tidak mengandung zat-zat berbahaya bagi tubuh) dan proposional (tidak berlebihan). Akan tetapi berdasarkan data yang didapatkan, buah pir memiliki kadar yang melebihi ambang batas sehingga buah pir yang merupakan makanan halal dan baik menjadi tidak *thayyib* dikonsumsi karena terdapat zat kimia berbahaya didalamnya yang dapat merusak kesehatan tubuh. Adapun logam berat pada buah pir tersebut dapat berasal dari asap kendaraan bermotor yang memakai bahan bakar yang mengandung timbal. Selain itu dapat berasal dari tanah, pupuk fosfat, pupuk kompos, pupuk nitrat, pupuk kandang serta pestisida (Agustina & Teknik, 2014). Adanya peristiwa tersebut merupakan dampak buruk akibat ulah manusia yang tidak bertanggung jawab sebagaimana yang telah dijelaskan oleh Allah SWT dalam surah Al- A'raf ayat 56:

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ

Artinya: *“Janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi setelah diatur dengan baik. Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut dan penuh harap. Sesungguhnya rahmat Allah sangat dekat dengan orang-orang yang berbuat baik.”*

Pada surah Al-A'raf ayat 56 dijelaskan bahwa Allah Swt. melarang manusia agar tidak membuat kerusakan di muka bumi, yang mana berbuat kerusakan merupakan salah bentuk pelanggaran batas. Allah Swt. telah menjadikan bumi dengan keadaan harmonis, serasi dan

memenuhi kebutuhan makhluk hidup dan memerintahkan kepada hamba-hambanya untuk memperbaikinya. Salah satu bentuk perbaikan yang dilakukan oleh Allah Swt. adalah dengan mengutus para Nabi untuk meluruskan dan memperbaiki kehidupan di masyarakat. Maka merusak setelah diperbaiki merupakan perbuatan yang jauh lebih buruk daripada sebelum diperbaiki. Karena ayat tersebut secara tegas menggaris bawahi larangan tersebut, walaupun memperparah kerusakan atau merusak sesuatu yang baik juga dilarang. Larangan membuat kerusakan ini mencakup semua bidang, seperti merusak pergaulan, jasmani dan rohani orang lain, kehidupan dan sumber-sumber penghidupan (pertanian, perdagangan, dan lain-lain), merusak lingkungan hidup dan sebagainya. Allah Swt. menciptakan bumi dengan segala kelengkapannya ditujukan kepada manusia agar dimanfaatkan dengan sebaik-baiknya untuk kesejahteraan mereka (Maraghi, 1946).

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Kadar logam timbal pada buah pir yang dijual di supermarket di lima Kecamatan Kota Malang dengan rata-rata sebesar 0,66 mg/kg untuk (*Pyrus Pyrifolia*) dan 0,84 mg/kg untuk (*Pyrus Bretschneideri*). Sedangkan pada buah pir yang dijual dipinggir jalan rata-rata sebesar 0,26 mg/kg untuk (*Pyrus Pyrifolia*) dan 0,26 mg/kg untuk (*Pyrus Bretschneideri*).
2. Variasi titik sampling berdasarkan uji *Two Way* ANOVA didapatkan nilai $sig < 0,05$ dan $F_{hitung} > F_{tabel}$ yang menandakan bahwa variasi titik sampling berbeda nyata serta berpengaruh secara signifikan terhadap kadar logam timbal (Pb).
3. Variasi jenis buah berdasarkan uji *Two Way* ANOVA didapatkan nilai $sig < 0,05$ dan $F_{hitung} > F_{tabel}$ yang menandakan bahwa variasi jenis buah berbeda nyata serta berpengaruh secara signifikan terhadap kadar logam timbal (Pb).

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa hal yang perlu diperbaiki dan dikembangkan yaitu perlu dilakukan analisis kadar logam timbal (Pb) dengan menggunakan metode destruksi basah tertutup menggunakan *microwave digestion* agar waktu yang diperlukan untuk destruksi lebih singkat dan volume larutan pendestruksi yang dibutuhkan lebih sedikit.

DAFTAR PUSTAKA

- Abata, E. O., & Ogunkalu, O. D. (2019). *Evaluation Of The Heavy Metals In Tonic Creams Using The Wet Acid And Dry Ashing Methods*. 1(1), 37–43.
- Adhani, R. H., & Husaini, H. (2017). *Logam Berat Sekitar Manusia*. Banjarmasin: Lambung.
- Adiyanto, I. O. (2009). *Pengaruh Lama Perendaman Gigi Dengan Jus Buah Pir (Pyrus Communis) Terhadap Perubahan Warna Gigi Pada Proses Pemutihan Gigi Secara In Vitro*. Medical Faculty.
- Agustina, T., & Teknik, F. (2014). *Kontaminasi Logam Berat Pada Makanan Dan Dampaknya Pada Kesehatan*. *Teknobuga*, 1(1), 53–65.
- Arimby, C., Lestari, W., & Azis, Y. (2014). *Pemanfaatan Azolla Pinnata R. Br Dalam Penyerapan Zn Dari Limbah Cair Pabrik Karet Sebagai Fitoremediator*. Riau University.
- Atsdr. (2019). *Agency For Toxic Substances And Disease Registry. Agency For Toxic Substances And Disease Registry. Toxicological Profile For Chlorine*. Atlanta. Ga: U.S. Department Of Health And Human Services.
- Aurina, I. I., Sahrudin, S., & Ibrahim, K. (2017). *Identifikasi Kadar Timbal (Pb) Pada Buah Apel (Malus Pumila) Yang Dijual Di Pasar Tradisional Se-Kota Kendari Tahun 2016*. Haluoleo University.
- Azizah, E. F. (2012). *Metode Penentuan Kadar Logam Timbal (Pb) Dalam Leci Kaleng Menggunakan Destruksi Basah Dan Destruksi Ultrasonik Dengan Spektroskopi Serapan Atom (Ssa)*. Uin Malang.
- Dea Parmana, I. (2023). *Analisis Kadar Logam Timbal (Pb) Dan Tembaga (Cu) Dalam Tomat (Solanum Lycopersicum L.) Di Daerah Industri Pabrik Dengan Destruksi Basah Tertutup (Refluks) Secara Spektroskopi Serapan Atom (Ssa)*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Dewi, A. (2019). *Timah Hitam (Pb) Dan Karies Gigi*. *Stomatognatic (J. K. G Unej)*, 13(1), 28–31.
- Dr. Rusilanti, M. (2013). *Jus Ajaib Penumpas Aneka Penyakit*. Agromedia Pustaka.
- 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 (Ssa)*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Friscyllia, K. (2019). S. And Panggabean, A. S.(2019). 'Verifikasi Metode Penentuan Timbal (Pb) Pada Pupuk Npk Menggunakan Atomic Absorption Spectrophotometer (Aas) Di Pt Pupuk Kalimantan Timur.' *Jurnal Kimia Fmipa Unmul*, 4–8.
- Gandjar, I. G., & Rohman, A. (2007). *Kimia Farmasi Analisis*. Yogyakarta: *Pustaka Pelajar*, 224, 228.
- Gusnita, D. (2012). *Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) Di Udara Dan Upaya Penghapusan Bensi Bertimbal*. *Berita Dirgantara*, 13(3), 95–101.
- Habibi, Y., Terpadu, L., & Islam, U. (2020). *Validasi Metoda Destruksi Basah Dan Destruksi Kering Pada Penentuan Logam Timbal (Pb) Dan Kadmium (Cd) Dalam Tanaman*

Rumput. 01(01), 25–31.

- Hakimah, I. A. (2010). Delapan Puluh Satu Macam Buah Berkhasiat Istimewa. *Syura Media Utama, Yogyakarta*, 151–153.
- Handes, T., Permatasari, D. A. I., & Mahardika, M. P. (2021). Analisis Logam Cd, Cr, Cu Dan Pb Pada Air Sumur Di Sekitar Kampus Universitas Duta Bangsa Surakarta Menggunakan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (Aas). *Duta Pharma Journal, 1(1)*, 48–56.
- Haq, T., Wardani, R. K., & Ferry, H. (2019). Artikel Ilmiah Ekstraksi Asam Sitrat Pada Buah Pir Coklat. *Jurnal Akademi Farmasi Surabaya, 2(1)*, 1–9.
- Hardiani, H. (2009). Potensi Tanaman Dalam Mengakumulasi Logam Cu Pada Media Tanah Terkontaminasi Limbah Padat Industri Kertas. *Berita Selulosa, 44(1)*, 27–40.
- Harris, D. C. (2010). *Quantitative Chemical Analysis*. Macmillan.
- Hidayah, H., Pratiwi, M. I., Kusumawati, A. H., & Amal, S. (2021). Analysis Of Lead And Copper In Red Grape Fruit (*Vitis Vinifera L.*) For Sale In Karawang City Article History. *Jurnal Ilmiah Farmako Bahari, 12(2)*, 122–131.
- Hidayat, Y. S. (2016). Penentuan Kadar Logam Timbal (Pb) Dalam Coklat Batang Menggunakan Variasi Metode Destruksi Dan Zat Pengoksidasi Secara Spektrofotometri Serapan Atom (Ssa). *Skripsi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang*.
- Irianti, T. T., Kuswadi, Nuranto, S., & Budiyatni, A. (2017). Logam Berat Dan Kesehatan. *Grafika Indah Isbn: 979820492-1, January 2017*, 1–131.
- 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.
- Jumanta. (2019). *Buku Pintar: Tumbuhan*. Elex Media Komputindo.
- Kartikasari, M. (2016). *Analisis Logam Timbal (Pb) Ada Buah Apel (Pylus Malus L.) Dengan Metode Destruksi Basah Secara Spektrofotometri Serapan Atom*. 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, 9(1)*, 1–9.
- Kasanah, M., Setiani, O., & Joko, T. (2016). Hubungan Kadar Timbal (Pb) Udara Dengan Kadar Timbal (Pb) Dalam Darah Pada Pekerja Pengecatan Industri Karoseri Di Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (Undip), 4(3)*, 825–832.
- Kristianingrum, S. (2012). Kajian Berbagai Proses Destruksi Sampel Dan Efeknya. *Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan Dan Penerapan Mipa, 2(3)*, 195–202.
- Kruve, A., Rebane, R., Kipper, K., Oldekop, M.-L., Evard, H., Herodes, K., Ravio, P., & Leito, I. (2015). Tutorial Review On Validation Of Liquid Chromatography–Mass Spectrometry Methods: Part I. *Analytica Chimica Acta, 870*, 29–44.
- Kuntari, K., Aprianto, T., Noor, R. H., & Baruji, B. (2017). Verifikasi Metode Penentuan Asetosal Dalam Obat Sakit Kepala Dengan Metode Spektrofotometri Uv. *Jst (Jurnal Sains Dan Teknologi), 6(1)*, 31–40.

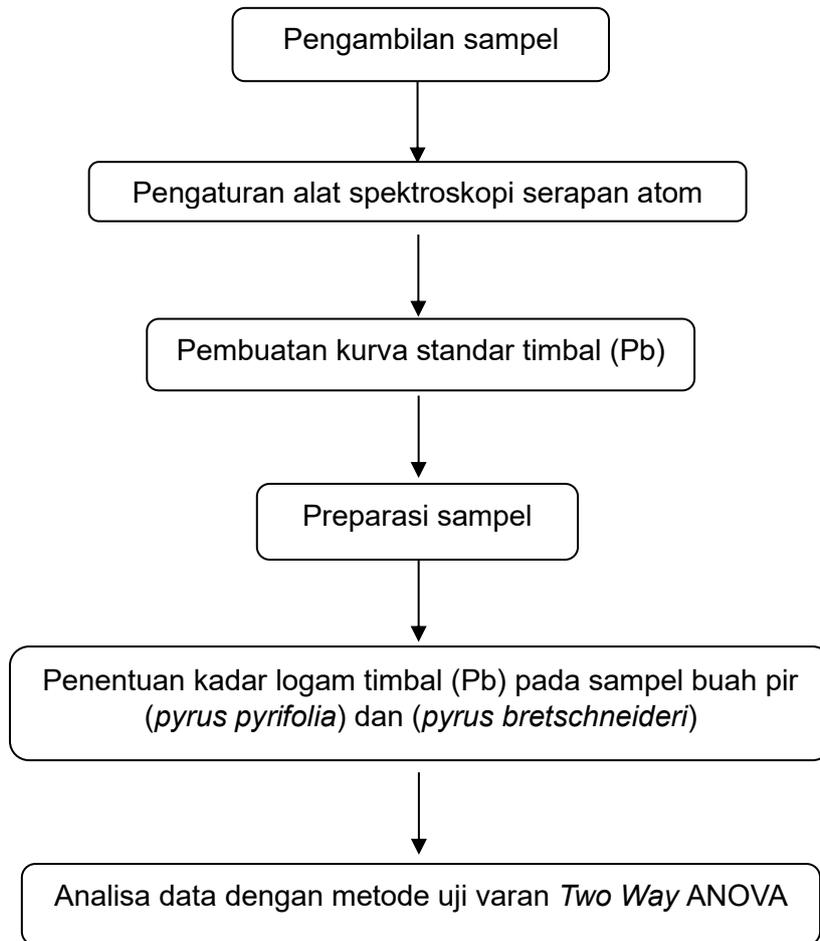
- Maraghi, S. A. M. Al. (1946). *Tafsir Al-Maraghi Juz 1* (P. 228).
- Mu, X. Y., Wu, J., & Wu, J. (2022). Taxonomic Uncertainty And Its Conservation Implications In Management, A Case From *Pyrus Hopeiensis* (Rosaceae). *Diversity*, 14(6), 1–13.
- Nasution, E. M., & Nasution, U. A. H. (2023). Konsumsi Makanan Halal Dan Haram Dalam Perspektif Al-Qur'an Dan Hadis. *Jurnal Ilmu Komputer, Ekonomi Dan Manajemen (Jikem)*, 3(2), 2781–2790.
- Navarro-Pedreño, J., Gómez, I., Almendro-Candel, M., & Meléndez-Pastor, I. (2008). Heavy Metals In Mediterranean Soils. *Soil Contamination Research Trends*, 161–176.
- Novita, L., Asih, E. R., & Aisyah. (2017). Analisis Cemaran Logam Timbal (Pb) Pada Buah Pir Yang Dijual Dipinggir Jalan Simping Empat Lampu Merah Jalan Soekarno Hatta Kota Pekanbaru. *Jurnal Proteksi Kesehatan*, 6, 97–103.
- Nuraini, T. (2011). *Metode Penentuan Kadar Logam Timbal (Pb) Dalam Sosis Kaleng Menggunakan Destruksi Basah Dengan Variasi Zat Pengoksidasi Secara Spektroskopi Serapan Atom (Ssa)*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Nurchayati, N., & Hikmah, H. (2014). Distribusi Buah Lokal Dan Buah Import (Studi Kasus Pada Pedagang Buah Di Kota Semarang). *Serat Acitya*, 3(1), 17.
- Nurhanifah, I. (2023). *Analisis Timbal(Pb) Pada Buah Anggur(Vitis Vinifera L) Dan Apel (Malus Pumila) Yang Dijual Di Pinggir Jalan Kecamatan Natar*. Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
- Pamewa, K., Febriany, M., Hasanuddin, N. R., Bachtiar, R., & Saputri, I. I. (2020). Perbedaan Indeks Debris Sebelum Dan Sesudah Konsumsi Buah Pir Pada Anak 7-9 Tahun. *Sinnun Maxillofacial Journal*, 2(02), 17–23.
- Panggabean, T. A., Mardhiah, N., & Silalahi, E. M. (2008). Logam Berat Pb (Timbal) Pada Jeroan Sapi. *Prosiding Ppi Standardisasi*, 25.
- Prasetyorini, & Wardatun, S. (2011). Analisis Kandungan Timbal, Tembaga Dan Arsen Pada Daun Kangkung (*Ipomoea Aquatica*) Yang Dijual Di Tempat Yang Berbeda Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom. *Jurnal Ekologia*, 11(2), 31–35.
- Purbayanti, D., & Ardhanay, S. D. (2018). *Effect Of Smoke Exposure To Fish Processing By Grilling On Thrombocyte Indices In Grilled Fish Seller In Palangka Raya 1**. 1(1), 7–12.
- Putu Desitha Pratiti Kameswari Wisnawa*, I Made Siaka, Dan A. A. B. P. (2016). Kandungan Logam Pb Dan Cu Dalam Buah Stroberi Serta Spesiasi Dan Bioavailabilitasnya Dalam Tanah Tempat Tumbuh Stroberi Di Daerah Bedugul. *Jurnal Kimia*, 10, 1–15.
- Quinet, M., & Wesel, J.-P. (2019). *Botany And Taxonomy Of Pear*.
- Rahayu, A. (2020). Validation Method Of Flame Atomic Absorption Spectrometry (Faas) Of Dry Ashing And Wet Ashing Method For Mineral Analysis In Isotonic Water. *Jurnal Sains Farmasi*, 1(1), 6–13.
- Rahayu, M., & Solihat, M. . (2018). *Toksikologi Klinik* (B. . S. D. Darmanto & F. . S. S. Pohan (Eds.); 1st Ed.). Bppsdmk Kemenkes.
- Resti, A. (2016). *Penentuan Kadar Logam Timbal (Pb) Pada Daun Bayam (Amaranthus Spp.) Menggunakan Destruksi Basah Secara Spektroskopi Serapan Atom (Ssa)*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.

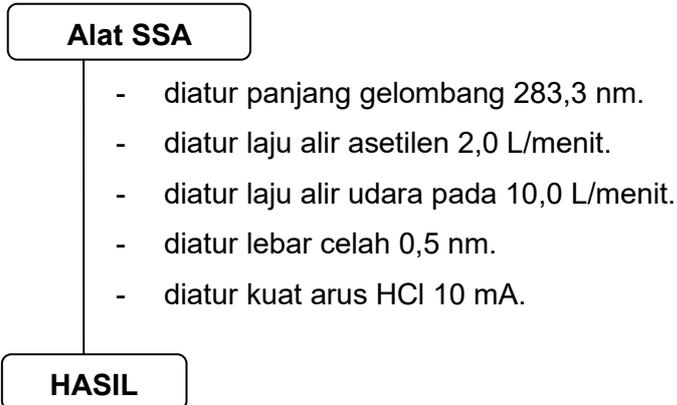
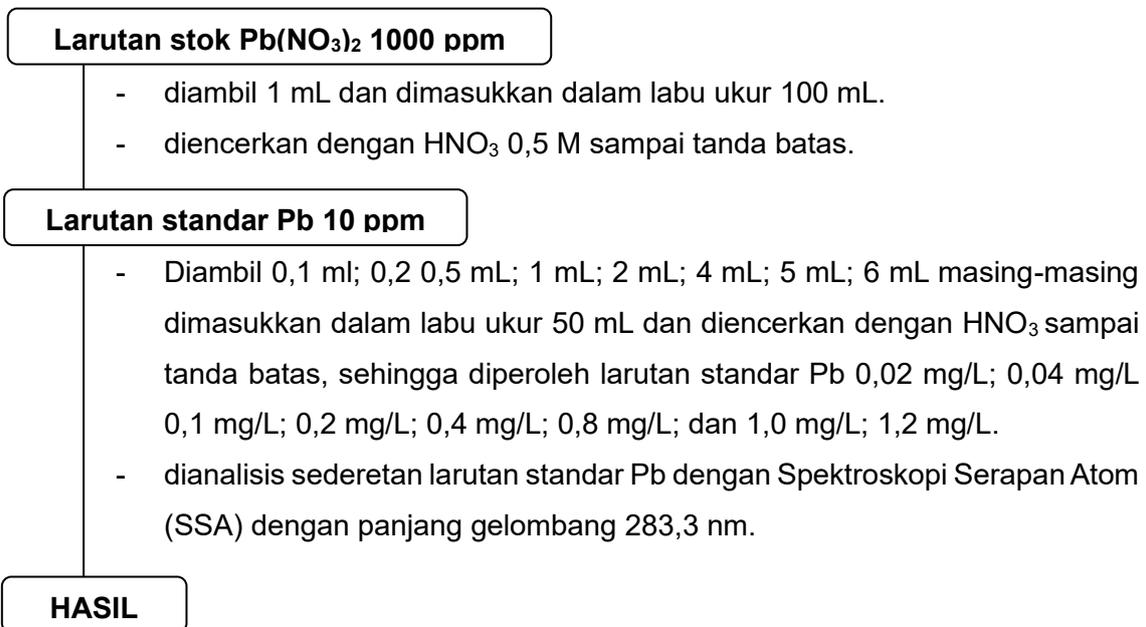
- Riset, I., Berbasis, U., Ilmiah, P., Pip, P., Peyediaan, M., Penelitian, D., Bagi, K., & Di, D. (2013). *Lingkungan Ubt Status Dan Evaluasi Kontaminasi Logam Berat Di Air Dan Sedimen Serta Akumulasinya Pada Bivalvia Jenis Kerang Kappah Meretrix Meretrix Di Perairan Kota Tarakan*. 1–17.
- Rusin, M., Domagalska, J., Rogala, D., Razzaghi, M., & Szymala, I. (2021). Concentration Of Cadmium And Lead In Vegetables And Fruits. *Scientific Reports*, 1–10.
- Rusli, A. (2015). *Pengujian Kuantitatif Kandungan Logam Dalam Cat Dengan Teknik Radiografi Sinar X*. 1–19.
- Siagian, H. S., Gultom, R. P. J., & Anggraeni, R. (2019). *Modifikasi Alang-Alang Sebagai Filler Adsorben Logam Berat*. Deepublish.
- Siddique, N. A., & Mujeeb, M. (2013). Determination Of Heavy Metal In Medicinal Plants By Atomic Absorption Spectroscopy (Aas). *Int. J. Phyto. Res*, 3(4).
- Silva, G. J., Souza, T. M., Barbieri, R. L., & Costa De Oliveira, A. (2014). Origin, Domestication, And Dispersing Of Pear (Pyrus Spp.). *Advances In Agriculture*, 2014. Skoog, D. A. (2002). *Principles Of Instrumental Analysis: Instructor's Manual*.
- Solikha, D. F. (2019). Penentuan Kadar Tembaga (Ii) Pada Sampel Menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (Ssa) Perkin Erlmer Analyst 100 Metode Kurva Kalibrasi. *Syntax Literate : Jurnal Ilmiah Indonesia*, 4(2), 1–11.
- Sri Asmorowati, D., Susilogati Sumarti, S., & Kristanti, I. I. (2020). Perbandingan Metode Destruksi Basah Dan Destruksi Kering Untuk Analisis Timbaldalam Tanah Di Sekitar Laboratorium Kimia Fmipa Unnes. *Indonesian Journal Of Chemical Science*, 9(3), 170–173.
- Sugito, S., & Marliyana, S. D. (2021). Uji Performa Spektrofotometer Serapan Atom Thermo Ice 3000 Terhadap Logam Pb Menggunakan Crm 500 Dan Crm 697 Di Upt Laboratorium Terpadu Uns. *Indonesian Journal Of Laboratory*, 4(2), 67.
- Sugito, S., & Setiawan, A. K. R. (2022). Uji Performa Aas Thermo Ice 3000 Terhadap Logam Cu Menggunakan Crm 500 Dan Crm 697 Di Upt Laboratorium Terpadu Uns. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*, 4(1), 1–6.
- Sunu, P., & Putra, R. M. S. (2001). *Melindungi Lingkungan Dengan Menerapkan Iso 14001*. Gramedia Widiasarana Indonesia (Grasindo).
- Suyanto, A., Kusmiyati, S., & Retnaningsih, C. (2010). Residu Logam Berat Ikan Dari Perairan Tercemar Di Pantai Utara Jawa Tengah (Residual Heavy Metals In Fish From Contaminated Water In North Coast Of Central Java). *Jurnal Pangan Dan Gizi*, 01(02).
- Syarif, I. A. (2021). *Pengaruh Mengkonsumsi Buah Pir Terhadap Debris Indeks*. Poltekkes Tanjungkarang.
- Tafsir, I., Al-Qur'an, L. P. M., Litbang, B., & Ri, K. A. (2013). Makanan Dan Minuman Dalam Perspektif Al-Qur'an Dan Sains. In *Journal Of Pharmacy And Pharmacology* (Vol. 37, Issue 9). Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an.
- Ubaydillah, M. I. (2021). *Perbandingan Metode Destruksi Kering Dan Destruksi Basah Instrumen Spektrofotometri Serapan Atom (Ssa) Untuk Analisis Logam*. 86, 121–127.
- Wardani, G. A., Abiya, S. L., & Setiawan, F. (2020). Analysis Of The Lead On Lip Tint Cosmetics On The Market Using Uv-Vis Spectrophotometry Method. *Educhemia (Jurnal Kimia Dan Pendidikan)*, 5(1), 87–100.

- Widyaka, V. H. (2018). *Aplikasi edible Coating pati Tapioka Dengan Penambahan Ekstrak Asam Kandis (Garcinia Xanthochymus) Pada Buah Pir (Pyrus Pyrifolia) Terolah Minimal*. Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Wijaya, B. A. (2008). *Perbandingan Efek Antibakteri Dari Jus Pir (Pyrus Bretschneideri) Terhadap Streptococcus Mutans Pada Waktu Kontak Dan Konsentrasi Yang Berbeda*. Faculty Of Medicine.
- Winarna, Rismawaty, S., & Musafira. (2015). Analisis Kandungan Timbal Pada Buah Apel (Pyrus Malus . L) Yang Dipajangkan Dipinggir Jalankota Palu Menggunakan Metode Spektrofotometriserapan Atom Analysis Of Lead Content In Apple (Pyrus Malus . L) Which Was Displayed Alongside A Road City Of Palu. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 2(3), 32–45.
- Wulandari, E. T., Wulandari, D. D., Qodriyah, N. L., & Rohmah, W. (2020). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kadar Timbal (Pb) Dalam Darah Secara Fisiologis. *Prosiding National Conference For Ummah*, 1(1).
- Yolitta, M. E., Wicaksono, A. D., & Utomo, D. M. (2018). Analisis Jaringan Untuk Fasilitas Layanan Gawat Darurat Di Kota Malang. *Universitas Brawijaya: Perencanaan Wilayah Dan Kota - Fakultas Teknik*, 1–170.

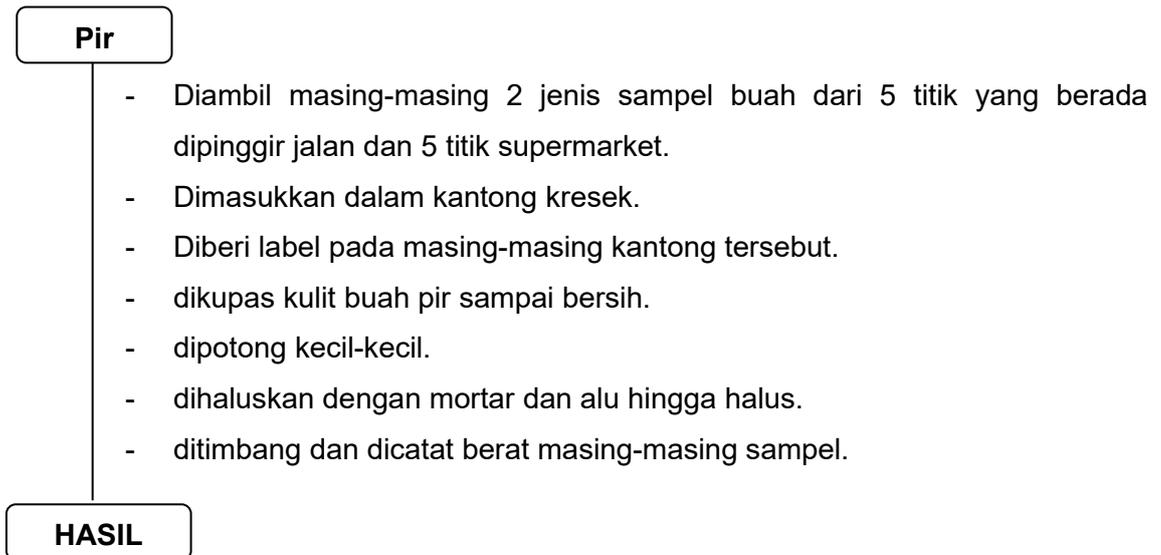
LAMPIRAN

Lampiran 1. Rancangan Penelitian

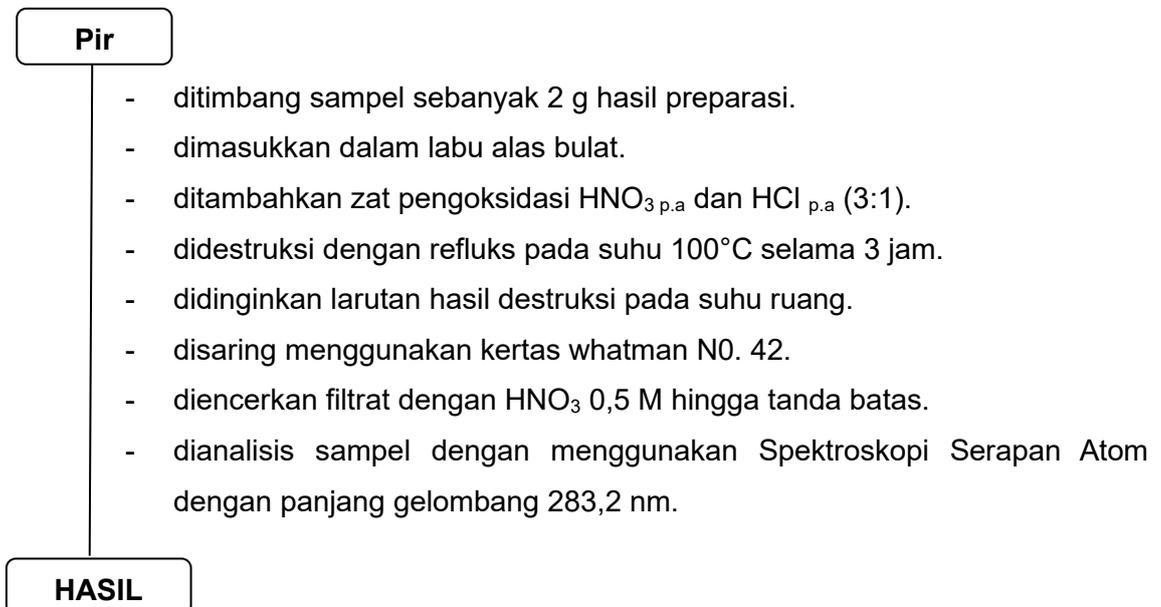


Lampiran 2. Diagram Alir**L.2.1 Pengaturan alat Spektroskopi Serapan Atom (SSA)****a. Logam Timbal (Pb)****L.2.2 Pembuatan Kurva Standar Timbal (Pb)**

L.2.4 Pengambilan dan preparasi Sampel



L.2.5 Penentuan Kadar Logam Timbal (Pb) pada Sampel



Lampiran 3. Perhitungan Pembuatan Larutan

L.3.1 Pembuatan Kurva Standar Timbal (Pb)

a. Pembuatan larutan baku standar Pb 10 ppm 100 mL dari larutan stok Pb 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 HNO₃ 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 HNO₃ 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 HNO₃ 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 HNO₃ 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 HNO₃ 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 HNO₃ 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 HNO₃ 0,5 M sampai tanda batas.

h. Pembuatan larutan standar 1,4 ppm

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

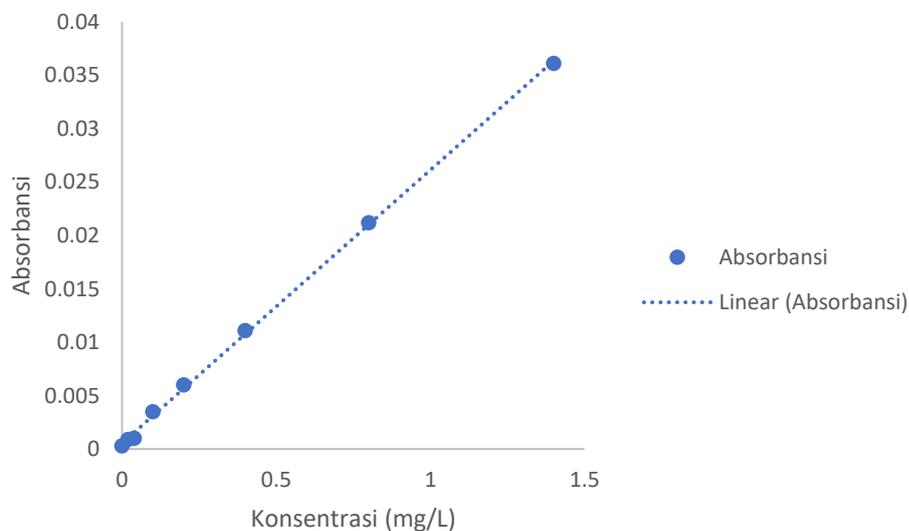
$$10 \text{ ppm} \times V_1 = 1,4 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

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

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

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 HNO₃ 0,5 M sampai tanda batas.

L.3.2 Hasil Uji Linearitas dan Sensivitas



- a. Sensitivitas ditunjukkan dengan nilai kemiringan (slope) = 0,0256
 b. Linearitas ditunjukkan dengan nilai $R^2 = 0,9992$

L.3.2 Hasil Uji Akurasi

a. 0,02 ppm

- $y = 0,0256x + 0,0005$
 $0,0009 = 0,0256x + 0,0005$
 $0,0009 - 0,0005 = 0,0256x$
 $x = 0,0156 \text{ ppm}$
- $\% \text{ recovery} = \frac{0,0156}{0,02 \text{ ppm}} \times 100\% = 78\%$

b. 0,04 ppm

- $y = 0,0256x + 0,0005$
 $0,001 = 0,0256x + 0,0005$
 $0,001 - 0,0005 = 0,0256x$
 $x = 0,0195 \text{ ppm}$
- $\% \text{ recovery} = \frac{0,0195}{0,04 \text{ ppm}} \times 100\% = 48\%$

c. 0,1 ppm

- $y = 0,0256x + 0,0005$
 $0,0035 = 0,0256x + 0,0005$
 $0,0035 - 0,0005 = 0,0256x$
 $x = 0,1171 \text{ ppm}$
- $\% \text{ recovery} = \frac{0,1171}{0,1 \text{ ppm}} \times 100\% = 117\%$

d. 0,2 ppm

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

e. 0,4 ppm

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

f. 0,8 ppm

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

g. 1,4 ppm

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

L.3.3 Hasil LOD dan LOQ

Sampel	Konsentrasi (ppm)	y	\hat{y}	(y- \hat{y})	(y- \hat{y}) ²
Blanko	0	0,0003	0,0005	-0,0002	0,00000004
Standar 1	0,02	0,0009	0,0010	-0,0001	0,00000001
Standar 2	0,04	0,0010	0,0015	-0,0005	0,00000025
Standar 3	0,1	0,0035	0,0030	0,0005	0,00000025
Standar 4	0,2	0,0060	0,0056	0,0004	0,00000016
Standar 5	0,4	0,0111	0,0107	0,0004	0,00000016
Standar 6	0,8	0,0212	0,0209	0,0003	0,00000009
Standar 7	1,4	0,0361	0,0363	-0,0002	0,00000004
				Jumlah	0,00000100
				SD x/y	0,000377964
				LOD	0,044292712
				LOQ	0,147642372

Keterangan:

- y = Absorbansi
 \hat{y} = yang diregresikan pada garis linier
 SD x/y = Standar Deviasi x/y
 LOD = Limit Deteksi
 LOQ = Limit Kuantitas

L.3.4 Perhitungan Kadar Logam Timbal (Pb) dalam Sampel Buah Pir

1. Absorbansi Sampel

- Supermarket

Lokasi Pengambilan Sampel	Ulangan	Absorbansi sampel	
		Pyrus pyrifolia	Pyrus bretschneideri
Supermarket Kecamatan Blimbing	I	0,0022	0,0025
	II	0,0021	0,0026
	III	0,0023	0,0028
Supermarket Kecamatan Sukun	I	0,0026	0,0035
	II	0,0024	0,0033
	III	0,0027	0,0034
Supermarket Kecamatan Lowokwaru	I	0,0024	0,0025
	II	0,0023	0,0026
	III	0,0026	0,0028
Supermarket Kecamatan Klojen	I	0,0027	0,0030
	II	0,0028	0,0031
	III	0,0030	0,0034
Supermarket Kecamatan Kedungkandang	I	0,0029	0,0031
	II	0,0030	0,0030
	III	0,0028	0,0034

- Pinggir Jalan

Lokasi Pengambilan Sampel	Ulangan	Absorbansi sampel	
		Pyrus pyrifolia	Pyrus bretschneideri
Pinggir Jalan Kecamatan Blimbing	I	0,0017	0,0014
	II	0,0020	0,0015
	III	0,0016	0,0015
Pinggir Jalan Kecamatan Sukun	I	0,0017	0,0019
	II	0,0014	0,0019
	III	0,0015	0,0019
Pinggir Jalan Kecamatan Lowokwaru	I	0,0016	0,0017
	II	0,0014	0,0014
	III	0,0013	0,0015
Pinggir Jalan Kecamatan Klojen	I	0,0020	0,0019
	II	0,0019	0,0017
	III	0,0018	0,0016
Pinggir Jalan Kecamatan Kedungkandang	I	0,0014	0,0014
	II	0,0014	0,0015
	III	0,0014	0,0018

2. Absorbansi zat pengoksidasi (blanko)

Absorbansi zat pengoksidasi = 0,0003

3. Absorbansi sebenarnya

Absorbansi sebenarnya = absorbansi sampel – absorbansi blanko

- Supermarket

Lokasi Pengambilan Sampel	Ulangan	Absorbansi sampel	
		Pyrus pyrifolia	Pyrus bretschneideri
Supermarket Kecamatan Blimbing	I	0,0019	0,0022
	II	0,0018	0,0023
	III	0,0020	0,0025
Supermarket Kecamatan Sukun	I	0,0023	0,0032
	II	0,0021	0,0030
	III	0,0024	0,0031
Supermarket Kecamatan Lowokwaru	I	0,0021	0,0022
	II	0,0020	0,0023
	III	0,0023	0,0025
Supermarket Kecamatan Klojen	I	0,0024	0,0027
	II	0,0025	0,0028
	III	0,0027	0,0031
Supermarket Kecamatan Kedungkandang	I	0,0026	0,0028
	II	0,0027	0,0029
	III	0,0025	0,0031

- Pinggir Jalan

Lokasi Pengambilan Sampel	Ulangan	Absorbansi sampel	
		Pyrus pyrifolia	Pyrus bretschneideri
Pinggir Jalan Kecamatan Blimbing	I	0,0014	0,0011
	II	0,0017	0,0012
	III	0,0013	0,0012
Pinggir Jalan Kecamatan Sukun	I	0,0014	0,0016
	II	0,0011	0,0016
	III	0,0012	0,0016
Pinggir Jalan Kecamatan Lowokwaru	I	0,0013	0,0014
	II	0,0011	0,0011
	III	0,0010	0,0012
Pinggir Jalan Kecamatan Klojen	I	0,0017	0,0016
	II	0,0016	0,0014
	III	0,0015	0,0013
Pinggir Jalan Kecamatan Kedungkandang	I	0,0011	0,0011
	II	0,0011	0,0012
	III	0,0011	0,0015

4. Kadar yang terbaca instrumen

- Supermarket

Lokasi Pengambilan Sampel	Ulangan	Kadar logam Pb (ppm)	
		Pyrus pyrifolia	Pyrus bretschneideri
Supermarket Kecamatan Blimbing	I	0,054	0,066
	II	0,050	0,070
	III	0,058	0,078
Supermarket Kecamatan Sukun	I	0,070	0,101
	II	0,060	0,097
	III	0,074	0,105
Supermarket Kecamatan Lowokwaru	I	0,062	0,066
	II	0,058	0,070
	III	0,070	0,078
Supermarket Kecamatan Klojen	I	0,074	0,085
	II	0,078	0,089
	III	0,085	0,101
Supermarket Kecamatan Kedungkandang	I	0,082	0,089
	II	0,085	0,093
	III	0,078	0,101

$Y = ax + b$

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

- Supermarket Kecamatan Blimbing

- Pyrus pyrifolia

$$C1B = \frac{0,0019 - 0,0005}{0,0256} = 0,054 \text{ mg/L}$$

$$C2B = \frac{0,0018 - 0,0005}{0,0256} = 0,050 \text{ mg/L}$$

$$C3B = \frac{0,0020 - 0,0005}{0,0256} = 0,058 \text{ mg/L}$$

- *Pyrus bretschneideri*

$$Y1B = \frac{0,0022 - 0,0005}{0,0256} = 0,066 \text{ mg/L}$$

$$Y2B = \frac{0,0023 - 0,0005}{0,0256} = 0,070 \text{ mg/L}$$

$$Y3B = \frac{0,0025 - 0,0005}{0,0256} = 0,078 \text{ mg/L}$$

- Supermarket Kecamatan Sukun

- *Pyrus pyrifolia*

$$C1S = \frac{0,0023 - 0,0005}{0,0256} = 0,070 \text{ mg/L}$$

$$C2S = \frac{0,0021 - 0,0005}{0,0256} = 0,062 \text{ mg/L}$$

$$C3S = \frac{0,0024 - 0,0005}{0,0256} = 0,074 \text{ mg/L}$$

- *Pyrus bretschneideri*

$$Y1S = \frac{0,0032 - 0,0005}{0,0256} = 0,105 \text{ mg/L}$$

$$Y2S = \frac{0,0030 - 0,0005}{0,0256} = 0,097 \text{ mg/L}$$

$$Y3S = \frac{0,0031 - 0,0005}{0,0256} = 0,101 \text{ mg/L}$$

- Supermarket Kecamatan Lowokwaru

- *Pyrus pyrifolia*

$$C1L = \frac{0,0021 - 0,0005}{0,0256} = 0,062 \text{ mg/L}$$

$$C2L = \frac{0,0020 - 0,0005}{0,0256} = 0,058 \text{ mg/L}$$

$$C3L = \frac{0,0023 - 0,0005}{0,0256} = 0,070 \text{ mg/L}$$

- *Pyrus bretschneideri*

$$Y1L = \frac{0,0022 - 0,0005}{0,0256} = 0,066 \text{ mg/L}$$

$$Y2L = \frac{0,0023 - 0,0005}{0,0256} = 0,070 \text{ mg/L}$$

$$Y3L = \frac{0,0025 - 0,0005}{0,0256} = 0,078 \text{ mg/L}$$

- Supermarket Kecamatan Klojen

- Pyrus pyrifolia

$$C1K = \frac{0,0024 - 0,0005}{0,0256} = 0,074 \text{ mg/L}$$

$$C2K = \frac{0,0025 - 0,0005}{0,0256} = 0,078 \text{ mg/L}$$

$$C3K = \frac{0,0027 - 0,0005}{0,0256} = 0,085 \text{ mg/L}$$

- Pyrus bretschneideri

$$Y1K = \frac{0,0027 - 0,0005}{0,0256} = 0,085 \text{ mg/L}$$

$$Y2K = \frac{0,0028 - 0,0005}{0,0256} = 0,089 \text{ mg/L}$$

$$Y3K = \frac{0,0031 - 0,0005}{0,0256} = 0,101 \text{ mg/L}$$

- Supermarket Kecamatan Kedungkandang

- Pyrus pyrifolia

$$C1KK = \frac{0,0026 - 0,0005}{0,0256} = 0,082 \text{ mg/L}$$

$$C2KK = \frac{0,0027 - 0,0005}{0,0256} = 0,085 \text{ mg/L}$$

$$C3KK = \frac{0,0025 - 0,0005}{0,0256} = 0,078 \text{ mg/L}$$

- Pyrus bretschneideri

$$Y1KK = \frac{0,0028 - 0,0005}{0,0256} = 0,089 \text{ mg/L}$$

$$Y2KK = \frac{0,0027 - 0,0005}{0,0256} = 0,093 \text{ mg/L}$$

$$Y3KK = \frac{0,0031 - 0,0005}{0,0256} = 0,101 \text{ mg/L}$$

- Pinggir Jalan

Lokasi Pengambilan Sampel	Ulangan	Kadar logam Pb (ppm)	
		Pyrus pyrifolia	Pyrus bretschneideri
Pinggir Jalan Kecamatan Blimbing	I	0,035	0,023
	II	0,046	0,027
	III	0,031	0,027
Pinggir Jalan Kecamatan Sukun	I	0,035	0,042
	II	0,023	0,042
	III	0,027	0,042
Pinggir Jalan Kecamatan Lowokwaru	I	0,031	0,035
	II	0,023	0,023
	III	0,020	0,027
Pinggir Jalan Kecamatan Klojen	I	0,046	0,042
	II	0,042	0,035
	III	0,039	0,031
Pinggir Jalan Kecamatan Kedungkandang	I	0,023	0,023
	II	0,023	0,027
	III	0,023	0,039

- Pinggir Jalan Kecamatan Blimbing

- Pyrus pyrifolia

$$C1B = \frac{0,0014 - 0,0005}{0,0256} = 0,035 \text{ mg/L}$$

$$C2B = \frac{0,0017 - 0,0005}{0,0256} = 0,046 \text{ mg/L}$$

$$C3B = \frac{0,0013 - 0,0005}{0,0256} = 0,031 \text{ mg/L}$$

- Pyrus bretschneideri

$$Y1B = \frac{0,0011 - 0,0005}{0,0256} = 0,023 \text{ mg/L}$$

$$Y2B = \frac{0,0012 - 0,0005}{0,0256} = 0,027 \text{ mg/L}$$

$$Y3B = \frac{0,0012 - 0,0005}{0,0256} = 0,027 \text{ mg/L}$$

- Pinggir Jalan Kecamatan Sukun

- Pyrus pyrifolia

$$C1S = \frac{0,0014 - 0,0005}{0,0256} = 0,035 \text{ mg/L}$$

$$C2S = \frac{0,0011 - 0,0005}{0,0256} = 0,023 \text{ mg/L}$$

$$C3S = \frac{0,0012 - 0,0005}{0,0256} = 0,027 \text{ mg/L}$$

- *Pyrus bretschneideri*

$$Y1S = \frac{0,0016 - 0,0005}{0,0256} = 0,042 \text{ mg/L}$$

$$Y2S = \frac{0,0016 - 0,0005}{0,0256} = 0,042 \text{ mg/L}$$

$$Y3S = \frac{0,0016 - 0,0005}{0,0256} = 0,042 \text{ mg/L}$$

- Pinggir Jalan Kecamatan Lowokwaru

- *Pyrus pyrifolia*

$$C1L = \frac{0,0013 - 0,0005}{0,0256} = 0,031 \text{ mg/L}$$

$$C2L = \frac{0,0011 - 0,0005}{0,0256} = 0,023 \text{ mg/L}$$

$$C3L = \frac{0,0010 - 0,0005}{0,0256} = 0,019 \text{ mg/L}$$

- *Pyrus bretschneideri*

$$Y1L = \frac{0,0014 - 0,0005}{0,0256} = 0,035 \text{ mg/L}$$

$$Y2L = \frac{0,0011 - 0,0005}{0,0256} = 0,023 \text{ mg/L}$$

$$Y3L = \frac{0,0012 - 0,0005}{0,0256} = 0,027 \text{ mg/L}$$

- Pinggir Jalan Kecamatan Klojen

- *Pyrus pyrifolia*

$$C1K = \frac{0,0017 - 0,0005}{0,0256} = 0,046 \text{ mg/L}$$

$$C2K = \frac{0,0016 - 0,0005}{0,0256} = 0,042 \text{ mg/L}$$

$$C3K = \frac{0,0015 - 0,0005}{0,0256} = 0,039 \text{ mg/L}$$

- *Pyrus bretschneideri*

$$Y1K = \frac{0,0016 - 0,0005}{0,0256} = 0,042 \text{ mg/L}$$

$$Y2K = \frac{0,0014 - 0,0005}{0,0256} = 0,035 \text{ mg/L}$$

$$Y3K = \frac{0,0013 - 0,0005}{0,0256} = 0,031 \text{ mg/L}$$

- Pinggir Jalan Kecamatan Kedungkandang

- *Pyrus pyrifolia*

$$C1KK = \frac{0,0011 - 0,0005}{0,0256} = 0,023 \text{ mg/L}$$

$$C2KK = \frac{0,0011 - 0,0005}{0,0256} = 0,023 \text{ mg/L}$$

$$C3KK = \frac{0,0011 - 0,0005}{0,0256} = 0,023 \text{ mg/L}$$

- *Pyrus bretschneideri*

$$Y1KK = \frac{0,0011 - 0,0005}{0,0256} = 0,023 \text{ mg/L}$$

$$Y2KK = \frac{0,0012 - 0,0005}{0,0256} = 0,027 \text{ mg/L}$$

$$Y3KK = \frac{0,0015 - 0,0005}{0,0256} = 0,039 \text{ mg/L}$$

5. Kadar sebenarnya

- Supermarket

Lokasi Pengambilan Sampel	Ulangan	Kadar logam Pb (ppm)	
		<i>Pyrus pyrifolia</i>	<i>Pyrus bretschneideri</i>
Supermarket Kecamatan Blimbing	I	0,5	0,6
	II	0,5	0,7
	III	0,5	0,7
Supermarket Kecamatan Sukun	I	0,7	1
	II	0,6	0,9
	III	0,7	1
Supermarket Kecamatan Lowokwaru	I	0,6	0,6
	II	0,5	0,7
	III	0,7	0,7
Supermarket Kecamatan Klojen	I	0,7	0,8
	II	0,7	0,8
	III	0,8	1
Supermarket Kecamatan Kedungkandang	I	0,8	0,8
	II	0,8	0,9
	III	0,7	1

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

Dimana:

b= Konsentrasi yang terbaca instrumen (mg/L)

V= Volume larutan (L)

W= Berat sampel (Kg)

- Supermarket Kecamatan Blimbing

- *Pyrus pyrifolia*

$$C1B = \frac{0,054 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 0,02 \text{ L}}{0,002 \text{ kg}} = 0,5 \text{ mg/kg}$$

$$C2B = \frac{0,050 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 0,02 \text{ L}}{0,002 \text{ kg}} = 0,5 \text{ mg/kg}$$

$$C3B = \frac{0,058 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 0,02 \text{ L}}{0,002 \text{ kg}} = 0,5 \text{ mg/kg}$$

- *Pyrus bretschneideri*

$$Y1B = \frac{0,066 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,6 \text{ mg/kg}$$

$$Y2B = \frac{0,070 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,7 \text{ mg/kg}$$

$$Y3B = \frac{0,078 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,7 \text{ mg/kg}$$

- Supermarket Kecamatan Sukun

- *Pyrus pyrifolia*

$$C1S = \frac{0,070 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,7 \text{ mg/kg}$$

$$C2S = \frac{0,062 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,6 \text{ mg/kg}$$

$$C3S = \frac{0,074 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,7 \text{ mg/kg}$$

- *Pyrus bretschneideri*

$$Y1S = \frac{0,105 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 1 \text{ mg/kg}$$

$$Y2S = \frac{0,097 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,9 \text{ mg/kg}$$

$$Y3S = \frac{0,101 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 1 \text{ mg/kg}$$

- Supermarket Kecamatan Lowokwaru

- *Pyrus pyrifolia*

$$C1L = \frac{0,062 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,6 \text{ mg/kg}$$

$$C2L = \frac{0,058 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,5 \text{ mg/kg}$$

$$C3L = \frac{0,070 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,7 \text{ mg/kg}$$

- *Pyrus bretschneideri*

$$Y1L = \frac{0,066 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,6 \text{ mg/kg}$$

$$Y2L = \frac{0,070 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,7 \text{ mg/kg}$$

$$Y3L = \frac{0,078 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,7 \text{ mg/kg}$$

- Supermarket Kecamatan Klojen

- *Pyrus pyrifolia*

- $C1K = \frac{0,074 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,7 \text{ mg/kg}$

$$C2K = \frac{0,078 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,7 \text{ mg/kg}$$

$$C3K = \frac{0,085 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,8 \text{ mg/kg}$$

- *Pyrus bretschneideri*

$$Y1K = \frac{0,085 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,8 \text{ mg/kg}$$

$$Y2K = \frac{0,089 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,8 \text{ mg/kg}$$

$$Y3K = \frac{0,101 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 1 \text{ mg/kg}$$

- Supermarket Kecamatan Kedungkandang

- *Pyrus pyrifolia*

$$C1KK = \frac{0,082 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,8 \text{ mg/kg}$$

$$C2KK = \frac{0,085 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,8 \text{ mg/kg}$$

$$C3KK = \frac{0,078 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,7 \text{ mg/kg}$$

- *Pyrus bretschneideri*

$$Y1KK = \frac{0,089 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,8 \text{ mg/kg}$$

$$Y2KK = \frac{0,093 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,9 \text{ mg/kg}$$

$$Y3KK = \frac{0,101 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 1 \text{ mg/kg}$$

- Pinggir Jalan

Lokasi Pengambilan Sampel	Ulangan	Kadar logam Pb (ppm)	
		Pyrus pyrifolia	Pyrus bretschneideri
Pinggir Jalan Kecamatan Blimbing	I	0,3	0,2
	II	0,4	0,2
	III	0,3	0,2
Pinggir Jalan Kecamatan Sukun	I	0,3	0,4
	II	0,2	0,4
	III	0,2	0,4
Pinggir Jalan Kecamatan Lowokwaru	I	0,3	0,3
	II	0,2	0,2
	III	0,1	0,2
Pinggir Jalan Kecamatan Klojen	I	0,4	0,4
	II	0,4	0,3
	III	0,3	0,3
Pinggir Jalan Kecamatan Kedungkandang	I	0,2	0,2
	II	0,2	0,2
	III	0,2	0,3

- Pinggir Jalan Kecamatan Blimbing

- Pyrus pyrifolia

$$C1B = \frac{0,035 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,3 \text{ mg/kg}$$

$$C2B = \frac{0,046 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,4 \text{ mg/kg}$$

$$C3B = \frac{0,031 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,3 \text{ mg/kg}$$

- Pyrus bretschneideri

$$Y1B = \frac{0,023 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,2 \text{ mg/kg}$$

$$Y2B = \frac{0,027 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,2 \text{ mg/kg}$$

$$Y3B = \frac{0,027 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,2 \text{ mg/kg}$$

- Pinggir Jalan Kecamatan Sukun

- Pyrus pyrifolia

$$C1S = \frac{0,035 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,3 \text{ mg/kg}$$

$$C2S = \frac{0,023 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,2 \text{ mg/kg}$$

$$C3S = \frac{0,027 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,2 \text{ mg/kg}$$

- *Pyrus bretschneideri*

$$Y1S = \frac{0,042 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,4 \text{ mg/kg}$$

$$Y2S = \frac{0,042 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,4 \text{ mg/kg}$$

$$Y3S = \frac{0,042 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,4 \text{ mg/kg}$$

- Pinggir Jalan Kecamatan Lowokwaru

- *Pyrus pyrifolia*

$$C1L = \frac{0,031 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,3 \text{ mg/kg}$$

$$C2L = \frac{0,023 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,2 \text{ mg/kg}$$

$$C3L = \frac{0,019 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,1 \text{ mg/kg}$$

- *Pyrus bretschneideri*

$$Y1L = \frac{0,035 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,3 \text{ mg/kg}$$

$$Y2L = \frac{0,023 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,2 \text{ mg/kg}$$

$$Y3L = \frac{0,027 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,2 \text{ mg/kg}$$

- Pinggir Jalan Kecamatan Klojen

- *Pyrus pyrifolia*

- $C1K = \frac{0,046 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,4 \text{ mg/kg}$

$$C2K = \frac{0,042 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,4 \text{ mg/kg}$$

$$C3K = \frac{0,039 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,3 \text{ mg/kg}$$

- *Pyrus bretschneideri*

$$Y1K = \frac{0,042 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,4 \text{ mg/kg}$$

$$Y2K = \frac{0,035 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,3 \text{ mg/kg}$$

$$Y3K = \frac{0,031 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,3 \text{ mg/kg}$$

- Pinggir Jalan Kecamatan Kedungkandang

- *Pyrus pyrifolia*

$$C1KK = \frac{0,023 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,2 \text{ mg/kg}$$

$$C2KK = \frac{0,023 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,2 \text{ mg/kg}$$

$$C3KK = \frac{0,023 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,2 \text{ mg/kg}$$

- *Pyrus bretschneideri*

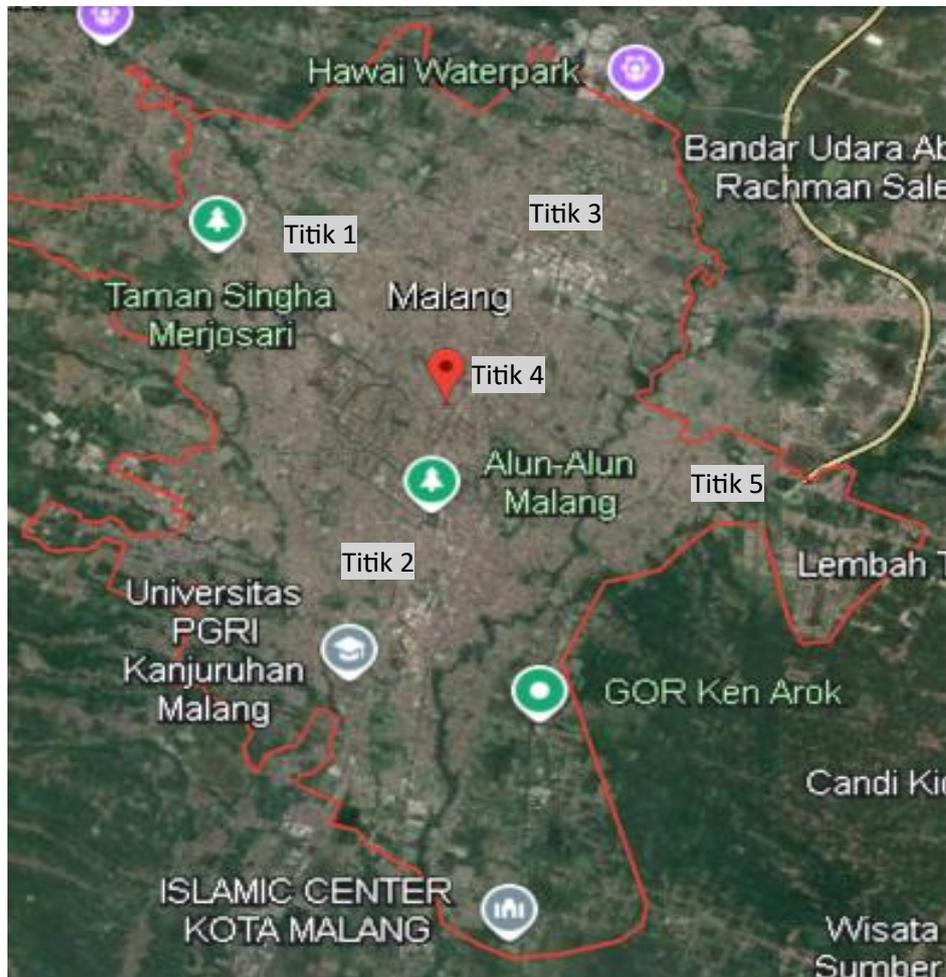
$$Y1KK = \frac{0,023 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,2 \text{ mg/kg}$$

$$Y2KK = \frac{0,027 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,2 \text{ mg/kg}$$

$$Y3KK = \frac{0,039 \frac{mg}{L} \times 0,02 L}{0,002 kg} = 0,3 \text{ mg/kg}$$

Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian

TITIK SAMPLING



Titik 1 : Kecamatan Lowokwaru

Titik 2 : Kecamatan Sukun

Titik 3 : Kecamatan Blimbing

Titik 4 : Kecamatan Klojen

Titik 5 : kecamatan Kedungkandang

PERLAKUAN

Penghalusan



Penimbangan

Penambahan
Pelarut

Refluks



Hasil Refluks



Penyaringan



Pengenceran



Analisis AAS

Lampiran 5. Hasil uji Two Way ANOVA

Uji kadar logam Pb pada Buah Pir yang dijual dipinggir jalan dan supermarket

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Kadar Logam Pb

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	3.929 ^a	19	.207	62.918	<.001
Intercept	17.822	1	17.822	5422.363	<.001
Jenis	.205	2	.103	31.221	<.001
Titik	.400	8	.050	15.213	<.001
Jenis * Titik	.104	8	.013	3.942	.002
Error	.131	40	.003		
Total	21.882	60			
Corrected Total	4.061	59			

a. R Squared = .968 (Adjusted R Squared = .952)

Kadar Logam Pb

Tukey HSD^{a,b}

Jenis Buah	N	Subset		
		1	2	3
Pyrus Pyrifolia Pinggir Jalan	15	.311		
Pyrus Bretschneideri Pinggir Jalan	15	.316		
Pyrus Pyrifolia Supermarket	15		.694	
Pyrus Bretschneideri Supermarket	15			.859
Sig.		.994	1.000	1.000

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 = 15.000.

b. Alpha = 0.05.

Kadar Logam Pb

Tukey HSD^{a,b}

Titik Sampling	N	Subset			
		1	2	3	4
Pinggir Jalan Lowokwaru	6	.263			
Pinggir Jalan Kedungkandang	6	.263			
Pinggir Jalan Blimbing	6	.315	.315		
Pinggir Jalan Sukun	6	.333	.333		
Pinggir Jalan Klojen	6		.392		
Supermarket Blimbing	6			.627	
Supermarket Lowokwaru	6			.673	
Supermarket Sukun	6				.848
Supermarket Klojen	6				.855
Supermarket Kedungkandang	6				.880
Sig.		.528	.401	.917	.993

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 = 6.000.

b. Alpha = 0.05.