



JURUSAN  
TEKNIK LINGKUNGAN

## **TUGAS AKHIR**

### **Analisis Kadar Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Pada Kangkung di Pasar Tradisional dan Pasar *Modern* Daerah Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta**

**Reynaldi Rohmatullah**  
**18513159**

**Dosen Pembimbing:**  
**Prof.Ir.Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D., I.P.U**

**Program Studi Teknik Lingkungan Program Sarjana**  
**Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan**  
**Universitas Islam Indonesia**  
**2025**



DEPARTMENT  
ENVIRONMENTAL ENGINEERING

## **BACHELOR THESIS**

# **Analysis of *Lead (Pb)* and *Cadmium (Cd)* Heavy Metal Levels in Water Spinach from Tradisional and Modern Markets in Sleman, Special Region of Yogyakarta**

**Reynaldi Rohmatullah**

**18513159**

**Supervisor:**

**Prof.Ir.Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D., I.P.U**

**Environmental Engineering Bachelor Program**

**Faculty of Civil Engineering and Planning**

**Universitas Islam Indonesia**

**2025**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**TUGAS AKHIR**

**Analisis Kadar Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada  
Kangkung di Pasar Tradisional dan *Modern* daerah Sleman, Daerah  
Istimewa Yogyakarta**

Tugas akhir ini disusun dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Program Studi Teknik Lingkungan Program Sarjana Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

**Reynaldi Rohmatullah**  
**18513159**

Tugas akhir ini telah diuji pada tanggal 10 Juli 2025 dan disetujui oleh:

Prof. Ir. Eko Siswoyo, S.T., M.Sc. ES., Ph.D., I.P.U

  
(Pembimbing)

Annisa Nur Lathifah, S.Si, M.Biotech, M.Agr. Ph.D.

  
17/07/2025  
(Penguji 1)

Diah Ayu Prawitasari, S.T., M.T.

  
17/7/25  
(Penguji 2)

Mengetahui,  
Ketua Prodi Teknik Lingkungan Program Sarjana

  
Any Julianti, S.T., M.Sc.(Res.Eng.), Ph.D.



## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga tugas akhir ini berhasil diselesaikan dengan judul **“Analisis Kadar Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Pada Kangkung di Pasar Tradisional dan Pasar *Modern* daerah Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta”**

Tersusunnya laporan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, saya ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah subhanahu wa ta'ala atas nikmat kesehatan, kekuatan, dan anugrah-Nya sehingga laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan.
2. Orang tua dan saudara kandung saya yang telah memberikan dukungan moral dan materi dari tahap perencanaan, pelaksanaan penelitian, hingga penyusunan laporan ini.
3. Bapak Prof. Ir. Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D., I.P.U sebagai dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan dari perencanaan penelitian, pelaksanaan penelitian, hingga penyusunan laporan ini.
4. Bapak dan ibu laboran di Laboratorium Kualitas Lingkungan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan atas pendampingan dan bimbingan selama penelitian berlangsung.
5. Teman-teman terdekat yang membantu dalam penelitian ini dengan saran, kerja keras, dan semangat yang diberikan.
6. Semua pihak yang telah membantu sampai saat ini dan tidak dapat disebutkan satu per satu.

Sleman, 27 Juni 2025

Reynaldi Rohmatullah

# **Analisis Kadar Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Pada Kangkung di Pasar Tradisional dan *Modern* daerah Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta**

Mahasiswa : Reynaldi Rohmatullah  
NIM : 18513159  
Program Studi : Teknik Lingkungan - Program Sarjana  
Pembimbing : Prof. Ir. Eko Siswoyo, S.T., M.Sc. ES., Ph.D., I.P.U.

## **Abstrak**

REYNALDI ROHMATULLAH. Analisis Kadar Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Pada Kangkung di Pasar Tradisional dan Pasar *Modern* daerah Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Dibimbing oleh Prof. Ir. EKO SISWOYO, S.T., M.Sc.ES., Ph.D., I.P.U.:

Tanaman kangkung merupakan salah satu sayuran yang paling banyak dikonsumsi di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada kangkung yang dijual di pasar Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, serta persebarannya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Spektrofotometri Serapan Atom (SSA), yang merupakan teknik untuk mengukur konsentrasi logam dalam sampel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan kadmium tertinggi pada pasar modern ditemukan pada sampel Superindo SCH dengan nilai 0,684 mg/kg, sementara kandungan kadmium tertinggi pada pasar tradisional ditemukan pada sampel Pasar Jangkang dengan nilai 2,214 mg/kg, keduanya melebihi batas maksimum cemaran kadmium yang ditetapkan oleh SNI 4480:2016 yaitu 0,2 mg/kg. Kandungan timbal tertinggi pada pasar modern ditemukan pada sampel Pasar Sidorejo Baru dengan nilai 0,0516 mg/kg, sedangkan kandungan timbal tertinggi pada pasar tradisional ditemukan pada sampel Pasar Jangkang dengan nilai 0,222 mg/kg, namun semua nilai berada di bawah batas maksimum cemaran timbal yang ditetapkan oleh SNI 7387:2016 yaitu 0,5 mg/kg. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa kandungan timbal dalam kangkung yang dijual di pasar modern maupun pasar tradisional berada dalam batas aman, namun kandungan kadmium pada beberapa sampel melebihi batas yang ditetapkan oleh SNI, khususnya di pasar tradisional, yang menunjukkan perlunya pengawasan yang lebih ketat terhadap kandungan logam berat.

Kata kunci: Analisis Logam Berat, Kadmium (Cd), Kangkung, Timbal (Pb)

# **Analysis of *Lead* (Pb) and *Cadmium* (Cd) Heavy Metal Levels in Water Spinach from Tradisional and Modern Markets in Sleman, Special Region of Yogyakarta**

*Student* : Reynaldi Rohmatullah  
*Student Number* : 18513159  
*Study Program* : Environmental Engineering – Bachelor Program  
*Supervisor* : Prof. Ir. Eko Siswoyo, S.T., M.Sc. ES., Ph.D., I.P.U

## ***Abstract***

*REYNALDI ROHMATULLAH. Analysis of Heavy Metal Content of Lead (Pb) and Cadmium (Cd) in Water Spinach at Traditional Markets and Modern Markets in Sleman, Special Region of Yogyakarta. Supervised by Prof.Ir. EKO SISWOYO, S.T., M.Sc.ES., Ph.D., I.P.U.:*

*Water spinach (Ipomoea aquatica Forsk) is one of the most consumed vegetables in Indonesia. This research aims to determine the levels of heavy metals lead (Pb) and cadmium (Cd) in water spinach sold in Sleman markets, Special Region of Yogyakarta, as well as their distribution. The method used in this research is Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). a technique to measure metal concentrations in samples. The results of the study indicate that the highest cadmium content in modern markets was found in Superindo SCH Leaf samples with a value of 0.252 mg/kg, while the highest cadmium content in traditional markets was found in Pasar Jangkang Leaf samples with a value of 1.194 mg/kg, both exceeding the maximum contamination limit for cadmium set by SNI 4480:2016, which is 0.2 mg/kg. The highest lead content in modern markets was found in Pasar Sidorejo Baru Stem samples with a value of 0.0516 mg/kg, while the highest lead content in traditional markets was found in Pasar Jangkang Leaf samples with a value of 0.222 mg/kg, but all values were below the maximum contamination limit for lead set by SNI 7387:2016, which is 0.5 mg/kg. The conclusion of this research is that the lead content in water spinach sold in modern and traditional markets is within safe limits, but the cadmium content in some samples exceeds the limit set by SNI, especially in traditional markets, indicating the need for stricter monitoring of heavy metal content in food products sold in traditional markets.*

*Key words: Heavy Metal Analysis, Cadmium (Cd), Water Spinach, Lead (Pb)*

## DAFTAR ISI

PRAKATA	i
Abstrak	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I PENDAHULUAN	9
1.1 Latar Belakang	9
1.2 Perumusan Masalah	10
1.3 Tujuan Penelitian	11
1.4 Manfaat Penelitian	11
1.5 Ruang Lingkup	11
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	12
2.1 Logam Kadmium (Cd)	12
2.2 Dampak logam Berat Kadmium (Cd)	12
2.3 Logam Timbal (Pb)	13
2.4 Dampak Logam Berat Timbal (Pb)	13
2.5 Kangkung	14
2.6 Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)	14
2.7 Mekanisme Akumulasi Logam Berat pada Tanaman Kangkung	14
2.8 Mekanisme Pb dan Cd terakumulasi dalam tubuh manusia	15
2.9 Penelitian Terdahulu	16
BAB III METODE PENELITIAN	18
3.1 Waktu dan Lokasi	18
3.2 Alat dan Bahan	18
3.3 Parameter dan Metode Uji	18
3.4 Pengumpulan data	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23

4.1 Hasil Analisa kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd)	23
BAB V PENUTUP	32
5.1 Kesimpulan	32
5.2 Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN	56

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1. Titik Koordinat Pasar Daerah Istimewa Yogyakarta.....	19
Tabel 4. 1 Lokasi Asal Sampel Kangkung.....	27

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3 1 Diagram Alir Penelitian .....	21
Gambar 3 2 Diagram Alir Prosedur Penelitian .....	22
Gambar 4. 1 Hasil analisis logam berat Pb .....	23
Gambar 4. 2 Hasil Analisis Logam Berat Cd .....	24
Gambar 4. 3 Perbandingan Pasar Modern dan Pasar Tradisional.....	30

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 1 Perhitungan.....	56
Lampiran 1 2 .....	57
Lampiran 1 3 Dokumentasi.....	59

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Logam berat merupakan unsur logam yang memiliki sifat toksik dan berbahaya jika terakumulasi di dalam tubuh dalam jumlah melebihi ambang batas (Ashraf, 2006). Beberapa logam berat yang bersifat toksik di antaranya adalah timbal (Pb) dan kadmium (Cd), yang diketahui dapat menghambat penyerapan nutrisi esensial, mengganggu sistem enzim, serta menyebabkan kerusakan saraf dan gangguan metabolisme (Ashraf, 2006; Alloway, 1990).

Sumber utama pencemaran logam berat di lingkungan berasal dari aktivitas manusia, seperti pembuangan limbah industri, penggunaan bahan kimia, serta emisi kendaraan bermotor. Pencemaran logam berat di air umumnya lebih tinggi dibandingkan di darat, karena logam-logam tersebut dapat terbawa oleh air hujan dan mengendap di perairan, lalu terserap oleh tanaman melalui akar atau stomata daun (Darmono, 1995; El Nemr et al., 2016). Logam-logam ini dapat masuk ke jaringan tanaman, merusak struktur protein, dan menyebabkan gangguan fungsi seluler.

Timbal (Pb) merupakan salah satu logam berat yang tergolong sangat beracun dan banyak ditemukan dalam limbah dari pembakaran bahan bakar fosil, pabrik peleburan logam, industri baterai, tekstil, kaca, keramik, dan lainnya. Paparan Pb dalam jangka panjang, khususnya pada anak-anak, dapat menyebabkan neurotoksisitas dan gangguan perkembangan perilaku (Darmono, 2001). Kadmium (Cd) juga tergolong logam berat non-esensial yang tidak memiliki manfaat fisiologis dan dapat merusak ginjal serta menyebabkan penyakit tulang dan paru-paru jika terakumulasi dalam tubuh (Yudo, 2018).

Salah satu jalur masuknya logam berat ke tubuh manusia adalah melalui konsumsi sayuran yang terkontaminasi. Kangkung (*Ipomoea aquatica Forsk.*) merupakan jenis sayuran daun yang sangat populer di Indonesia karena kandungan vitamin A, B, C dan mineral seperti zat besi yang bermanfaat bagi kesehatan (Rohmaniyah et al., 2015). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2019), konsumsi sayur di Indonesia mencapai 209,89 gram per kapita per hari, dengan kangkung menjadi salah satu yang paling banyak dikonsumsi sebesar 10,46 gram per kapita per hari. Sayuran ini mudah didapat baik di pasar tradisional maupun modern dengan harga terjangkau.

Namun, meskipun mengandung manfaat gizi yang tinggi, kangkung juga berpotensi terkontaminasi logam berat, terutama jika ditanam di daerah yang tercemar atau diirrigasi oleh air yang terkontaminasi limbah. Batas maksimum cemaran timbal (Pb) pada sayuran telah ditetapkan oleh

Badan Standardisasi Nasional (2016) sebesar 0,5 mg/kg, dan Kadmium sebesar 0,2 mg/kg. Konsentrasi yang melebihi ambang batas tersebut dapat menimbulkan risiko kesehatan bagi konsumen.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengungkapkan tingginya kandungan logam berat pada kangkung. Fitriani (2020) melaporkan bahwa kadar timbal pada kangkung yang dijual di Pasar Tradisional Kampung Lalan, Medan, mencapai 1,0246 mg/kg. Adila et al. (2014) juga menemukan kandungan timbal sebesar 1,22 hingga 22,06 mg/kg pada kangkung di tiga pasar tradisional di Kecamatan Cilandak, Jakarta Selatan. Temuan-temuan ini menunjukkan perlunya pemantauan kadar logam berat pada sayuran yang beredar di pasaran.

Sleman sebagai salah satu kabupaten di Daerah Istimewa Yogyakarta memiliki banyak pasar tradisional maupun modern yang menjadi pusat distribusi sayur-mayur, termasuk kangkung. Aktivitas urbanisasi, lalu lintas kendaraan bermotor, serta penggunaan lahan yang intensif dapat menjadi sumber potensial pencemaran logam berat. Sayangnya, hingga saat ini belum banyak penelitian yang mengkaji kandungan logam berat pada kangkung secara spesifik di wilayah Sleman, apalagi yang membandingkan antara pasar tradisional dan modern. Padahal, perbedaan sistem distribusi, kebersihan, dan lokasi pasar bisa berkontribusi terhadap tingkat kontaminasi logam berat dalam komoditas sayuran yang dijual.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kadar logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada kangkung yang dijual di pasar tradisional dan pasar modern di wilayah Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengkaji sebaran dan membandingkan kadar logam berat antar lokasi pasar. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai tingkat keamanan konsumsi kangkung dan menjadi bahan pertimbangan bagi pihak terkait dalam pengawasan mutu pangan di wilayah Sleman.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Dari latar belakang diatas dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

- 1) Bagaimana kadar logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada kangkung yang beredar di pasar Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta ?
- 2) Bagaimana persebaran logam berat pada kangkung di pasar Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta ?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Menganalisis kadar logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada kangkung yang beredar di pasar Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
- 2) Menganalisis persebaran logam berat pada kangkung di pasar Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang di harapkan dari penelitian ini adalah memberikan informasi tingkat pencemaran logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada kangkung yang beredar di pasar Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.

### **1.5 Ruang Lingkup**

Terkait dengan penelitian yang dilakukan, untuk menghindari penyimpangan, pelebaran fokus, dan memudahkan pelaksanaan penelitian, maka digunakan ruang lingkup sebagai berikut :

- 1) Penelitian dilakukan di Laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP Kampus terpadu UII.
- 2) Kangkung yang digunakan yaitu kangkung yang beredar di pasar Tradisional dan Modern daerah Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
- 3) Pengujian dilakukan menggunakan alat AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*)
- 4) Penelitian ini dilakukan pada kangkung dalam kondisi segar dan utuh bagiannya, mencakup akar, batang, dan daun.
- 5) Penelitian ini hanya fokus pada pasar tradisional dan pasar modern di kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Logam Kadmium (Cd)**

Kadmium (Cd) adalah logam putih keperakan yang mirip dengan aluminium, tahan panas, dan tahan korosi. Kadmium memiliki titik leleh 321°C, titik didih 767°C, dan massa jenis 8,65 g/cm<sup>3</sup>. Logam ini termasuk dalam golongan IIB pada tabel periodik unsur kimia, dengan nomor atom 48 dan berat atom 112,4. Kadmium digunakan dalam proses elektrolisis, sebagai pigmen dalam pembuatan cat, enamel, dan plastik. Kadmium adalah logam berat yang berbahaya karena dapat menimbulkan risiko tinggi pada pembuluh darah. Paparan jangka panjang terhadap kadmium dapat menyebabkan akumulasi dalam tubuh, terutama di hati dan ginjal (Palar, 2004). Kadmium adalah logam berat yang berasal dari kerak bumi, baik dalam bentuk bahan murni, organik, maupun anorganik. Logam ini awalnya ditambang dari bawah tanah (kerak bumi), kemudian dilebur dan dimurnikan di pabrik menjadi logam murni. Selama proses pemurnian, mulai dari peleburan hingga menjadi logam, sebagian kadmium terbuang ke lingkungan (Palar, 2008). Di daerah yang telah tercemar kadmium (Cd), logam ini diserap oleh tanaman dalam bentuk ion dari tanah melalui akarnya dan didistribusikan ke seluruh bagian tanaman. Jumlah ion Cd yang diserap oleh tanaman dipengaruhi oleh faktor pH tanah, kandungan mineral lain, dan pemupukan. Jika tanaman tersebut dikonsumsi oleh manusia, ion kadmium akan masuk ke dalam tubuh manusia (Darmono, 2008). Sumber alami dan antropogenik kadmium termasuk buangan industri, penggunaan pupuk dan lumpur tanah pertanian dapat menyebabkan pencemaran tanah. Hal tersebut mengakibatkan peningkatan pengambilan kadmium oleh hasil panen dan sayuran untuk konsumsi manusia. Proses pengambilan kadmium tanah oleh tanaman akan meningkat pada pH rendah (Jarup et al., 1998).

#### **2.2 Dampak logam Berat Kadmium (Cd)**

Kadmium (Cd) merupakan logam yang bila masuk ke dalam tubuh akan mengendap dan berakumulasi dalam waktu tertentu. Akibatnya akan menyebabkan kerusakan, tidak hanya pada tulang dan ginjal tetapi juga testis, jantung, hati, otak dan system darah. Kadmium juga dapat mengakibatkan gangguan psikologi dikarenakan kemiripan sifat kimianya dengan seng (Achmad, 2004). Kadmium memiliki efek unik pada anak-anak, yaitu dapat membantu perkembangan otak. Namun, bagi orang dewasa, kadmium memiliki efek negatif seperti meningkatkan risiko kanker payudara, penyakit kardiovaskular atau paru-paru, dan penyakit jantung. Efek toksisitas kadmium lainnya termasuk

kegagalan fungsi ginjal, encok, pembentukan artritis, dan kerusakan tulang (Chen, 2009). Efek klinis lainnya dari paparan kadmium termasuk mual, muntah, diare, kram otot, anemia, dermatitis, pertumbuhan lambat, serta kerusakan ginjal dan hati. Kadmium juga dapat menyebabkan gangguan kardiovaskular, emfisema, dan degenerasi testis. Selain itu, masalah kesehatan seperti kulit gatal dan bersisik merupakan gejala alergi yang berkaitan erat dengan pencemaran kadmium (Irfandi et al, 2013).

### **2.3 Logam Timbal (Pb)**

Timbal, yang dalam bahasa Latin disebut Plumbum (Pb), adalah logam lunak dengan warna abu-abu kebiruan yang mengkilap. Logam ini memiliki titik leleh rendah dan mudah dibentuk. Karena sifat kimianya yang aktif, timbal sering digunakan untuk melapisi logam lain agar tidak berkarat. Timbal meleleh pada suhu 327,5 °C dan mendidih pada suhu 1740 °C (3.160 °F). Timbal biasanya ditemukan dalam bentuk sulfida dan memiliki gravitasi spesifik 11,34 serta berat molekul 207,20 (Rudiyanti, 2009). Timbal (Pb) termasuk dalam golongan IVA pada tabel periodik unsur kimia, dengan nomor atom 82 dan berat atom 207,2. Timbal, yang dikenal sebagai logam berat, secara alami terdapat dalam kerak bumi dan tersebar dalam jumlah kecil melalui proses alami seperti letusan gunung berapi dan proses geokimia. (Palar, 2004). Timbal (Pb) adalah ion logam kelas B yang sangat beracun. Kontaminasi timbal dapat menyebabkan gangguan genetik dan fisik (Prasetya et al., 2007). Sumber paparan timbal meliputi kebanyakan proses industri, makanan dan merokok, air minum dan sumber domestik. Sumber domestik meliputi mesin atau bahan bakar, cat rumah, peluru timbal, pipa ledeng, mainan dan keran (Thurmer et al., 2002). Lebih dari 100 hingga 200.0000 ton timbal per tahun dilepaskan dari knalpot kendaraan di Amerika Serikat. Beberapa diserap oleh tumbuhan, kemudian masuk ke tanah dan mengalir ke dalam air. Oleh karena itu, paparan timbal pada manusia dapat disebabkan oleh makanan maupun air minum (Goyer, 1990).

### **2.4 Dampak Logam Berat Timbal (Pb)**

Keracunan akibat kontaminasi logam timbal (Pb) bisa menimbulkan berbagai macam hal, antara lain memperpendek umur sel darah merah, menurunkan jumlah sel darah merah dan kadar sel darah merah yang masih muda (retikulosit) (Widowati, 2008). Kemudian paparan timbal dalam jangka panjang pada orang dewasa, dapat menyebabkan penurunan kinerja kognitifnya, anemia, peningkatan tekanan darah, hal ini terjadi terutama pada orang tua dan lanjut usia. Kerusakan parah pada otak dan ginjal, baik pada orang dewasa maupun anak-anak, ditemukan terkait dengan paparan kadar timbal yang tinggi yang mengakibatkan kematian. Pada wanita hamil, paparan timbal yang tinggi dapat

menyebabkan keguguran. Paparan timbal kronis dapat menurunkan kesuburan pada laki-laki (ATSDR, 2020). Dampaknya pada manusia mampu mempengaruhi semua organ, target yang paling terpengaruh terhadap paparannya adalah sistem saraf (Wani et al., 2015).

## **2.5 Kangkung**

Sayuran adalah makanan yang baik untuk manusia dan hewan, tetapi dapat menyebabkan perpindahan logam beracun seperti timbal, kadmium, kromium, dan seng ke dalam tubuh makhluk hidup lainnya (Sari, 2011). Kangkung (*Ipomoea sp.*) adalah tanaman yang hidup sepanjang tahun dan tumbuh di wilayah tropis serta subtropis (Adrian, 2012). Tanaman ini termasuk dalam famili *Convolvulaceae* dan memiliki batang yang kecil, bulat, panjang, mengandung getah, serta bagian dalamnya berongga (Juniyati et al., 2016).

## **2.6 Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)**

SSA (Spektrofotometri Serapan Atom) adalah alat yang dipakai untuk mengukur logam berat dan logam ringan, SSA biasa dipakai untuk menganalisa konsentrasi lebih dari 62 tipe logam berlainan dalam suatu air metode ini memakai nyali api untuk mengatomisasi sampel, atau umumnya juga memakai peranti penyemprot lainnya semacam tunggu grafit (Anshori, 2005).

Peristiwa serapan atom pertama kali ditinjau oleh Fraunhofer, ketika meninjau garis-garis hitam pada lingkup surya. Sementara itu yang memakai prinsip serapan molekul pada perspektif analisa ialah seorang Australia bernama Alan Walsh tahun 1995. Sebelumnya ahli kimia banyak tertarik pada cara-cara spektrometri metode analisis spektografik. Beberapa cara ini amat sulit dan memakan waktu yang panjang, maka dari itu segera digantikan dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).

## **2.7 Mekanisme Akumulasi Logam Berat pada Tanaman Kangkung**

Tanaman termasuk sayur-sayuran seperti kangkung dan makhluk hidup lainnya dapat terpapar oleh zat-zat pencemar seperti partikel maupun gas. Partikel yang banyak dilepaskan oleh industri adalah timbal dan kadmium. Tanaman dapat menjadi mediator penyebaran logam berat pada makhluk hidup karena masuknya logam tersebut pada tumbuhan melalui akar dan mulut daun (stomata). Sayur-sayuran sebagai pakan baik pada manusia maupun hewan menyebabkan berpindahnya logam yang terpapar didalamnya seperti timbal, kadmium, kromium dan zenk masuk kedalam tubuh mahluk hidup lainnya (Palar, 2004 dalam Prasetyawati, 2007).

Priyanto (2007) juga menjelaskan bahwa salah satu tindakan yang dilakukan oleh tumbuhan dalam penyerapan dan akumulasi logam berat adalah dengan cara translokasi logam dari akar ke

bagian tumbuhan lain yaitu organ batang dan daun. Setelah logam dibawa masuk ke dalam sel akar, selanjutnya logam harus diangkut melalui jaringan pengangkut, yaitu xilem dan floem, ke bagian tumbuhan lain. Menurut Kabata-Pendias (2011), pola distribusi logam berat dalam jaringan tanaman sangat bergantung pada spesies tanaman, jenis logam, serta kondisi lingkungan.

Selain dari tanah dan air, logam berat juga dapat terakumulasi melalui udara, terutama di wilayah dengan lalu lintas padat atau aktivitas industri. Partikel logam berat di udara, seperti timbal (Pb) dari emisi kendaraan bermotor, dapat mengendap langsung ke permukaan daun dan masuk melalui stomata (Sharma & Dubey, 2005). Hal ini menunjukkan bahwa tanaman yang tumbuh di area dengan paparan udara terkontaminasi juga berisiko mengandung logam berat, meskipun tidak berasal dari tanah tempat tanaman tersebut tumbuh. Aktivitas manusia seperti pembakaran sampah, penggunaan pestisida yang mengandung logam berat, dan emisi industri juga berkontribusi terhadap akumulasi ini (Yusuf et al., 2019). Hasil serupa juga ditemukan oleh Layuk (2018), yang menyatakan bahwa paparan udara yang tercemar dapat menyebabkan akumulasi logam berat yang signifikan, bahkan tanpa kontak langsung dengan tanah yang tercemar.

Dengan demikian, akumulasi logam berat pada tanaman tidak hanya dipengaruhi oleh media tanam seperti tanah dan air, namun juga oleh kualitas udara di sekitarnya. Hal ini perlu menjadi pertimbangan dalam mengevaluasi kandungan logam berat pada tanaman konsumsi, khususnya kangkung yang ditanam atau dijual di lingkungan yang memiliki aktivitas kendaraan atau industri tinggi.

## **2.8 Mekanisme Pb dan Cd terakumulasi dalam tubuh manusia**

Logam timbal dapat larut dalam air dan terakumulasi di dalam tanah sehingga dapat diserap oleh tanaman. Pencemaran lingkungan oleh limbah yang mengandung logam timbal dapat menyebabkan tanaman konsumsi yang tumbuh di sekitar lokasi tersebut menjadi mengandung logam timbal (Kohar, et.al, 2004). Keberadaan logam berat di dalam tubuh organisme dikarenakan adanya mekanisme perpindahan logam berat dari lingkungan ke dalam sel, jaringan maupun organ (Valls dan De Lorenzo 2002). Logam berat merupakan komponen alami di tanah. Senyawa ini dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui makanan, air minum, dan udara. Pada kadar berlebihan, logam berat tidak dapat dimetabolisme dan hanya dapat diekskresikan melalui ginjal (Irianti T, 2017). Keracunan akibat logam Pb dapat terjadi karena masuknya senyawa logam tersebut ke dalam tubuh. Proses masuknya timbal, dapat melalui beberapa cara yaitu melalui pernafasan, oral (dari makanan atau minuman), dan penetrasi pada lapisan kulit. Penyerapan lewat pernafasan akan masuk ke dalam pembuluh darah paru-paru, kemudian akan berikatan dengan darah di paru-paru dan ikut beredar ke seluruh jaringan dan organ

tubuh. Penyerapan lewat oral akan masuk ke saluran pencernaan dan masuk ke dalam darah. Penyerapan lewat kulit dapat terjadi karena timbal dapat larut dalam minyak dan lemak (Palar, 2008). Kadar kadmium meningkat 3.000 kali lipat ketika kadmium berikatan dengan protein kaya sistein seperti metallothionein. Kompleks sistein-metallothionein menyebabkan hepatotoksisitas kemudian kompleks ini menuju ginjal. Akibatnya nefrotoksisitas akan terjadi. Kadmium memiliki kemampuan untuk terikat dengan ligan sistein, glutamate, histidine dan aspartate sehingga memicu defisiensi besi (Castagnetto et al., 2002). Kadmium dan zink memiliki keadaan oksidasi yang sama. Hal tersebut menghambat kedua logam untuk beraksi sebagai scavenger radikal bebas di dalam sel (Jaishankar et al., 2014). Kadmium sangat toksik terhadap ginjal. Logam ini terakumulasi di sel tubulus proksimal pada konsentrasi lebih tinggi. Kadmium dapat menyebabkan mineralisasi tulang melalui kerusakan tulang maupun disfungsi ginjal. Studi pada manusia dan hewan telah mengungkapkan bahwa osteoporosis (kerusakan skeletal) merupakan efek kritis dari paparan kadmium bersama gangguan metabolisme kalsium, pembentukan batu ginjal dan hiperkalsiuria. Penghirupan kadmium pada kadar tinggi dapat menyebabkan kerusakan parah pada paru-paru. Jika kadmium termakan pada kadar tinggi, hal ini dapat menyebabkan iritasi lambung kemudian terjadi muntah dan diare. Pada paparan yang sangat lama dalam kadar lebih rendah, kadmium akan terdeposit di ginjal selanjutnya memicu penyakit ginjal, kerapuhan tulang dan kerusakan paru-paru (Bernard, 2008).

## 2.9 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang dilakukan untuk menganalisa logam berat yang terdapat pada kangkung. Penelitian mengenai kandungan logam berat pada tanaman pangan telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya, baik dari sisi jenis pasar, parameter logam, maupun metode analisis yang digunakan. Namun, masih terdapat keterbatasan pada aspek lokasi, jumlah parameter logam yang dianalisis, serta cakupan wilayah pengambilan sampel.

Penelitian oleh Layuk dkk. (2022) yang berjudul “Studi Komparasi Kandungan Timbal pada Kangkung (*Ipomoea aquatica Forsk.*) dari Pasar Tradisional dan Supermarket di Yogyakarta” membandingkan kadar timbal (Pb) pada kangkung yang dijual di dua pasar tradisional dan tiga supermarket, yaitu Pasar Kranggan, Pasar Demangan, Carrefour, Mirota Kampus, dan Superindo Jl. Solo. Metode yang digunakan adalah destruksi basah, dengan parameter logam yang dianalisis hanya Pb. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua sampel mengandung Pb dalam kisaran 0,32340 – 0,47060 mg/kg, namun masih di bawah ambang batas SNI (2009) sebesar 0,5 mg/kg. Penelitian ini belum mencakup analisis logam berat Cd serta terbatas pada jumlah lokasi sampling.

Penelitian oleh Adila dkk. (2014) dilakukan di Kecamatan Cilandak, Jakarta Selatan, dengan judul “Kadar Unsur Timbal pada Tanaman Kangkung di 3 Pasar Tradisional”. Penelitian ini menganalisis kandungan Pb pada kangkung dari tiga pasar tradisional menggunakan metode destruksi basah yang diawali dengan proses pengeringan menggunakan oven. Hasilnya menunjukkan bahwa kadar timbal berkisar antara 1,22 hingga 22,06 mg/kg, yang melebihi ambang batas aman menurut SNI. Penelitian ini juga belum membandingkan jenis pasar dan hanya menganalisis satu parameter logam berat.

Penelitian oleh Fahlevi dkk. (2018) berjudul “Analisis Kadar Logam Berat Timbal (Pb) pada Perairan dan Tanaman Kangkung Air di Danau Jempang, Penyinggahan, Kutai Barat” berfokus pada kandungan Pb pada kangkung yang tumbuh di danau dalam kondisi pasang dan surut. Metode yang digunakan adalah destruksi basah, dan hasil penelitian menunjukkan kadar Pb berkisar antara 0,0022 – 0,0029 mg/kg, jauh di bawah ambang batas aman 0,5 mg/kg. Penelitian ini dilakukan di lingkungan perairan alami, bukan pada jalur distribusi pasar.

Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa belum terdapat penelitian yang secara bersamaan menganalisis kandungan logam berat Pb dan Cd pada kangkung yang diperoleh dari dua jenis pasar (tradisional dan modern) dengan cakupan wilayah yang luas, khususnya di Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan sebagai bentuk pengembangan dan penyempurnaan dari penelitian terdahulu dengan penambahan parameter Cd, jumlah lokasi yang lebih luas (10 pasar), serta metode analisis destruksi basah dan AAS. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan data yang lebih komprehensif dan representatif mengenai kandungan logam berat pada kangkung di wilayah tersebut.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Lokasi**

Penelitian dilaksanakan selama empat bulan dimulai pada bulan September 2024 sampai bulan Desember 2024. Lokasi penelitian di Laboratorium Kualitas Air, Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Sampel kangkung diambil dari beberapa lokasi pasar Tradisional dan Modern yang berada di Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Lokasi pengambilan sampel pasar tradisional meliputi: Pasar Pakem, Pasar Gentan, Pasar Wonosari Sleman, Pasar Jangkang, Pasar Sidorejo Baru. Adapun pasar Modern meliputi: Superindo Jakal, Mirota Pasaraya Jakal, Mirota Pasaraya Gejayan, Superindo SCH, Superindo Monjali.

#### **3.2 Alat dan Bahan**

##### **3.2.1 Alat**

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari berbagai perangkat laboratorium dan zat kimia yang mendukung proses analisis. Peralatan yang digunakan mencakup Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) untuk pengukuran konsentrasi, timbangan analitik untuk penimbangan presisi, serta gelas ukur, gelas beaker, dan labu ukur berkapasitas 50 mL untuk pengukuran larutan. Selain itu, penelitian ini memanfaatkan penangas listrik (hot plate) untuk pemanasan, corong dan batang pengaduk untuk pencampuran, serta vial dan freezer untuk penyimpanan sampel.

##### **3.2.2. Bahan**

Bahan yang digunakan meliputi kangkung dari pasar modern dan tradisional sebagai sampel utama, larutan  $\text{NH}_3$  pekat (asam nitrat) 65% dan larutan  $\text{H}_2\text{O}_2$  pekat sebagai reagen dalam proses analisis, serta air dan aquades untuk pelarutan dan pencucian sampel. Selain itu, digunakan kertas saring dengan pori  $0,8 \mu\text{m}$  untuk pemisahan partikel dalam filtrasi.

#### **3.3 Parameter dan Metode Uji**

Parameter yang diuji pada penelitian ini adalah logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada kangkung menggunakan metode uji SNI 2353.5:2011 Cara uji kimia – bagian 5 tentang penentuan kadar logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada produk perikanan, yang juga relevan untuk pengujian pada tumbuhan.

### 3.4 Pengumpulan data

#### 3.4.1 Pengambilan sampel

Sampel yang digunakan adalah kangkung yang dijual di pasar tradisional dan modern di daerah Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Titik sampel diambil dari berbagai lokasi penjualan kangkung di pasar-pasar di Sleman, yang mewakili setiap daerah di Yogyakarta. Teknik pengambilan sampel dilakukan dengan membeli setiap ikat kangkung minimal 150g yang tersedia di pasar modern dan tradisional. Satu titik lokasi pasar jumlahnya 6 sample, logam Cd 3 sample (akar, batang, daun) dan Pb 3 sample (akar, batang, daun). Pasar-pasar yang akan dijadikan tempat pengambilan sampel untuk penelitian logam berat pada kangkung tercantum dalam tabel 3.1.

Tabel 3. 1. Titik Koordinat Pasar Daerah Istimewa Yogyakarta

No	Titik Sampel	Titik Koordinat Sampel
1	PT1 (Pasar Pakem)	-7.664906730733753, 110.41977901102477
2	PT2 (Pasar Gentan)	-7.7001805206006875, 110.41134104960368
3	PT3 (Pasar Wonosari Sleman)	-7.721332640270621, 110.43269546314224
4	PT4 (Pasar Jangkang)	-7.700511208835134, 110.44702783218455
5	PT5 (Pasar Sidorejo Baru)	-7.7296098578257455, 110.45288103986144
6	PM1 (Superindo Jakal)	-7.752668507649977, 110.38499639568182
7	PM2 (Mirota Pasaraya Jakal)	-7.751541141791532, 110.3848244631029
8	PM3 (Mirota Pasaraya Gejayan)	-7.767943884750057, 110.39074759172489
9	PM4 (Superindo SCH)	-7.719595407495902, 110.3618160803377
10	PM5(Superindo Monjali)	-7.747324339094512, 110.3727883097128

### 3.4.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian ini menggunakan dua variabel yaitu variabel terikat dan variabel bebas sebagai berikut:

1) Variabel terikat:

Variasi kandungan logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd)

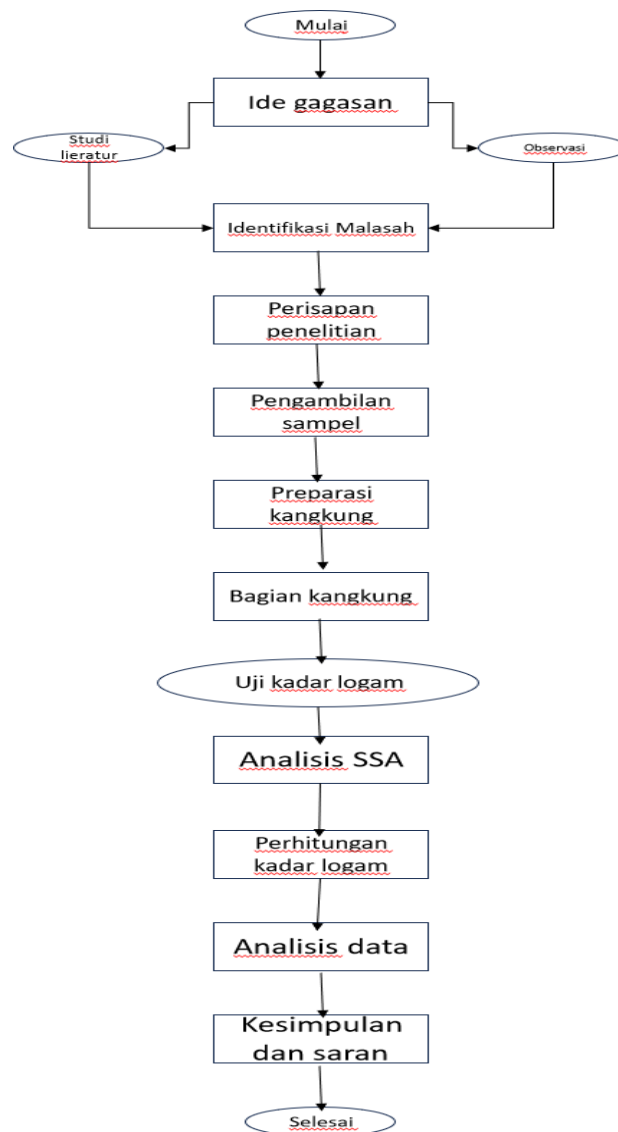
2) Variabel bebas:

Lokasi pengambilan sampel kangkung serta faktor lingkungan yang mempengaruhi kangkung

- Karakteristik Tanah
- Sumber air dan Sistem irigasi
- Kualitas Udara

### 3.4.3 Prosedur analisis Data

Tahapan penelitian atau alur penelitian “Analisis Kadar Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Pada Kangkung di Pasar Tradisional dan Pasar Modern Daerah Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta” Hasil analisis data akan disajikan dalam bentuk grafik untuk memvisualisasikan distribusi dan konsentrasi logam berat (Pb dan Cd) pada kangkung. Grafik yang digunakan meliputi histogram untuk menunjukkan distribusi data serta grafik batang untuk perbandingan kadar logam pada bagian akar, batang, dan daun kangkung. secara umum dapat dilihat diagram alir tahapan penelitian sebagai berikut.



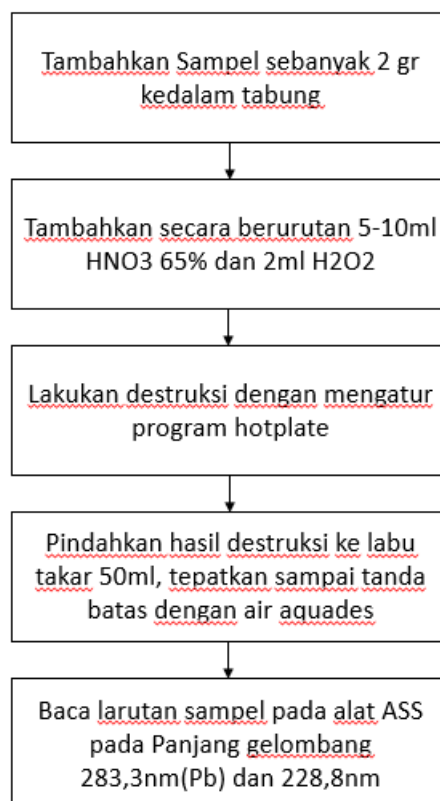
Gambar 3 1 Diagram Alir Penelitian

#### 3.4.4 Preparasi Sampel Kangkung

Potong sampel menjadi bagian-bagian kecil menggunakan gunting, lalu masukkan ke dalam wadah bersih dan tertutup untuk mencegah kontaminasi dari udara luar. Simpan di dalam *freezer* hingga sampel siap digunakan. (SNI 2354.5:2011)

### 3.4.5 Prosedur Penentuan Kadar Logam Berat Pb dan Cd

Sampel yang telah disiapkan untuk analisis melalui beberapa tahapan. Pertama, kadar logam dalam sampel kangkung yang telah dihomogenkan dimasukkan ke dalam gelas *beaker*. Kemudian, larutan asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) dan hidrogen peroksida ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) ditambahkan ke dalam gelas *beaker* yang berisi sampel kangkung tersebut. Setelah itu, campuran dipanaskan menggunakan *hot plate*. Akhirnya, sampel kangkung diukur menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Diagram alir untuk penentuan kadar logam berat pada sampel kangkung dapat dilihat pada Gambar 3.2. (SNI 2354.5:2011).



Gambar 3 2 Diagram Alir Prosedur Penelitian

Setelah kadar logam berat Pb dan Cd diketahui, data yang diperoleh akan disajikan secara deskriptif untuk memahami tingkat persebaran kadar logam berat Pb dan Cd yang tinggi dan rendah di setiap pasar tempat pengambilan sampel di Pasar Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.

## BAB IV

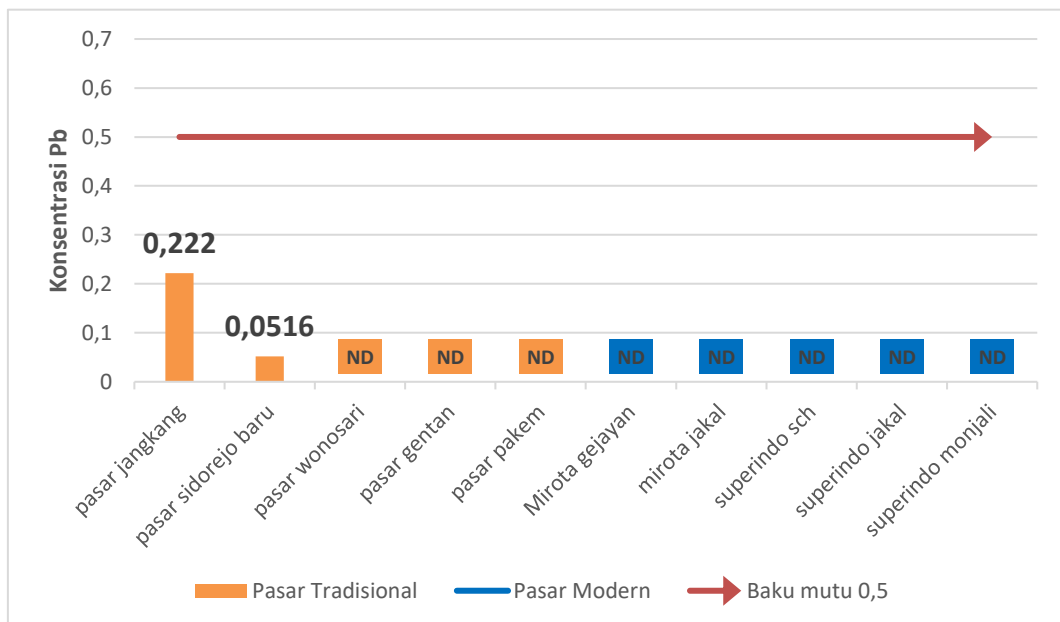
### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Analisa kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar logam berat Pb (timbal) dan Cd (kadmium) pada kangkung yang dijual di pasar tradisional dan modern di Kabupaten Sleman, serta menganalisis persebaran dan perbandingannya berdasarkan lokasi pasar.

##### 4.1.1 Logam Berat Timbal (Pb)

Berdasarkan hasil analisis laboratorium, kandungan Pb hanya terdeteksi pada dua pasar tradisional, yaitu Pasar Jangkang (0,222 mg/kg) dan Pasar Sidorejo Baru (0,0516 mg/kg). Nilai tersebut masih berada di bawah ambang batas maksimum SNI 7387:2016 yaitu 0,5 mg/kg. Seluruh sampel dari pasar modern serta pasar tradisional lainnya menunjukkan hasil Not Detected (ND), yang dapat dilihat pada Gambar 4.1

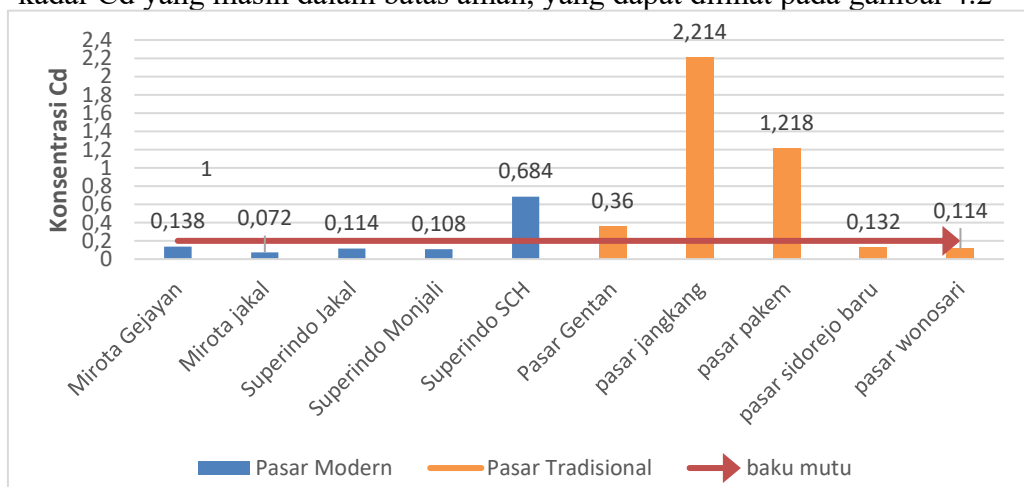


Gambar 4. 1 Hasil analisis logam berat Pb

Kandungan Pb yang tetap berada di bawah ambang batas ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Meskipun Pasar Jangkang dan Pasar Sidorejo Baru terpapar langsung oleh lalu lintas kendaraan karena berada di dekat jalan raya utama, konsentrasi Pb yang terdeteksi masih rendah. Hal ini bisa dikaitkan dengan kondisi lingkungan sekitarnya yang tidak terlalu padat kendaraan seperti pasar lainnya. Namun, tetap saja paparan dari emisi gas buangan kendaraan menjadi salah satu penyebab kontaminasi Pb, sebagaimana dijelaskan oleh Ikeda et al. (2000) bahwa emisi kendaraan mengandung partikel logam berat yang dapat mencemari tanaman secara langsung melalui udara atau melalui tanah tempat tanaman tumbuh. Menurut Mukhtar et al. (2013), udara Yogyakarta mengandung timbal dengan konsentrasi berkisar antara 0,61 – 12,23 ng/m<sup>3</sup>. Dengan demikian, pasar tradisional yang terbuka dan berada di tepi jalan berisiko lebih tinggi terhadap pencemaran udara dibandingkan pasar modern yang umumnya menjual produk di dalam ruangan ber-AC dan lebih tertutup. Hal ini menjelaskan mengapa tidak ditemukan kandungan Pb pada pasar modern dalam penelitian ini.

#### 4.1.2 Logam Berat Kadmium (Cd)

Kandungan Cd yang melebihi ambang batas SNI (0,2 mg/kg) ditemukan pada beberapa pasar tradisional seperti Pasar Jangkang (2,214 mg/kg), Pasar Pakem (1,218 mg/kg), dan Pasar Gentan (0,36 mg/kg), serta satu pasar modern yaitu Superindo SCH (0,684 mg/kg). Sementara itu, pasar lainnya menunjukkan kadar Cd yang masih dalam batas aman, yang dapat dilihat pada gambar 4.2



Gambar 4. 2 Hasil Analisis Logam Berat Cd

Kadar Cd yang tinggi terutama di Pasar Jangkang dan Pasar Pakem kemungkinan besar dipengaruhi oleh faktor geografis dan distribusi. Lokasi kedua pasar tersebut berada di kaki Gunung Merapi yang merupakan lahan vulkanik. Material vulkanik membawa logam berat, termasuk Cd, seperti yang dijelaskan oleh DLHK DIY (2019) bahwa material vulkanik Gunung Merapi membentuk akuifer yang membawa mineral berat. Wahyuni et al. (2012) juga menyatakan bahwa abu vulkanik mengandung logam berat yang dapat mencemari tanah dan air. Oleh karena itu, sayuran seperti kangkung yang tumbuh di daerah vulkanik berisiko terpapar logam berat lebih tinggi. Selain itu, irigasi pertanian juga menjadi salah satu sumber kontaminasi Cd. Sungai-sungai yang mengalir di daerah Sleman seperti Sungai Kuning, Tambakbayan, Code, dan Gajahwong memiliki indeks pencemaran air yang cukup tinggi (30 – 43), yang menunjukkan adanya potensi pencemaran dari aktivitas domestik maupun industri di sekitarnya. Midrar-Ul-Haq et al. (2005) menyatakan bahwa irigasi yang tercemar oleh limbah industri dapat menyebabkan kandungan logam berat pada tanaman meningkat. Distribusi juga berperan penting. Pasar modern seperti Superindo SCH yang menunjukkan kandungan Cd melebihi ambang batas memiliki distributor dari luar daerah seperti PT Segar Utama di Boyolali/Magelang. Kota Magelang sendiri memiliki banyak industri kecil dan menengah serta dilewati oleh sungai besar seperti Sungai Progo dan Elo yang digunakan sebagai saluran irigasi, yang juga berpotensi membawa logam berat ke lahan pertanian. DLHK Magelang (2023) menyebutkan bahwa meskipun parameter seperti TSS dan BOD berada di bawah ambang batas, masih terdapat nilai coliform yang tinggi, menunjukkan potensi pencemaran organik dan domestik yang bisa memperparah kontaminasi tanah dan tanaman. Sebaliknya, pasar seperti Mirota Jakal yang mengambil kangkung dari Bantul juga tetap menunjukkan kandungan Cd yang rendah. Meskipun daerah Bantul memiliki industri seperti gula, kulit, dan tekstil (BLH DIY, 2018), kualitas air dan kondisi tanah tampaknya tidak terlalu mempengaruhi kandungan Cd pada kangkung tersebut, kemungkinan karena sistem distribusi dan budidaya yang lebih terkontrol. Rendahnya kadar logam berat pada kangkung dari pasar modern diduga berkaitan dengan penerapan sistem distribusi yang lebih tertutup dan

terkontrol, khususnya melalui cold-chain. Sistem ini mempertahankan suhu rendah secara konsisten selama transportasi dan penyimpanan, sehingga menghambat pertumbuhan mikroorganisme dan meminimalkan kontak dengan lingkungan yang dapat memicu kontaminasi (Arriaga-Lorenzo et al., 2023). Selain itu, pada aspek budidaya, Rahman & Parkpian (2004) menemukan bahwa kontrol media tanam dan pemupukan seperti pengaturan dosis fosfor dan penggunaan air bersih secara signifikan mempengaruhi penyerapan arsen, membuktikan bahwa budidaya yang lebih terkendali dapat menurunkan akumulasi logam berat pada kangkung.

#### 4.2 Persebaran, perbandingan pasar Modern dan Tradisional serta faktornya

Secara umum, perbedaan kandungan logam berat Pb dan Cd antara pasar tradisional dan modern dapat dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain lokasi geografis, kualitas udara, sumber dan sistem distribusi produk, kondisi penjualan (terbuka atau tertutup), serta jenis irigasi dan tanah tempat kangkung dibudidayakan. Meskipun pasar tradisional lebih banyak menunjukkan adanya kontaminasi, hal ini tidak sepenuhnya mutlak karena terdapat pasar modern yang juga menunjukkan cemaran melebihi ambang batas, menandakan pentingnya pelacakan distribusi dan asal usul produk secara menyeluruh. Lokasi pasar berperan penting dalam menentukan besar kecilnya potensi kontaminasi logam berat pada sayuran, termasuk kangkung. Penelitian ini mengambil sampel dari beberapa pasar tradisional dan modern di Kabupaten Sleman dan sekitarnya, dengan memperhatikan variasi geografis serta kondisi lingkungan sekitar. Tujuan pemilihan lokasi yang berbeda ini adalah untuk melihat sejauh mana pengaruh lingkungan seperti lalu lintas, penggunaan lahan, hingga faktor alami seperti kedekatan dengan Gunung Merapi dapat memengaruhi kandungan logam berat, terutama Cd dan Pb pada kangkung. Berikut asal lokasi sampel

Tabel 4. 1 Lokasi Asal Sampel Kangkung

Lokasi Pengambilan Sampel	Lokasi Asal sampel
Pasar Pakem	Pakem
Pasar Jangkang	Widodomartani
Pasar Wonosari Sleman	Wedomartani
Pasar Gentan	Sinduharjo
Pasar Sidorejo Baru	Ngrangsan
Mirota Pasaraya jakal	Solo
Mirota Kampus 2	Solo
Superindo Jakal	Semarang
Superindo SCH	Semarang
Superindo Monjali	Semarang

Pasar Pakem, sebagai contoh, terletak di wilayah kaki Gunung Merapi dan berada tepat di samping jalan utama menuju kawasan wisata Merapi. Meskipun berada di area yang cukup terbuka dan dekat dengan aktivitas kendaraan wisata, hasil analisis menunjukkan bahwa kandungan Pb pada kangkung dari pasar ini tidak terdeteksi (ND), namun kandungan Cd cukup tinggi, yaitu sebesar 1,218 mg/kg. Hal ini kemungkinan besar disebabkan oleh pengaruh aktivitas vulkanik Gunung Merapi yang menurut DLHK DIY (2019), melepaskan material vulkanik kaya logam berat seperti Cd ke dalam tanah dan air tanah. Wahyuni et al. (2012) juga menyatakan bahwa abu vulkanik dari letusan Merapi mengandung berbagai logam berat yang dapat terakumulasi di lahan pertanian. Pasar Jangkang yang lokasinya lebih ke timur dari Pasar Pakem, namun masih dalam kawasan kaki gunung, menunjukkan hasil kandungan Cd tertinggi di antara semua pasar, yaitu 2,214 mg/kg, serta Pb sebesar 0,222 mg/kg. Lokasi pasar ini berdekatan dengan jalan utama menuju Prambanan, yang relatif padat lalu lintas. Faktor udara sebagai sumber kontaminasi menjadi pertimbangan penting. Menurut Ikeda et al. (2000), udara yang tercemar emisi kendaraan dapat menjadi sumber

langsung maupun tidak langsung kontaminasi logam berat pada tanaman pangan. Hal ini diperkuat oleh Mukhtar et al. (2013) yang melaporkan bahwa udara ambien di wilayah Yogyakarta memiliki konsentrasi timbal dalam rentang 0,61 – 12,23 ng/m<sup>3</sup>. Pasar Wonosari Sleman dan Pasar Gentan yang berada lebih jauh ke selatan menunjukkan penurunan kadar Cd dan Pb. Pada Pasar Wonosari Sleman, kandungan Cd adalah 0,114 mg/kg dan Pb tidak terdeteksi, sementara Pasar Gentan memiliki kadar Cd sebesar 0,360 mg/kg dan Pb juga tidak terdeteksi. Meski kedua pasar ini tetap berada di sisi jalan raya, intensitas lalu lintas yang lebih rendah dapat menjelaskan kadar logam berat yang lebih rendah dibandingkan pasar-pasar di utara. Pasar Sidorejo Baru memiliki karakteristik berbeda, karena meskipun terletak di pinggir jalan, lalu lintas di area ini cenderung lebih sepi. Selain itu, distribusi kangkung tidak berasal dari sekitar pasar, melainkan dari daerah Condongcatur yang mendekati wilayah perkotaan. Kandungan Cd pada kangkung dari pasar ini adalah 0,132 mg/kg dan Pb sebesar 0,0516 mg/kg. BLH DIY (2018) menyebutkan bahwa wilayah Bantul (termasuk Condongcatur) memiliki aktivitas industri dan pemanfaatan sungai untuk irigasi dan kegiatan industri, yang dapat menjadi potensi sumber pencemaran melalui air dan tanah. Berdasarkan data BLH DIY (2018), kualitas air tanah di Kecamatan Ngaglik, dan sekitarnya menunjukkan konsentrasi Pb sebesar 0,0139 dan 0,0083 mg/L. Sementara itu, Kecamatan Minomartani mencatat konsentrasi Pb sebesar 0,0091 mg/L. Nilai ini masih berada di bawah ambang batas baku mutu kualitas air tanah kelas I, yaitu 0,03 mg/L sesuai PP No. 82 Tahun 2001.

Meskipun tergolong rendah, akumulasi jangka panjang dan penggunaan air tanah untuk irigasi sayuran di daerah tersebut tetap dapat menjadi sumber kontaminasi yang signifikan. Oleh karena itu, meskipun wilayah tersebut tidak termasuk kawasan industri besar, keberadaan aktivitas domestik, penggunaan pupuk kimia, dan sistem irigasi yang tidak sepenuhnya terkontrol dapat mempengaruhi kadar logam berat dalam tanaman.

Sementara itu, pasar modern seperti Superindo dan Mirota menunjukkan nilai Cd yang bervariasi, namun Pb pada semua sampel dari pasar modern tidak terdeteksi (ND). Meskipun lokasi pasar modern berada di kawasan padat kendaraan, kangkung yang dijual biasanya disimpan dalam ruangan tertutup dan ber-AC, yang dapat mengurangi

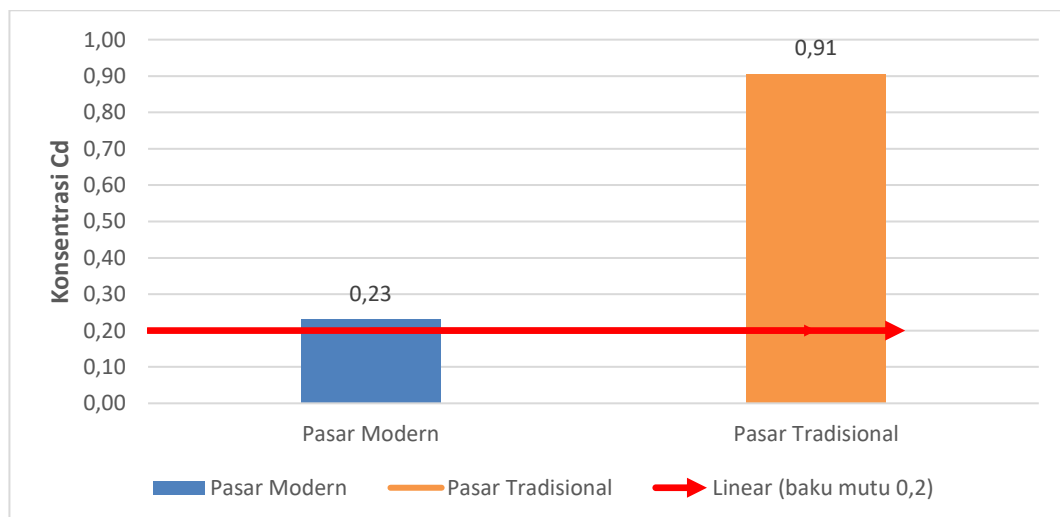
paparan langsung dari udara luar. Selain itu, proses distribusi dan pengadaan sayuran di pasar modern juga berbeda dibandingkan pasar tradisional.

Berdasarkan hasil wawancara dengan Kepala Gudang Superindo pada bulan November 2024, diketahui bahwa Superindo menerapkan sistem seleksi yang ketat terhadap produk yang dijual, termasuk kangkung. Kepala gudang menyampaikan bahwa “kami nggak langsung ambil dari petani, semua harus lewat PT dan diseleksi dulu supaya kualitasnya tetap terjaga. Dari tampilannya saja sudah kelihatan beda, lebih bersih, lebih fresh, akarnya pun sudah dipotong.” Hal ini menunjukkan bahwa pasar modern cenderung hanya menerima produk dari pemasok terpercaya dan melalui proses sortir yang ketat, yang kemungkinan besar juga memperhatikan faktor keamanan pangan seperti kebersihan, sumber air, jenis pupuk, dan lokasi budidaya yang jauh dari sumber pencemaran.

Berdasarkan penelitian oleh Layuk, Prihatmo, dan Aditiyarini (2022), diketahui bahwa sampel kangkung dari Superindo berasal dari Kabupaten Semarang. Kabupaten Semarang merupakan wilayah berbukit dengan banyak daerah dataran tinggi, serta memiliki 143 industri besar dan menengah yang berpotensi memberikan tekanan lingkungan. Wilayah ini juga dialiri oleh 85 sungai, yang menurut DLH Kabupaten Semarang (2017), menunjukkan kualitas air yang tercemar ringan hingga sedang berdasarkan nilai BOD dan COD. Meskipun tidak dilakukan pengukuran langsung terhadap kadar timbal, kondisi ini tetap menunjukkan potensi adanya pencemaran logam berat, termasuk Cd dan Pb, terutama melalui irigasi air sungai yang digunakan untuk pertanian.

Sementara itu, kangkung yang dijual di Mirota berasal dari Kota Surakarta (Solo). Surakarta berada di wilayah dataran rendah dan dilalui oleh beberapa sungai, termasuk Sungai Bengawan Solo, yang merupakan sungai utama. Kota ini diapit oleh Gunung Merapi, Merbabu, dan Gunung Lawu, serta memiliki 126 industri besar dan menengah. Berdasarkan data DLH Surakarta (2018), tercatat bahwa 4 dari 6 sungai yang dipantau dalam kota (Sungai Jenes, Premulung, Broko, dan Pepe Hilir) telah melebihi baku mutu air sungai, terutama karena pencemaran dari aktivitas rumah tangga dan industri. Kondisi geografis serta kualitas lingkungan seperti ini turut berpengaruh terhadap kemungkinan akumulasi logam berat pada komoditas pertanian seperti kangkung.

perbandingan antara pasar modern dan pasar tradisional menunjukkan perbedaan tingkat kontaminasi logam berat Cd yang cukup mencolok. Berdasarkan perhitungan nilai standar deviasi dari masing-masing kelompok pasar, diketahui bahwa pasar modern memiliki standar deviasi sebesar 0,23 yang berarti sedikit melebihi ambang batas baku mutu Cd sebesar 0,2 mg/kg. Meski melebihi batas, nilainya masih tergolong mendekati ambang batas, yang menunjukkan bahwa penyimpangan kadar Cd pada sampel pasar modern tidak terlalu ekstrem. Sementara itu, pasar tradisional menunjukkan nilai standar deviasi yang jauh lebih tinggi, yakni sebesar 0,91 menandakan adanya variasi dan konsentrasi cemaran yang lebih besar antar lokasi pasar tradisional. Nilai ini juga jauh melebihi baku mutu yang ditetapkan, sehingga memberikan gambaran bahwa kangkung dari pasar tradisional lebih berisiko mengandung cemaran Cd dalam jumlah tinggi. Berikut gambar perbandingan pasar tradisional dan modern



Gambar 4. 3 Perbandingan Pasar Modern dan Pasar Tradisional

#### 4.3 Dampak dari Logam Berat Pb dan Cd

Paparan logam berat seperti timbal (Pb) dan kadmium (Cd) dalam kangkung yang dijual di pasar tradisional maupun modern di Yogyakarta berpotensi memberikan dampak kesehatan serius, terutama bagi penduduk yang rutin mengonsumsi sayuran tersebut. Berdasarkan data BPS Provinsi Yogyakarta (2022), rata-rata konsumsi per kapita untuk kangkung mencapai 0,084 kg per minggu, yang menunjukkan bahwa kangkung merupakan salah satu sayuran yang cukup umum

dikonsumsi masyarakat. Di sisi lain, Yogyakarta dikenal sebagai kota pelajar, dengan jumlah mahasiswa mencapai 401.863 orang dari total penduduk 3.761.870 jiwa (BPS Provinsi Yogyakarta, 2022). Kondisi ini menunjukkan bahwa sebagian besar penduduk berada pada rentang usia muda yang rentan terhadap gangguan perkembangan dan reproduksi jika terpapar logam berat dalam jangka panjang. Kadmium (Cd), misalnya, bila masuk ke dalam tubuh akan mengendap dan berakumulasi dalam waktu tertentu. Akibatnya akan menyebabkan kerusakan, tidak hanya pada tulang dan ginjal tetapi juga testis, jantung, hati, otak dan system darah. Kadmium juga dapat mengakibatkan gangguan psikologi dikarenakan kemiripan sifat kimianya dengan seng (Achmad, 2004). Sementara itu, timbal (Pb) dapat memperpendek umur sel darah merah, menurunkan jumlah eritrosit dan retikulosit, serta meningkatkan kadar besi dalam plasma darah (Widowati, 2008). Upaya pencegahan dapat dilakukan dengan mencuci sayuran menggunakan air mengalir atau sanitizer seperti Natrium Hipoklorit (NaOCl), serta dengan melakukan proses blansir untuk mereduksi kadar logam berat yang menempel pada permukaan tanaman (Widaningrum et al., 2007). Namun, efektivitas metode pengolahan terhadap penurunan kadar logam berat masih bervariasi. Penelitian oleh Eli Rahma Aminati et al. (2023) menunjukkan bahwa variasi pengolahan kangkung air selama 3 menit baik dengan direbus, ditumis, maupun dikukus tidak menunjukkan penurunan signifikan terhadap kadar Pb, dengan nilai signifikansi sebesar  $0,113 > 0,05$ . Kadar Pb dalam kangkung sebelum diolah sebesar 0,057 mg/kg, dan setelah diolah berkisar antara 0,05–0,07 mg/kg. Meskipun demikian, metode penumisan tercatat sebagai teknik yang memberikan penurunan kadar Pb tertinggi, yakni sebesar 48%.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian mengenai kandungan logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada kangkung yang dijual di pasar tradisional dan pasar modern di Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1) Kadar logam berat Pb dan Cd pada kangkung:

Logam Timbal (Pb): Kandungan Pb hanya terdeteksi pada dua sampel dari pasar tradisional, yaitu Pasar Jangkang (0,222 mg/kg) dan Pasar Sidorejo Baru (0,0516 mg/kg), namun masih di bawah ambang batas maksimum menurut SNI 7387:2016 yaitu 0,5 mg/kg. Seluruh sampel dari pasar modern menunjukkan hasil Not Detected (ND), menandakan tidak adanya cemaran Pb yang terdeteksi.

Logam Kadmium (Cd): Tiga pasar tradisional menunjukkan kandungan Cd melebihi baku mutu (0,2 mg/kg), yaitu Pasar Jangkang (2,214 mg/kg), Pasar Pakem (1,218 mg/kg), dan Pasar Gentan (0,36 mg/kg). Pada pasar modern, hanya Superindo SCH (0,684 mg/kg) yang melebihi baku mutu, sedangkan Mirota Gejayan, Mirota Jakal, Superindo Jakal, dan Superindo Monjali memiliki kandungan Cd yang masih dalam batas aman.

2) Distribusi kandungan logam berat berdasarkan lokasi pasar:

Pasar tradisional yang berada di daerah kaki Gunung Merapi seperti Pasar Jangkang dan Pakem menunjukkan kadar Cd yang tinggi. Hal ini kemungkinan besar dipengaruhi oleh kondisi geografis vulkanik yang membawa mineral logam berat ke tanah pertanian.

Pasar modern yang memperoleh pasokan dari wilayah luar seperti Magelang (contohnya Superindo SCH) juga menunjukkan kandungan Cd melebihi ambang batas, diduga karena area pertanian yang dilalui oleh sungai tercemar. Sebaliknya, pasar modern lain seperti Mirota Jakal dan Gejayan yang mendapat pasokan dari Bantul menunjukkan kadar Cd lebih rendah.

Kandungan Pb lebih banyak ditemukan pada pasar tradisional yang terbuka dan berdekatan dengan jalan raya, seperti Pasar Jangkang dan Sidorejo Baru, meskipun tidak sampai melebihi ambang batas. Hal ini dapat disebabkan oleh paparan langsung emisi kendaraan bermotor terhadap sayuran yang dijual di ruang terbuka.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa pasar tradisional cenderung memiliki risiko cemaran logam berat lebih tinggi dibandingkan pasar modern, baik dari aspek kadar Cd maupun Pb. Namun, faktor distribusi dan lokasi geografis juga sangat mempengaruhi tingkat kontaminasi pada

masing-masing pasar. Oleh karena itu, pengawasan terhadap rantai distribusi dan lokasi budidaya kangkung menjadi hal yang penting dalam menjaga keamanan pangan.

## 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat saran dari penulis yang akan di ajukan sebagai perbaikan untuk penelitian kedepannya. Berikut merupakan saran yang diberikan:

- 1) Penelitian ini menunjukkan adanya kandungan logam berat Cd yang melebihi ambang batas pada beberapa sampel kangkung. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengawasan lebih lanjut oleh instansi terkait terhadap budidaya dan distribusi sayuran, khususnya di wilayah yang berdekatan dengan sumber pencemar seperti area vulkanik dan sungai yang tercemar.
- 2) Pedagang dan distributor pasar tradisional disarankan untuk memperhatikan sumber pengambilan sayuran, terutama yang berasal dari daerah rawan pencemaran logam berat, serta memperbaiki cara penyimpanan agar mengurangi risiko kontaminasi dari udara.
- 3) Penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan untuk menelusuri rantai distribusi secara lebih rinci, termasuk uji kualitas tanah dan air di lahan pertanian tempat kangkung dibudidayakan untuk mengetahui sumber utama kontaminasi.

Dengan menerapkan saran-saran tersebut, diharapkan dapat meningkatkan keamanan pangan dan mengurangi risiko kesehatan bagi masyarakat. Semua pihak, termasuk pemerintah, produsen, dan konsumen, perlu bekerja sama untuk mencapai tujuan ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- A., B. (2008). Cadmium & its adverse effects on human health. *Indian J Med Res* , 128(4): 557–64. .
- Achmadi, U. (2004). Peranan Air Dalam Peningkatan Kesehatan masyarakat.
- Adila, M. L. (2014). *Kadar unsur timbal pada tanaman kangkung di tiga pasar tradisional Kecamatan Cilandak. jakarta selatan: - Al-Kauniah*, 7(2), 1–10.
- Adrian. (2012). *Deskripsi mikroskopis dan kandungan mineral tanaman kangkung*. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Alloway, B. J. (1990). - *Heavy metals in soils*. Blackie Academic & Professional.
- Aminati, E. R. (2023). Pengaruh variasi pengolahan kangkung air (*Ipomea aquatica* Forsk) terhadap penurunan kadar logam timbal (Pb). *Keslingmas*, 1–10.
- Anshori, J. A. (2005). *Spektroskopi Serapan Atom*. Bandung: Universitas Padjajaran.
- Arriaga-Lorenzo, P. M.-S.-V.-H.-G.-J. (2023). old chain relevance in the food safety of perishable products. *Foods and Raw Materials*. 1–10.
- Ashraf. (2006). Levels Of Selected Heavy Metals in Tuna. *The Arabian Journal for Science and Engineering*, Vol.31, No.31.
- ATSDR. (2022 agustus). Toxicological Profile for Lead. . *In ATSDR's Toxicological Profiles*.
- Castagnetto, J. H. (2002). the Metalloprotein Database and Browser at the Scripps Research Institute. *Nucleic Acids Res*,, 30(1), 379–382. .
- Chen, D. K. (2009). Cadmium Toxicity. *Enviromental Health Perspective*.
- Darmono. (1995). *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Darmono. (2001). *Lingkungan Hidup Dan Pencemaran Hubungannya Dengan Toksikologi*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Darmono. (2008). *Lingkungan Hidup dan Pencemaran: Hubungannya Dengan Toksikologi Senyawa Logam*. Jakarta: UI Press.
- El Nemr, A., El-Said, G. F., Ragab, s., Khaled, A., & dan El-Sikaily, A. (2016). The distribution, contamination and risk assessment of heavy metals in sediment and shellfish from the Red Sea coast, Egypt. *Chemosphere*, 369–380.
- Fahlevi, M. R. (2018). - *nalisis kadar logam berat timbal (Pb) pada perairan dan tanaman kangkung air di Danau Jempang, Penyinggahan, Kutai Barat*. - *Natural Science*, 7(2), 158–165.
- Fitriani Pane, H. (2020). *Analisa Kandungan Timbal (Pb) pada Sayuran Hijau Yang Dijual Di Pasar Tradisional Kampung Lalang Medan*. *Jurnal Sains Dan Laboratorium Medik* 5(1). .

- Goyer, R. (1990). from Overt to Subclinical to sSbtle Health Effects. *Environ Health Perspect*, 177–181.
- Heryanto, P. (2004). Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. *Rineka Cipta*.
- Ikeda, M. Z. (2000). Contamination of plants with heavy metals in relation to atmospheric deposition and soil contamination. *Environmental Toxicology*. 143–150.
- Irfandi A, T. A. (2013). Analisis kandungan kadmium (cd) dan Timbal (pb) pada air sumur gali penduduk di sekitar industri daur ulang aki dan gangguan kesehatan pada masyarakat Desa Bandar Khalipah Kabupaten Delu Serdang.
- Irianti, T. (2017). *Logam berat dan kesehatan*. researchgate.
- Jaishankar, M. T. (2014). Mechanism and Health Effects of Some Heavy Metals, . *Interdiscip Toxicol.*, 7(2), 60–72. .
- Jarup, L. B. (1998). Health effects of cadmium exposure review of the literature and a risk estimate. *scand j Work Environ Health*, 24 (Suppl 1):1–51. .
- Juniyati, T. A. (2016). Pengaruh komposisi media tanam organik arang sekam dan pupuk padat kotoran sapi dengan tanah timbunan terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup tanaman kangkung darat. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, Vol.2(1):9-15.
- Kabata-Pendias, A. (2011). Trace elements in soils and plants. *CRC press*.
- Kohar, I. H. (2004). Studi Kandungan Logam Pb dalam Batang dan Daun Kangkung (*Ipomoea reptans*) yang Direbus dengan Penambahan NaCl dan Asam Asetat. *Makara Sains.*, 8 (3), 85-88. .
- Laporan Kualitas Perairan Provinsi Jawa Tengah tahun 2001 sampai dengan 2010*. (2010). Semarang: Badan Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Tengah.
- Layuk, D. (2018). Akumulasi logam berat pada tanaman sayuran yang tumbuh di sekitar jalan raya. *Jurnal Ilmiah Lingkungan*, 22-28.
- Layuk, R. T. (2022). - *tudi komparasi kandungan timbal pada kangkung (Ipomoea aquatica Forsk.) dari pasar tradisional dan supermarket di Yogyakarta*. *Biospecies*.
- Magelang, D. L. (2023). *aporan Status Lingkungan Hidup Daerah Kota Magelang Tahun 2023*. *DLHK Magelang*.
- Midrar-Ul-Haq, R. A. (2005). surface and Ground Water Contamination in NWFP and Sindh Provinces With Respect to Trace Elements. *international Journal of Agriculture & Biology*, 214 – 217.
- Mukhtar, R. H. (2018). Kandungan Logam Berat dalam Udara Ambien pada Beberapa Kota di Indonesia. *Ecolab*, 7(2) : 49.
- Nasional, B. S. (2009). *SNI 7387:2009 – Batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan*. BSN.
- Nasional, B. S. (2011). *SNI 2354.5:2011 – Cara uji kimia: Penentuan kadar logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada produk perikanan*. BSN.

- Palar, H. (2004). *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Palar, H. (2008). *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- palar, H. (2008). *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta.
- Prasetya, J. W. (2007). Tingkat Bioakumulasi Logam Berat Pb (Timbal) pada Jaringan Lunak Polymesoda Erosa.
- Priyanto, H. (2007). Biokonsentrasi dan translokasi logam berat Cd pada tanaman bawang merah dengan aplikasi amelioran. *sumber daya lahan*, 1–6.
- Rahman, M. M. (2004). Distribution of arsenic in kangkong (*Ipomoea reptans*) in relation to phosphate fertilizer application. *ScienceAsia*, 255–259.
- Rohmaniyah, L., Indradewa, D., & Putra, S. (2015). Tanggapan tanaman kangkong (*Ipomea reptans* Poir.), bayam (*Amaranthus tricolor* L.), dan selada (*lactuca sativa* L.) terhadap pengayaan kalsium secara hidroponik. *Vegetalika*. Vol 4(2), 63-78.
- Rudiyanti, S. (2009). Biokonsentrasi Kerang Darah (*anadara granosa* Linn) Terhadap Logam Berat Cadmium (Cd) yang Terkandung Dalam Media Pemeliharaan yang Berasal dari Perairan Kaliwungu, Kendal. *Seminar Nasional Semarang Perikanan Expo, Cd*, 184-195.
- Sari, A. D. (2011). *Analisis Kandungan Timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada Kangkung Air dan Kangkung Darat Di daerah Jabar-kim Secara Spektrofotometri Serapan Atom*. Medan: Fakultas Farmasi, Universitas Sumatra Utara.
- Sharma, P. &. (2005). Lead toxicity in plants. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 17(1), 35-52.
- Thurmer, K. W.-R. (2002). Autocatalytic Oxidation of Lead Crystallite Surfaces, . *Science* , 297(5589), 2033–2035. .
- Valls, M. D. (2002). Exploiting the genetic and biochemical capacities of bacteria for the remediation of heavy metal pollution. . *FEMS Microbiology Reviews*, 327-338.
- Wahyuni, E. T. (2012). Penentuan Komposisi Kimia Abu Vulkanik dari Erupsi Gunung Merapi. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*. , 19(2):150 – 159.
- Wani, A. L. (2015). Lead toxicity. *Interdisciplinary Toxicology*.
- Widaningrum, M. M. (2007). - Bahaya kontaminasi logam berat dalam sayuran dan alternatif pencegahan cemarannya. *Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian*.
- Widowati, W. (2008). *Efek Toksik Logam Pencemaran dan Penanggulangan Pencemaran*. Yogyakarta: Andi.
- Yogyakarta, D. L. (2019). dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah Tahun 2019. .
- Yogyakarta., B. P. (2022). rovinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dalam angka 2022. *BPS Yogyakarta*.

- Yogyakarta., D. L. (2018). Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah Tahun 2018. *dinas lingkungan hidup dan kehutanan pemerintah daerah istimewa yogyakarta*.
- Yudo, S. (2018). Kondisi Pencemaran Logam Berat Di Perairan Sungai Dki. *Jurnal Air Indonesia*, 2(1), 1–15. .
- Yusuf, A. M. (2019). Atmospheric deposition of heavy metals in vegetable farms near traffic and industrial sites. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(7), 1–10.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1 1 Perhitungan

1. Massa pasar gentan Akar Kangkung = 2 g = 0,002 kg  
Konsentrasi Cd AAS = 0,014  $\mu\text{g/ml}$   
Volume Destruksi = 12 ml  
Volume Pengenceran Akhir = 50 ml  
= 0,014 $\mu\text{g/ml}$  x 12ml = 0,168 $\mu\text{g}$   
= 0,168 $\mu\text{g}$  / 50ml = 0,00336 $\mu\text{g/m}$

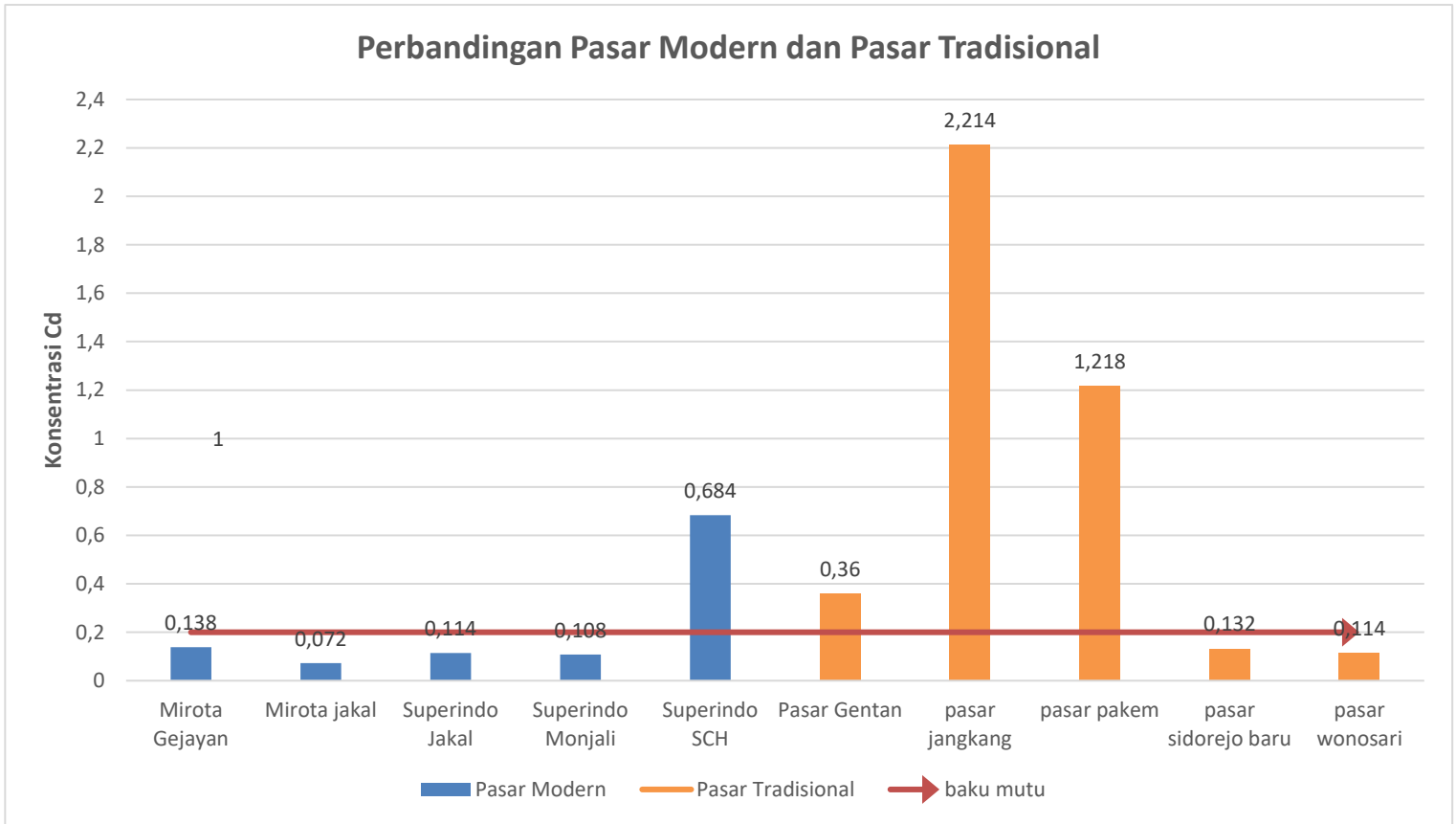
$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi Cd (mg/kg)} & \\ = 0,168\mu\text{g} / 0,002\text{kg} & = 84\mu\text{g/kg} \\ = 84\mu\text{g/kg} / 1000 & = 0,084\text{mg/kg} \end{aligned}$$

2. Massa pasar jangkang daun = 2 g = 0,002 kg  
Konsentrasi Pb AAS = 0,037  $\mu\text{g/ml}$   
Volume Destruksi = 12 ml  
Volume Pengenceran Akhir = 50 ml  
= 0,037 $\mu\text{g/ml}$  x 12ml = 0,444 $\mu\text{g}$   
= 0,444 $\mu\text{g}$  / 50ml = 0,00888 $\mu\text{g/m}$

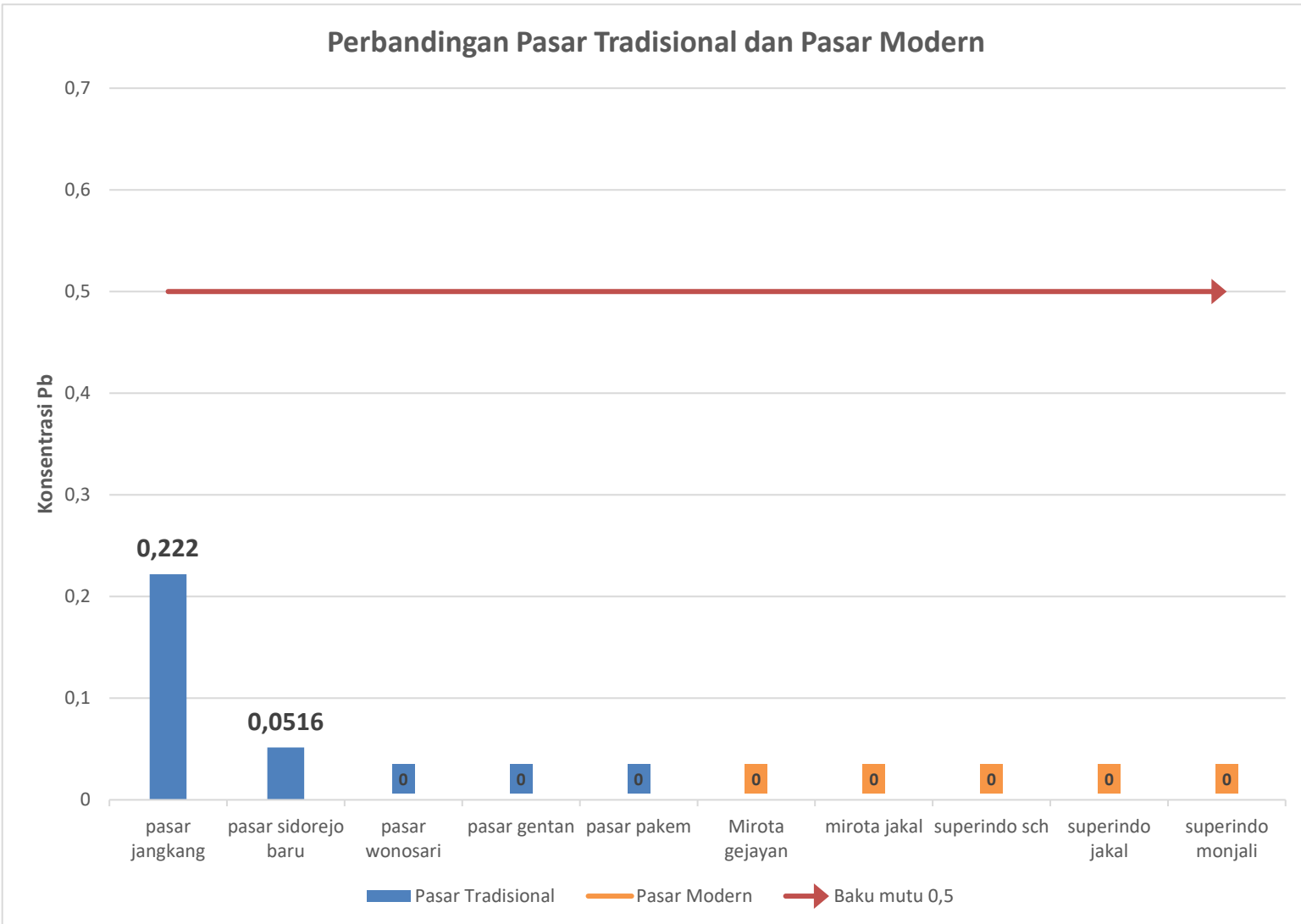
$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi Cd (mg/kg)} & \\ = 0,444\mu\text{g} / 0,002\text{kg} & = 222\mu\text{g/kg} \\ = 222\mu\text{g/kg} / 1000 & = 0,222\text{mg/kg} \end{aligned}$$

Lampiran 1 2

1. Kadar konsentrasi Cd pada kangkung di pasar tradisional dan modern.



## 2. Kadar konsentrasi Pb pada Kangkung di pasar tradisional dan Modern



## Lampiran 1 3 Dokumentasi

### a. Preparasi Sampel



b. Proses destruksi sampel



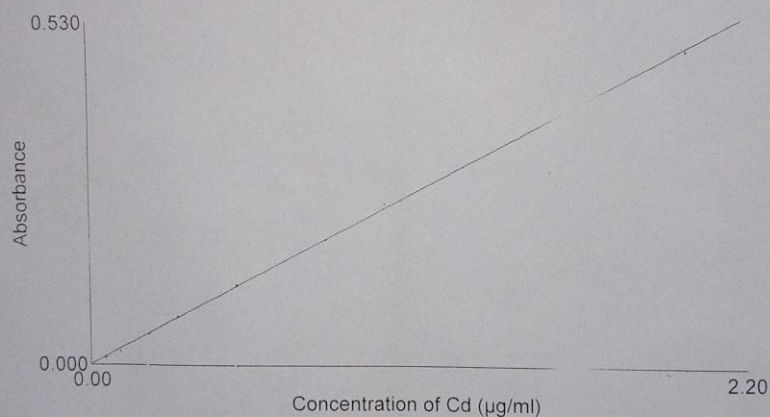
c. Proses akhir



## Lampiran 4 Hasil Uji AAS

Results File D:\GBC AAS\2024\Mahasiswa\1208\_cd.res  
 Analysis  
 Filename C:\Program Files\GBC Avance\Ver 2.02\Analysis1.anl  
 Element Cd,  
 Date Tue May 20 01:41:22 2003  
 Full Calibration  
 Calibration Mode Linear Least Squares Max Error: 0.0310 R<sup>2</sup>: 0.9994 R: 0.9997  
 Conc = -0.0001 + 4.1146 \* Abs

Sample Label	Conc. (µg/ml)	%RSD	Mean Abs.	Replicates
Table Blank	----	----	0.0000	
Standard 1	0.050	----	0.0100	
Standard 2	0.100	----	0.0203	
Standard 3	0.200	----	0.0476	
Standard 4	0.300	----	0.0749	
Standard 5	0.500	----	0.1240	
Standard 6	0.800	----	0.1940	
Standard 7	1.000	----	0.2506	
Standard 8	2.000	----	0.4820	



Sample Label	Conc. (µg/ml)	%RSD	Mean Abs.	Replicates
Sample Blank	----	HIGH	0.0001	0.0002 -0.0007 0.0008
PJD	0.199	1.06	0.0485	0.0488 0.0488 0.0479
PJA	0.004	HIGH	0.0011	0.0009 0.0014 0.0011
PJB	0.166	0.70	0.0403	0.0400 0.0405 0.0405
SBB	0.005	HIGH	0.0013	0.0014 0.0015 0.0010
SBA	0.008	HIGH	0.0020	0.0015 0.0029 0.0017
SBD	0.009	HIGH	0.0021	0.0022 0.0026 0.0016
PWB	0.006	HIGH	0.0014	0.0017 0.0014 0.0010
PWA	0.007	HIGH	0.0018	0.0014 0.0023 0.0017
PWD	0.006	HIGH	0.0016	0.0012 0.0014 0.0022
MGD	0.017	11.90	0.0041	0.0033 0.0044 0.0045

Sample Label	Conc. (µg/ml)	%RSD	Mean Abs.	Replicates		
MGB	0.006	HIGH	0.0015	0.0018	0.0016	0.0011
MJB	0.006	HIGH	0.0015	0.0014	0.0019	0.0011
MJD	0.006	18.22	0.0015	0.0018	0.0013	0.0013
PGA	0.014	12.54	0.0033	0.0030	0.0038	0.0032
PGD	0.006	HIGH	0.0014	0.0017	0.0015	0.0010
PGB	0.040	8.50	0.0099	0.0097	0.0108	0.0091
PPB	0.106	1.19	0.0259	0.0258	0.0262	0.0256
PPA	0.045	1.59	0.0109	0.0109	0.0111	0.0107
PPD	0.052	8.24	0.0127	0.0128	0.0116	0.0136
SSB	0.072	1.19	0.0174	0.0176	0.0172	0.0175
SSD	0.042	2.27	0.0102	0.0100	0.0105	0.0102
SJB	0.015	9.47	0.0037	0.0035	0.0041	0.0035
SJD	0.004	HIGH	0.0010	0.0012	0.0011	0.0005
SMD	0.011	9.68	0.0027	0.0024	0.0028	0.0029
SMB	0.007	19.55	0.0019	0.0022	0.0015	0.0019

Results File

D:\GBC AAS\2024\Mahasiswa\211. pb1.res

Analysis

Filename

C:\Program Files\GBC Avanta\Ver 2.02\Analysis1.anl

Element

Pb,

Date

Tue May 20 01:48:49 2003

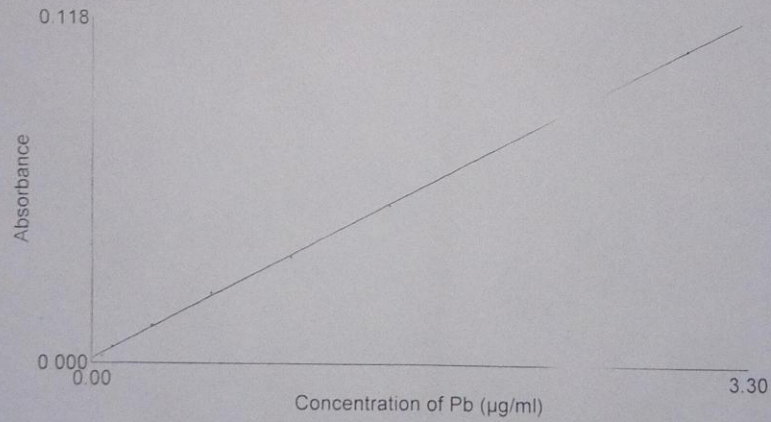
Full Calibration

Calibration Mode

Linear Least Squares Max Error: 0.0290 R<sup>2</sup>: 0.9995 R: 0.9998

Conc = -0.0389 + 28.4804 \* Abs

Sample Label	Conc. (µg/ml)	%RSD	Mean Abs.	Replicates
Table Blank	-----	-----	0.0000	
Standard 1	0.0500	-----	0.0021	
Standard 2	0.1000	-----	0.0053	
Standard 3	0.3000	-----	0.0126	
Standard 4	0.6000	-----	0.0234	
Standard 5	1.0000	-----	0.0358	
Standard 6	1.5000	-----	0.0534	
Standard 7	3.0000	-----	0.1070	



Sample Label	Conc. (µg/ml)	%RSD	Mean Abs.	Replicates
Sample Blank	-----	HIGH	0.0086	0.0067 0.0113 0.0078
PJD	-0.0370	HIGH	0.0001	0.0014 0.0013 -0.0025
PJA	-0.0389	HIGH	-0.0000	-0.0005 -0.0008 0.0013
PJB	-0.0750	HIGH	-0.0013	-0.0035 0.0001 -0.0004
SBB	0.0086	HIGH	0.0017	0.0000 -0.0012 0.0062
SBA	-0.0532	HIGH	-0.0005	0.0019 -0.0011 -0.0023
SBD	-0.1044	HIGH	-0.0023	-0.0053 -0.0024 0.0008
PWB	-0.0987	HIGH	-0.0021	-0.0018 -0.0035 -0.0010
PWA	-0.1367	14.66	-0.0034	-0.0029 -0.0039 -0.0035
PWD	-0.1386	HIGH	-0.0035	-0.0059 0.0004 -0.0050
MGD	ND	9.72	-0.0072	-0.0072 -0.0079 -0.0065
MGB	-0.0380	HIGH	0.0000	0.0048 -0.0034 -0.0013

Sample Label	Conc. (µg/ml)	%RSD	Mean Abs.	Replicates		
MJB	-0.1329	HIGH	-0.0033	-0.0059	-0.0026	-0.0017
MJD	ND	16.77	-0.0043	-0.0041	-0.0037	-0.0051
PGA	-0.0028	HIGH	0.0013	0.0021	0.0016	0.0001
PGD	ND	HIGH	-0.0073	-0.0079	-0.0086	-0.0054
PGB	ND	HIGH	-0.0044	-0.0030	-0.0051	-0.0051
PPB	ND	HIGH	-0.0068	-0.0069	-0.0048	-0.0086
PPA	-0.1263	HIGH	-0.0031	-0.0043	-0.0030	-0.0019
PPD	-0.1063	HIGH	-0.0024	0.0021	-0.0053	-0.0039
SSB	ND	HIGH	-0.0074	-0.0057	-0.0086	-0.0079
SSD	ND	10.32	-0.0079	-0.0082	-0.0086	-0.0070
SJB	ND	HIGH	-0.0049	-0.0078	-0.0047	-0.0021
SJD	ND	0.00	-0.0086	-0.0086	-0.0086	-0.0086
SMD	ND	12.05	-0.0075	-0.0069	-0.0071	-0.0086
SMB	ND	3.16	-0.0084	-0.0086	-0.0086	-0.0081

## RIWAYAT HIDUP



Nama penulis adalah Reynaldi Rohmatullah, biasa dipanggil Rey. Lahir dan besar di Cirebon, Desa Pamengkang, Kecamatan Mundu, Kabupaten Cirebon, Jawa Barat pada tanggal

23 Februari 2000. Merupakan anak ketiga dari bapak Rudi Hartono dan Ibu Saemah. Penulis menempuh pendidikan menengah pertama di SMPNIT Al-Multazam Kuningan pada tahun 2012

hingga 2015. Melanjutkan pendidikan di SMAIT 1 Kuningan dari Tahun 2015 hingga 2018. Pada tahun 2018 menempuh pendidikan strata satu di Universitas Islam Indonesia mengambil program studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan.

