

SKRIPSI_SRIDEWI_RHOFIQAH_0 65-1750292249466

by Turnitin Checker

Submission date: 19-Jun-2025 07:18AM (UTC+0700)

Submission ID: 2701810356

File name: SKRIPSI_SRIDEWI_RHOFIQAH_065-1750292249466.pdf (1.06M)

Word count: 11846

Character count: 73384

SKRIPSI

5
ANALISIS KADAR LOGAM BERAT TIMBAL DAN KADMIUM PADA
MAKANAN TRADISIONAL DEPPA TE'TEKAN YANG DIJUAL
DI PINGGIR JALAN ENREKANG



SRIDEWI RHOFIQAH

KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
POLITEKNIK KESEHATAN MAKASSAR
JURUSAN TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
2025

SKRIPSI

5
ANALISIS KADAR LOGAM BERAT TIMBAL DAN KADMIUM PADA
MAKANAN TRADISIONAL DEPPA TE'TEKAN YANG DIJUAL
DI PINGGIR JALAN ENREKANG

46
RIDEWI RHOFIQAH
PO.71.4.203.21.1.065

KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
POLITEKNIK KESEHATAN MAKASSAR
JURUSAN TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
2025

5
ANALISIS KADAR LOGAM BERAT TIMBAL DAN KADMIUM PADA
MAKANAN TRADISIONAL DEPPA TE' TEKAN YANG DIJUAL
DI PINGGIR JALAN ENREKANG

1
SKRIPSI

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Terapan Kesehatan (S.Tr.Kes)
Pada Program Studi Sarjana Terapan
Jurusan Teknologi Laboratorium Medis
Politeknik Kesehatan Makassar

SRIDEWI RHOFIQAH
PO.71.4.203.21.1.065

KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
POLITEKNIK KESEHATAN MAKASSAR
JURUSAN TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
2025

LEMBAR PERSETUJUAN

Halaman Persetujuan Seminar Hasil dengan Judul:

**ANALISIS KADAR LOGAM BERAT TIMBAL DAN KADMIUM PADA
MAKANAN TRADISIONAL DEPPA TE'TEKAN YANG DIJUAL
DI PINGGIR JALAN ENREKANG**

Telah disetujui untuk diseminarkan/diujikan oleh Tim Penguji

Pada Selasa, 20 Mei 2025

Pembimbing 1



Alfin Resya Virgiawan, S.ST.,M.Si
NIP. 199104292019021001

Pembimbing 2



Nuradi, S.Si., M.Kes
NIP. 196710011998031002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknologi Laboratorium Medis
Poltekkes Kemenkes Makassar



Rahman, S.Si., M.Si
NIP. 196412311986031032

LEMBAR PERSETUJUAN

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi ini telah diuji dan disetujui oleh panitia penguji program studi
sarjana terapan jurusan teknologi laboratorium medis politeknik kesehatan
makassar

Pada Senin, 26 Mei 2025

Pembimbing 1



Alfin Resya Virgiawan, S.ST., M.Si
NIP. 199104292019021001

Pembimbing 2



Nuradi, S.Si., M.Kes
NIP. 196710011998031002

Penguji



Zulfian Armah, S.Si., M.Si
NIP. 198708012015031004

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknologi Laboratorium Medis
Poltekkes Kemenkes Makassar



Rahman, S.Si., M.Si
NIP. 196412311986031032

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim,

Alhamdulillahirabbil 'Alamin, puji syukur kehadiran Allah Subhanahuwata'ala (SWT) Tuhan semesta alam, Rab yang memiliki ilmu pengetahuan ini dan telah melimpahkan segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini dengan judul "ANALISIS KADAR LOGAM BERAT TIMBAL DAN KADMIUM PADA MAKANAN TRADISIONAL DEPPA TE'TEKAN YANG DIJUAL DI PINGGIR JALAN ENREKANG" dengan tepat waktu yang telah ditentukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan jenjang Sarjana Terapan Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Makassar. Tidak lupa pula penulis kirimkan salam dan taslim kepada junjungan Nabi Besar Muhammad Sallallahu 'Alaihi Wasallam (SAW).

Penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi institusi, mahasiswa atau peneliti selanjutnya khususnya, serta pembaca pada umumnya sebagai salah satu sumber pengetahuan dan bahan pembelajaran. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dan kekeliruan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis meminta maaf atas segala keterbatasan dan kekurangan dalam menyelesaikan skripsi ini. Segala kritik dan saran yang membangun senantiasa penulis harapkan dalam peningkatan kualitas skripsi ini.

Sehingga⁴ pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat, kasih sayang, dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ayahanda tercinta Hasanuddin dan Ibunda tercinta Syahrini yang telah merawat dan mendidik penulis selama ini dengan penuh kasih sayang dan pengorbanan untuk membesarkan penulis hingga saat ini. Terima kasih²⁸ atas perhatian moral dan material yang telah diberikan, serta doa-doa³ yang tiada henti selalu dipanjatkan untuk kesuksesan dan keberhasilan penulis sebagai anaknya⁴. Untaian doa-doa terindah yang telah Ayah dan Ibu panjatkan demi kesuksesan penulis adalah penuntun yang tidak mampu terbayarkan dengan apapun di dunia ini. Terima kasih atas dorongan dan semangatnya.

¹ Dalam menempuh proses pendidikan selama ini, penulis menyadari bahwa banyak pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung berupa material, bimbingan, arahan, dorongan, motivasi, semangat, kekuatan dan perizinan. Oleh karena itu, Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Drs. Rusli, Apt., Sp.FRS selaku Direktur²⁰ Poltekkes Kemenkes Makassar.
2. Bapak Rahman, S.Si., M.Si selaku Ketua Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Makassar.
3. Ibu Hj. Syahida Djasang, SKM., M.Kes selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes

Kemenkes Makassar.

4. Bapak Alfin Resya Virgiawan, S.ST., M.Si selaku pembimbing akademik sekaligus pembimbing/penguji skripsi penulis di Poltekkes Kemenkes Makassar. Terima kasih atas segala bimbingan, arahan, dan masukan pada proses perkuliahan hingga pada penyelesaian skripsi ini.
5. Bapak Nuradi, S.Si., M.Kes selaku pembimbing/penguji yang telah meluangkan waktunya untuk memberi bimbingan dan arahan pada penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Zulfian Armah, S.Si., M.Si selaku penguji yang telah memberikan saran, masukan, dan juga bimbingan yang sangat membantu dalam menyempurnakan skripsi ini.
7. Segenap Dosen dan Staff Jurusan Teknologi Laboratorium Medik Poltekkes Kemenkes Makassar atas ilmu dan bantuan yang diberikan kepada penulis sehingga penulis bisa memperoleh pengetahuan dan gelar yang membanggakan.
8. Kepada keluarga besar penulis yang telah memberikan kehangatan, kebersamaan, serta semangat yang menjadi sumber kekuatan dalam setiap langkah hingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
9. Kepada para sahabat terbaik penulis 'Lari Besok' yaitu Sofi, Mulfa, dan Kipa. Terima kasih atas canda tawa, semangat, dukungan, motivasi, dan kebersamaan yang memberi warna dan kekuatan dalam menyelesaikan proses panjang penulisan skripsi ini.

10. Kepada seluruh teman angkatan Sarjana Terapan Triglicerida atas dukungan dan bantuannya selama berkuliah khususnya kepada teman kelas 'tmb.ajaa'.

11. Dan kepada diri saya sendiri atas keteguhan hati, semangat yang tak pernah padam, serta kesediaan untuk terus melangkah meski dalam keterbatasan dan kelelahan. Skripsi ini adalah bukti nyata bahwa usaha, doa, dan keyakinan pada diri sendiri mampu membawa pada akhir yang membahagiakan.

Dari lubuk ¹hati yang paling dalam, penulis selalu **senantiasa memanjatkan doa** semoga Allah SWT memberikan **petunjuk, keberkahan, kemuliaan, serta keselamatan dunia akhirat kepada penulis beserta keluarga dan kepada kita semua.** Aamiin Yaa Rabbal Alamin.

Makassar, 26 Mei 2025

Sridewi Rhofiqah

ABSTRAK

Sridewi Rhofiqah : Analisis Kadar Logam Berat Timbal Dan Kadmium Pada Makanan Tradisional Deppa Te'tekan Yang Dijual Di Pinggir Jalan Enrekang (pembimbing: **Alfin Resya Virgiawan** dan **Nuradi**)

Asap kendaraan bermotor menjadi salah satu sumber pencemaran terhadap makanan, terutama yang dijual di pinggir jalan. Asap kendaraan mengandung zat pencemar logam berat Pb dan Cd yang dihasilkan pada proses pembakaran yang dapat menempel pada makanan yang dijual di pinggir jalan yang berbahaya bagi manusia bila dikonsumsi, oleh sebab itu, peneliti ingin menganalisis kadar Pb dan Cd pada deppa te'tekan yang dijual di pinggir jalan Enrekang dan mengetahui perbandingan kadar Pb dan Cd pada deppa te'tekan. Metode penelitian ini adalah penelitian deskriptif. Penelitian ini dilaksanakan pada 21 April-02 Mei 2025. Sampel yang digunakan adalah deppa te'tekan yang dijual di pinggir jalan Enrekang. Hasil penelitian menunjukkan sebanyak 35,7% sampel mengandung Pb dengan kadar 0,0006-0,0041 ppm. Adapun Cd tidak terdeteksi pada sampel. Perbandingan antara Pb dan Cd pada sampel menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik dengan menggunakan Uji Wilcoxon dengan nilai signifikansi $p = (0,043 < 0,05)$. Disarankan kepada Masyarakat sebaiknya menghindari makanan yang dijual di pinggir jalan sebisa mungkin dan kepada penjual diharapkan tetap menjaga dan meningkatkan higienitas produk jualan guna menghindari kontaminasi logam berat akibat paparan polusi udara dari emisi kendaraan, adapun untuk peneliti selanjutnya dapat membandingkan kandungan logam berat Pb pada deppa te'tekan berdasarkan waktu pajanan terhadap polusi udara dari asap kendaraan.

Kata kunci : Deppa Te'tekan, Kadmium, Pinggir Jalan, Timbal

Daftar Pustaka : 2017-2024

ABSTRACT

Sridewi Rhofiqah : *Analysis of Lead and Cadmium Heavy Metal Levels in Deppa Te'tekan Traditional Food Sold on the Side of the Road Enrekang* (Supervisors: **Alfin Resya Virgiawan** and **Nuradi**)

Motor vehicle smoke is one of the sources of contamination of food, especially those sold on the side of the road. Vehicle smoke contains heavy metal pollutants Pb and Cd produced in the combustion process which can stick to food sold on the roadside which is dangerous to humans when consumed, therefore, researchers want to analyze the levels of Pb and Cd in the deppa te'tekan sold on the side of the road in Enrekang and find out the comparison of the levels of Pb and Cd in the deppa te'tekan. This research method is descriptive research. This research was carried out on April 21-May 02, 2025. The sample used is deppa te'tekan which was sold on the side of the Enrekang road. The results showed that as many as 35.7% of the samples contained Pb with a level of 0.0006-0.0041 ppm. The Cd was not detected in the sample. The comparison between Pb and Cd in the sample showed a statistically significant difference using the Wilcoxon Test with a significance value of $p = (0.043 < 0.05)$. It is recommended to the public to avoid food sold on the roadside as much as possible and to sellers are expected to maintain and improve the hygiene of selling products to avoid heavy metal contamination due to exposure to air pollution from vehicle emissions, as for the next researcher can compare the heavy metal content of Pb in the deppa te'tekan based on the time of exposure to air pollution from vehicle smoke.

Keywords : Deppa Te'tekan, Lead, Cadmium, Roadside.

Bibliography : 2017-2024

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
¹¹ LEMBAR PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR SINGKATAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. ² Tinjauan Umum Logam Berat	5
B. Tinjauan Umum Logam Berat Timbal (Pb)	7
C. ² Tinjauan Umum Logam Berat Kadmium (Cd)	18
D. Tinjauan Umum Kue Tradisional Khas Enrekang Deppa Te'tekan	31
E. Tinjauan Umum Pemeriksaan Pb dan Cd	33
F. Hipotesis	35
G. Kerangka Konsep	36

BAB III METODE PENELITIAN	38
A. Desain Penelitian	38
B. Populasi, Sampel, Besar Sampel, dan Teknik Pengumpulan Sampel.....	38
C. Variable Penelitian.....	39
D. Definisi Operasional	39
48 F. Instrumen Penelitian.....	40
G. Lokasi dan Waktu Penelitian	40
H. Prosedur Penelitian	40
I. Analisis Data	45
1 J. Kerangka Operasional.....	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	47
A. Hasil Penelitian.....	47
B. Pembahasan	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	54
A. Kesimpulan	54
B. Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN	58

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi logam dalam organisme hidup	6
14	Tabel 2.2 Bentuk persenyawaan timbal (Pb) dan kegunaannya	9
	Tabel 2.3 Gejala klinis umum keracunan Pb pada manusia	15
27	Tabel 4.1 Hasil pemeriksaan logam berat Pb dan Cd pada deppa te'tekan yang dijual di pinggir jalan Enrekang	47
	Tabel 4.2 Hasil Uji Wilcoxon	48

3 DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Gambar Pb	8
Gambar 2.2	Gambar Cd	19
Gambar 2.3	Deppa Te'tekan.....	32
1 Gambar 2.4	Skema kerangka konsep	37
Gambar 3.1	Skema kerangka operasional	46

Lampiran 1 Surat Keterangan Layak Etik	59
Lampiran 2 Surat Izin Penelitian	60
Lampiran 3 Hasil Penelitian	61
Lampiran 4 Surat Keterangan Telah Melakukan Penelitian	62
Lampiran 5 Surat Keterangan Bebas Laboratorium.....	63
Lampiran 6 Dokumentasi Kegiatan	64
Lampiran 7 Hasil Uji Wilcoxon	67
Lampiran 8 Biodata Penulis	69

DAFTAR SINGKATAN

B3	: Bahan Berbahaya dan Beracun
EPA	: <i>Environment Project Agency</i>
IARC	: <i>International Agency for Research on Cancer</i>
IQ	: <i>Intelligence Qoutient</i>
SSA	: Spektrofotometer Serapan Atom
TEL	: <i>Tetra Ethyl Lead</i>

BAB I

PENDAHULUAN

⁷⁵ A. Latar Belakang

Kondisi geografis Indonesia yang terdiri dari ribuan pulau menyebabkan keanekaragaman kuliner tradisional maupun modern (Nurchandra, 2021). Kekayaan kuliner Indonesia yang tercermin dalam beragam produk pangan tradisional tidak hanya menjadi warisan budaya, tetapi juga menyimpan potensi risiko Kesehatan yang perlu diteliti secara komprehensif. Salah satu produk pangan yang memerlukan perhatian khusus adalah deppa te'tekan yang berasal dari Kabupaten Enrekang, Sulawesi Selatan (Azmidar, 2023). Keberadaan kue tradisional ini tidak hanya mempresentasikan kearifan lokal Masyarakat Indonesia tetapi juga berpotensi menjadi paparan logam berat yang membahayakan kesehatan konsumen karena pembuatan dan penjualan yang dilakukan dipinggir jalan.

Deppa te'tekan ⁹⁶ adalah salah satu makanan tradisional yang populer di Enrekang umumnya dijual di pinggir jalan dengan kondisi terbuka. Makanan ini juga ⁸³ menjadi salah satu oleh-oleh yang banyak dijual di pinggir jalan poros Enrekang-Toraja dan banyak diminati oleh wisatawan yang berkunjung ke Enrekang (Rijal *et al.*, 2020).

⁴⁵ Makanan yang dijual di pinggir jalan beresiko terpapar polusi udara dan debu yang merupakan salah satu aspek cemaran logam berat. Proses produksi deppa te'tekan dilakukan di area pinggir jalan.

Produk yang telah matang kemudian disimpan dalam wadah terbuka selama kurang lebih 60 menit sebelum dikemas. Hal ini menyebabkan deppa te'tekan terpapar langsung terhadap polusi udara, debu, dan emisi kendaraan sehingga berpotensi menjadi jalur masuknya logam berat timbal (Pb) (Nuryani *et al.*, 2017) dan kadmium (Cd) ke dalam produk tersebut (Suryati *et al.*, 2020).

Asap dari ⁹ kendaraan bermotor menjadi salah satu sumber pencemaran terhadap makanan jajanan, terutama yang dijual di pinggir jalan. Seperti diketahui, asap kendaraan mengandung zat pencemar berupa logam timbal. Logam ini dicampurkan ke dalam bensin dalam bentuk *tetra ethyl lead* (TEL), yang berfungsi untuk meningkatkan daya pelumasan, memperbaiki efisiensi pembakaran, serta bertindak sebagai zat aditif anti-knock ² guna mengurangi hentakan akibat kerja mesin, sehingga dapat meredam kebisingan yang dihasilkan selama proses pembakaran (Kasma *et al.*, 2023).

Pb dan Cd merupakan dua jenis kontaminan berbahaya yang sering ditemukan dalam makanan yang terpapar polusi udara. Pb merupakan salah satu kontaminan lingkungan paling berbahaya yang dapat terakumulasi dalam tubuh manusia melalui konsumsi pangan. Dampaknya bagi manusia mampu mempengaruhi semua organ, target yang paling terpengaruh terhadap paparannya adalah sistem saraf, baik bagi bayi, anak-anak, orang dewasa maupun wanita hamil (Putra *et al.*, 2023).

Cd juga merupakan kontaminan berbahaya dan berdampak pada kesehatan manusia. Beberapa penyakit yang disebabkan oleh logam Cd meliputi peradangan pada paru-paru dan hati, ²⁷ gangguan pada sistem pernafasan dan pencernaan, serta dapat bersifat toksik bagi ¹⁷ tulang. Pencemaran Cd di lingkungan sebab ¹⁷ ulah manusia, seperti penggunaan bahan bakar, pembakaran kayu, penggunaan pupuk dan pestisida (Wamaulana *et al.*, 2022). Berdasarkan pertimbangan ⁷² tersebut, ⁷² penelitian tentang analisis kandungan logam berat Pb dan Cd pada makanan tradisional deppa te'tekan yang dijual di pinggir jalan Enrekang menjadi sangat penting untuk dilakukan. ⁵ hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah tentang tingkat keamanan deppa te'tekan dari cemaran logam berat.

⁷ B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, bagaimana ⁴⁷ kadar logam berat Pb dan Cd pada makanan tradisional deppa te'tekan yang dijual di pinggir jalan Enrekang?

³⁷ C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan umum

Mengetahui kadar logam berat Pb dan Cd ³⁷ pada deppa te'tekan yang dijual di pinggir jalan Enrekang.

2. Tujuan khusus

- a. Mengetahui kadar Pb pada deppa te'tekan.
- b. Mengetahui kadar Cd pada deppa te'tekan.

- c. Mengetahui batas maksimum Pb dan Cd pada deppa te'tekan.
- d. Mengetahui perbandingan kadar Pb dan Cd yang terkandung dalam deppa te'tekan.

4

D. Manfaat Penelitian

1. Peneliti

Menambah pengetahuan dan keterampilan peneliti dalam bidang toksikologi khususnya logam berat.

2. Institusi

50

Menjadi bahan masukan dan perbandingan serta evaluasi bagi peneliti yang akan datang yang mungkin dapat dikembangkan lagi dan sebagai bahan acuan untuk peneliti selanjutnya.

3. Masyarakat

Memberikan informasi risiko kesehatan dari paparan logam berat timbal dan kadmium, melindungi konsumen dari potensi kontaminasi logam berat, dan meningkatkan kesadaran Masyarakat akan keamanan pangan tradisional.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum Logam Berat

Unsur logam dibedakan menjadi dua berdasarkan identitasnya meliputi logam ringan dan logam berat. Logam ringan memiliki densitas kurang dari 5 g/cm³ dan logam berat memiliki densitas lebih dari 5 g/cm³. Logam berat mempunyai nomor atom antara 21 sampai 92. Berdasarkan PP No 85 tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, logam berat mencakup Pb, As, Cr, Hg, Sn, Cd, Zn, Cu, dan Fe (Fadhila, 2022).

Logam berat merupakan unsur yang terdapat di dalam tanah dan bagian dari kerak bumi. Selain itu, keberadaannya juga dapat berasal dari aktivitas manusia, seperti industri tekstil, pupuk, pestisida, cat dan lainnya. Logam berat tidak dapat terurai atau dihancurkan, dan senyawanya bisa masuk ke dalam tubuh melalui makanan, air minum, serta udara (Kumala, 2024).

Logam berat adalah salah satu bahan tergolong sebagai bahan berbahaya dan beracun (B3). Zat beracun ini banyak ditemukan dalam limbah yang berasal dari aktivitas pertambangan, permukiman, penggunaan pestisida, serta emisi gas kendaraan. Logam berat dibagi dalam dua jenis yaitu logam berat esensial dan logam berat non esensial. Organisme hidup membutuhkan logam esensial dalam jumlah tertentu, tetapi logam berat esensial berbahaya jika berlebih. Sebagai contoh seng

² (Zn), tembaga (Cu), besi (Fe), dan mangan (Mn). Sementara logam non ⁹⁸ esensial seperti kadmium (Cd), merkuri (Hg), kromium (Cr), dan timbal ¹⁴ (Pb), sangat beracun bila masuk ke dalam tubuh. Logam berat juga disebut sebagai logam esensial tubuh karena sangat dibutuhkan. Jika ⁵⁵ logam esensial masuk ke dalam tubuh dalam jumlah yang berlebih, maka akan berubah fungsi menjadi racun (Kadim, 2023).

Tabel 2.1 Klasifikasi logam dalam organisme hidup

Jenis logam berat	Logam berat
Esensial	Kalsium (Ca), Mangan (Mn), Magnesium (Mg), Tembaga (Cu), Kalium (K), Stronsium (Sr), Natrium (Na), Besi (Fe), Seng (Zn).
Non-esensial	Kadmium (Cd), Timbal (Pb), Merkuri (Hg), Talium (Tl), Perak (Ag).
Borderline	Kromium (Cr), Nikel (Ni), Kobalt (Co), Timah (Sn), Vanadium (V).

Sumber: (Yunita, 2023).

Logam berat dapat bersifat racun ²⁹ meskipun dalam konsentrasi rendah. Logam berat yang tidak esensial di lingkungan dapat mencemari tanah, air dan udara. Dampak dari pencemaran ini dapat mempengaruhi organisme yang ada disekitar, seperti Ketika logam berat mencemari tanah atau air, yang kemudian mempengaruhi tanaman yang tumbuh di daerah tersebut. Tanaman ini dapat diproses menjadi bahan makanan, yang pada gilirannya berpotensi

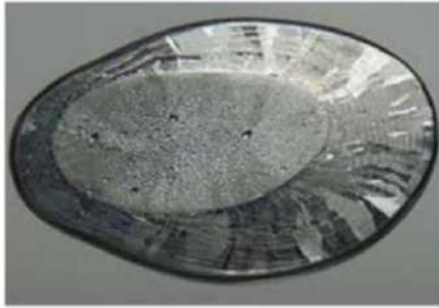
membahayakan kesehatan bagi konsumen yang mengonsumsinya (Kumala, 2024).

B. Tinjauan Umum ¹⁴Logam Berat Timbal (Pb)

1. Definisi ⁵⁴timbal (Pb)

Timbal atau *plumbum* adalah logam berat yang berada di kerak bumi yang jumlahnya sangat sedikit yaitu hanya sekitar 0.0002% dari seluruh lisofer, namun karena kegiatan manusia yang dapat menciptakan timbal (Pb) 300 kali lebih banyak dibanding dengan jumlah aslinya di kerak bumi (Zidan & Budiharjo, 2021). Timbal merupakan logam yang lunak, berwarna biru keabuan, berat jenis tinggi dan tahan terhadap karat. Umumnya ditemukan bersamaan dengan kegiatan penambangan unsur lain seperti tembaga, arsen, seng, bismut dan lain-lain. Pb memiliki massa atom 207,19 g, masa jenis 11,4 g/cm³ dengan nomor atom 82. Timbal mudah dimurnikan dan mengkilap, memiliki titik lebur yang sangat rendah yaitu meleleh pada suhu 328°C (622°F) dengan titik didih 1740°C (3164°F) dan mudah untuk dibentuk serta memiliki sifat kimia aktif (Sawiendrayanti *et al*, 2016).

Logam timbal (Pb) adalah logam yang terbentuk secara alami yang biasanya terdiri dari campuran dua unsur atau lebih dan memiliki titik leleh yang rendah. Meskipun keberadaannya terindikasi di alam, aktifitas manusia merupakan penyebab utama peningkatan kandungan timbal di lingkungan (Adhiyasa, 2024).



Gambar 2.1 Gambar Pb
(Afifah, 2020)

Pb merupakan polutan atau kontaminan di udara dalam bentuk partikel yang dikenal sebagai debu logam. Pb biasanya digunakan sebagai bahan tambahan pada bahan bakar kendaraan seperti bensin untuk meningkatkan efisiensi pembakaran. Konsentrasi senyawa Pb lebih tinggi dari senyawa lainnya yaitu sekitar 62% dan karena timbal tidak melalui proses pembakaran sempurna, jumlah yang dilepaskan ke udara melalui knalpot kendaraan jauh lebih tinggi (Sugiani, 2023).

Menurut *Environment Project Agency (EPA)* (2014), 25 % logam berat Pb masih terkandung dalam mesin kendaraan, dan 75% lainnya dapat mencemari udara sebagai asap knalpot. Jumlah encemaran ini bervariasi menurut lokasi kendaraan, dengan 10% mencemari lokasi dalam radius kurang dari 100 m, 5% mencemari lokasi dalam radius 20 km, dan 35% akan masuk kedalam atmosfer dalam jarak yang cukup jauh (Yulia *et al.*, 2021).

2. Kegunaan Pb

Pb tersebar luas di lingkungan akibat dari penambangan, peleburan, pembakaran batu-bara, berbagai penggunaan di industri, serta emisi kendaraan. Hal tersebut akan berpengaruh pada Kesehatan Masyarakat. Timbal pada industri memiliki kegunaan utama diantaranya adalah zat tambahan bahan bakar, pembuatan aki mobil, batu-baterai, kabel, pigmen dalam cat, pembuatan pipa PVC (yang menjadi salah satu penyebab pencemaran pada air minum), pelapis alat makan keramik, dan pelapis konstruksi untuk mengurangi kebisingan maupun getaran (Sawiendrayanti *et al.*, 2016).

Menurut Pratiwi (2020) terdapat beberapa kegunaan timbal (Pb), diantaranya:

- 1) Zat aditif untuk bahan bakar kendaraan
- 2) Pewarna cat
- 3) Pengkilap keramik dan bahan anti api
- 4) Dipakai dalam baterai

Berikut ini bentuk persenyawaan timbal dan kegunaannya akan dijelaskan pada table 2:

²²
Tabel 2.2 Bentuk persenyawaan timbal (Pb) dan kegunaannya

Bentuk persenyawaan	Kegunaan
Pb dan Sb	Kabel telepon
Pb, Sn, Bi, dan As	Kabel listrik
Pb dan Ni	Senyawa azida pada bahan

	peledak
Pb, Mo, Cr, dan Cl	Pewarna cat
Pb Asetat	Bahan anti api dan pengkilap keramik
Pb dan Te	Pembangkit listrik tenaga panas
Tetramil-Pb dan Tetraetil-Pb	Zat aditif pada bahan bakar kendaraan

Sumber : (Pratiwi, 2020)

3. Penyebaran timbal (Pb) di lingkungan

Timbal adalah keperakan yang cerah dan berwarna kebiruan pada keadaan atmosfer yang kering. Proses industri merupakan sumber utama paparan timbal, salah satunya industri makanan dan minuman. Selain itu, sumber paparan lainnya termasuk bahan bakar bensin dan cat yang sering digunakan (Riana, *et al.*, 2023).

Terdapat hubungan antara kontaminasi timbal di lingkungan (seperti ¹³ udara, tanah, dan sumber daya air) dengan faktor-faktor alami, termasuk pelapukan geokimia, emisi semprotan laut, aktivitas vulkanik, dan remobilisasi sedimen, tanah, serta air dari area pertambangan. Selain itu, kegiatan manusia juga menjadi sumber utama kontaminasi logam di lingkungan, ¹³ seperti industri, pengolahan minyak, agrokimia, cat, peleburan, pertambangan, penyulingan, daur ulang timbal yang tidak resmi, kosmetik, pengelupasan cat kusen jendela dan pintu, perhiasan, mainan, keramik, tembikar, bahan pipa

dan paduannya, air dari pipa tua, tirai mini vinil, kaca patri, piring berlapis timbal, senjata api dengan peluru timbal, baterai, radiator kendaraan, dan beberapa jenis tinta berwarna (Kumar *et al.*, 2020).

a. Udara

Plumbum atau timbal di udara diakibatkan oleh asap kendaraan, dan cerobong asap dari pabrik yang mengolah senyawa timbal. Ketika bahan bakar kendaraan dibakar dengan zat aditif atau bahan tambahan timbal (Pb), timbal organik dilepaskan. Pb yang tercampur dengan bahan bakar dan oli akan mengalami proses pembakaran bahan bakar di dalam mesin. Pb akan dikeluarkan bersama dengan gas buangan lainnya (Zidan & Budiharjo, 2021).

Penggunaan timbal pada bahan bakar meningkatkan daya pelumasan. Garam timbal seperti ²⁵ PbBrCl , $\text{PbBrCl} \cdot 2\text{PbO}$, PbCl_2 , Pb(OH)Cl , PbBr_2 , dan $\text{PbCO}_3 \cdot 2\text{PbO}$ akan dihasilkan ketika mesin kendaraan dipanaskan dan terjadi pembakaran bahan bakar pada mesin. Garam timbal tersebut akan keluar melalui buangan gas kendaraan masuk ke lingkungan seperti di udara dan di tanah. Partikel kecil akan terbawa oleh udara dan terakumulasi ke atmosfer sedangkan ⁹⁷ partikel yang lebih besar akan jatuh ke tanah (Fadhila, 2022).

b. Makanan dan minuman

Timbal juga dapat mengontaminasi makanan dan minuman

yang dikemas dalam kaleng. Hal ini dikarenakan makanan dan minuman yang sudah diasamkan memiliki kemampuan untuk melarutkan timbal (Pb) diwadahnya. Beberapa jenis makanan selain makanan dan minuman kemasan kalengan yang mengandung Pb termasuk buah dan sayuran, ginjal dan hati ternak, ikan, kelompok molusa (Kerang-kerangan), dan crustacea (Udang-udangan) (Zidan & Budiharjo, 2021). Selain itu, makanan yang dijual di pinggir jalan dapat terkontaminasi logam berat yang bersumber dari emisi gas buangan kendaraan bermotor dan peralatan dapur (Bella & Rappe, 2020).

c. Air

Air hujan membantu mengangkut timbal (Pb) dari udara ke perairan. Selain itu, hasil limbah industry menyebabkan pencemaran Pb di perairan. Kematian biota laut dapat disebabkan oleh konsentrasi timbal sangat tinggi dalam air yaitu lebih dari 188 mg/L (Zidan & Budiharjo, 2021).

4. Sumber cemaran Pb pada makanan

Pencemaran makanan oleh logam timbal dapat terjadi akibat beberapa faktor, antara lain:

a. Kontaminasi polusi udara

Makanan yang dijual tepat di pinggir jalan yang ramai dilalui kendaraan harus diawasi untuk mengetahui seberapa banyak asap kendaraan bermotor yang menempel pada makanan tersebut. Hal ini penting karena asap kendaraan dan sisa

pembakaran dapat menjadi sumber Pb (Qatrunnada, 2019).

b. Minyak goreng yang digunakan

Qatrunnada (2019) menyatakan bahwa ternyata makanan yang baru keluar dari wajan sudah mengandung timbal yang bersumber dari minyak goreng yang digunakan. Minyak goreng yang digunakan lebih dari tiga kali penggorengan merupakan sumber utama tingginya Pb pada makanan. Pedagang makanan gorengan sering mencampurkan minyak baru dengan minyak bekas untuk digunakan kembali, padahal minyak bekas tersebut kemungkinan telah terkontaminasi timbal (Pb).

c. Proses produksi

Timbal juga digunakan pada pelapis anti karat dalam peralatan masak, salah satunya pada panci teflon, dalam bentuk timbal oksida (PbO). Jika lapisan ini mengalami kerusakan atau tergores, kontaminasi Pb dapat terjadi, sehingga bercampur dengan makanan yang dimasak (Qatrunnada, 2019).

5. Dampak paparan Pb terhadap Kesehatan

Timbal dapat masuk ke tubuh melalui tiga mekanisme utama, yaitu proses pernafasan, konsumsi melalui mulut, dan penyerapan langsung melalui kulit. Sekitar 40% senyawa timbal yang terhirup akan diserap oleh sistem pernafasan, sedangkan 5-10% yang masuk melalui sistem pencernaan dapat diserap oleh tubuh. (Putra *et al.*, 2023) pada orang dewasa, namun bisa mencapai 50% pada anak-

anak hal ini dipengaruhi perbedaan tingkat higienis antara orang dewasa dan anak-anak. Mengonsumsi rokok merupakan salah satu faktor lain yang mempengaruhi masuknya timbal ke dalam tubuh. Pb dapat dimetabolisme dalam tubuh melalui darah, jaringan, tulang, maupun rambut (Hasim, 2024).

Akumulasi Pb dalam tubuh dapat mempengaruhi berbagai organ, dengan sistem saraf sebagai target utama dampaknya. Bayi, anak-anak, orang dewasa dan wanita hamil sangat rentan terhadap paparan timbal. Pada bayi dan anak-anak, toksisitas timbal lebih berbahaya dibandingkan dengan orang dewasa karena jaringan tubuh mereka masih lunak. Bahkan dalam kondisi rendah, timbal dapat menyebabkan gangguan perilaku, kesulitan belajar, serta penurunan *Intelligence Quotient* (IQ). Pada orang dewasa paparan timbal dalam jangka panjang dapat menurunkan fungsi kognitif, menyebabkan anemia, serta meningkatkan tekanan darah, terutama pada lansia. Selain itu, Pb juga dapat menyebabkan kerusakan serius pada otak dan ginjal. Dalam kadar tinggi, paparan timbal bahkan dapat berakibat fatal. Bagi wanita hamil, paparan Pb dalam jumlah besar dapat meningkatkan risiko keguguran, sedangkan pada pria, paparan timbal kronis dapat menurunkan tingkat kesuburan. (Putra *et al.*, 2023)

Timbal dapat masuk ke dalam tubuh melalui beberapa cara seperti menghirup debu bermuatan Pb akibat terbawa angin,

menelan makanan yang telah terkontaminasi Pb, mengonsumsi air yang mengandung Pb, serta mengonsumsi makanan yang ditanam di area tercemar Pb. Setelah terserap, Pb didistribusikan ke dalam tubuh melalui sel darah merah (SDM). Sebagian besar Pb berikatan dengan hemoglobin dibandingkan dengan membran sel darah merah yang berpotensi menyebabkan anemia. Ion Pb juga dapat mencapai hati dan menyebabkan kerusakan permanen, sebagaimana dibuktikan oleh penelitian histopatologi. Selain itu toksisitas Pb dapat meningkatkan kadar enzim darah sekaligus menghambat sintesis protein. Pb juga berdampak negative pada fungsi ginjal dengan mengganggu proses ekskresi. Selain itu Pb merusak sistem saraf, sistem kardiovaskular, serta reproduksi. Efek toksik Pb juga mempengaruhi mineralisasi tulang dan gigi, yang dapat menjadi beban bagi tubuh. Menurut badan internasional untuk penelitian kanker, *International Agency for Research on Cancer (IARC)*, ada bukti terbatas pada manusia dan cukup pada hewan yang menunjukkan bahwa Pb anorganik dapat menyebabkan kanker pada manusia (Kumar *et al.*, 2020). Berikut ini gejala umum keracunan Pb pada manusia yang dirangkum dalam tabel 2.3.

Tabel 2.3 Gejala klinis umum keracunan Pb pada manusia

Organ/Sistem Tubuh	Gejala klinik keracunan Pb
Mata	Kebutaan pada bagian-bagian bidang penglihatan, halusinasi

Telinga	Kehilangan pendengaran
Mulut	Bicara tidak jelas, garis biru pada gusi
Ginjal	Kerusakan dan kegagalan struktural, perubahan fungsi ekskresi
Hati	Penyakit kuning, stress oksidatif yang disebabkan oleh timbal, penurunan fungsi hati, penumpukan lemak pada hati (steatosis mikroversikular dan makroversikular), dan kolestasis (aliran empedu terhambat)
Kulit	Pucat
Sistem saraf pusat	Insomnia, kehilangan selera makan, libido menurun, depresi, cepat marah, defisit kognitif, hilang ingatan, sakit kepala, perubahan kepribadian, koma, ensefalopati
Organ reproduksi	Disfungsi sperma, komplikasi kehamilan, kelahiran premature.
Darah	Anemia
Perut/Lambung	Nyeri, mual, diare, sembelit
Neuro-otot	Getaran, nyeri, kejang, kehilangan koordinasi, kelemahan pada otot
Tulang	Mineralisasi tulang dan gigi, kepadatan tulang menurun

Sumber: (Kumar *et al.*, 2020)

Dalam (Hasim, 2024) dijelaskan Paparan Pb yang tinggi di dalam tubuh akan menimbulkan gejala visual secara akut dan kronik, yaitu:

a. Keracunan akut

Dalam 30 menit setelah Pb masuk ke dalam tubuh, keracunan Pb akut muncul. Paparan Pb akut melalui udara yang terhirup dan menyebabkan gejala pada tubuh seperti lelah, sakit kepala, susah tidur, lemas, sakit perut, nyeri otot dan tulang, masalah dengan buang air besar, dan kehilangan selera makan, yang dapat menyebabkan anemia. Gejala-gejala ini bervariasi tergantung pada Tingkat konsentrasi pb yang masuk ke dalam tubuh.

b. Keracunan subakut

Keracunan subakut pada Pb dapat terjadi setelah paparan timbal asetat berulang kali sehingga menimbulkan gejala pada sistem saraf yaitu rasa kebas, kaku pada otot, sakit kepala yang dahsyat dan *paralisis flaksid* pada tungkai. Gejala umum keracunan subakut adalah gelisah, kehilangan semangat, dan dehidrasi. Orang yang terpapar sering mengalami masalah pencernaan, sedikit produksi urine dan urine berwarna merah.

c. Keracunan kronik

Secara umum gejala keracunan Pb lebih sering bersifat

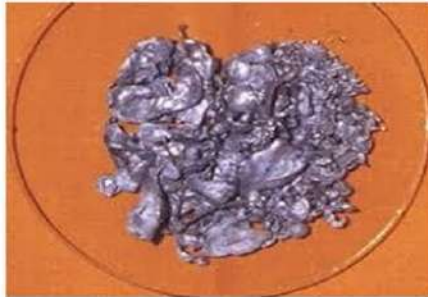
kronik daripada akut dan subakut. Rasa Lelah, lesuh, iritabilitas, dan masalah gastrointestinal adalah tanda awal dari efek keracunan kronik. Paparan Pb yang berlebihan menyebabkan insomnia, gangguan ingatan, penurunan konsentrasi, dan rasa bingung atau pikiran yang kacau. Gejala keracunan Pb yang lebih lama adalah penurunan libido, infertilitas pada pria, masalah haid dan keguguran pada wanita serta kematian janin.

C. Tinjauan Umum Logam Berat Kadmium (Cd)

1. Definisi Kadmium (Cd)

Kadmium atau juga dikenal dengan nama latin *Cadmia*, merupakan unsur kimia pada table periodik dengan nomor atom 48. Unsur ini memiliki massa atom 112,41 g, massa jenis 8,624 g/cm³ pada 20°C, titik leleh 320,9°C, titik didih 767°C, dan tekanan uap 0,013 Pa pada 180°C. Kadmium merupakan logam yang secara alami terdapat dalam kerak bumi. Dalam bentuk murni, kadmium merupakan logam lunak berwarna putih keperakan. Namun, hingga saat ini kadmium murni belum pernah ditemukan secara alami. Biasanya kadmium ditemukan dalam bentuk mineral yang terikat dengan unsur lain seperti oksigen, kloril, atau sulfur (Yunita, 2023). Kadmium terletak pada periode 5 dalam tabel sistem periodik unsur. Sebagai deposit sulfida, logam kadmium dikenal sebagai unsur chalcophile. Dalam kerak bumi, kadar kadmium sekitar 0,13 µg/g. Sifat kadmium (Cd) dan seng (Zn) memiliki kemiripan, serta

keduanya mengalami proses geokimia yang serupa. (Aprilia, 2023).



Gambar 2.2 Gambar Cd
(Latiffah, 2019)

Cd adalah unsur alami yang terdapat dalam kerak bumi. Dalam bentuk murninya, logam berat ini berwarna putih keperakan dan bersifat lunak, tetapi bentuk ini jarang ditemukan di lingkungan. Umumnya kadmium ditemukan dalam bentuk senyawa yang berikatan dengan unsur lain, seperti oksigen (kadmium oksida), klorin (kadmium klorida) dan belerang (kadmium sulfida). Senyawa ini umumnya stabil, padat, dan tidak mudah menguap. Namun, kadmium oksida sering ditemukan di udara dalam bentuk partikel kecil.

Menurut *Agency for Toxic Substances and Disease Registry* (ATSDR), kadmium merupakan salah satu logam berat yang paling beracun. Karena kadmium merupakan produk sampingan dari industri, maka karyawan di industri tersebut sangat mungkin terpapar. Logam ini akan terakumulasi sepanjang hidup dalam tubuh

manusia bila terhirup (Riana *et al.*, 2023).

Menurut Dewi (2020), kadmium (Cd) adalah logam yang dapat menyebabkan kanker dan termasuk dalam polutan udara. Salah satu bagian bahan bakar kendaraan adalah Kadmium. Kadmium secara alami terdapat didalam tanah dengan kadar rata-rata yang relatif rendah sekitar 0,4 mg Cd/Kg tanah. Pada tanah yang tidak tercemar, kandungan kadmium biasanya berkisar antara 0,06 - 1,1 mg/kg. Namun, kadar Cd dapat meningkat akibat pencemaran lingkungan seperti penggunaan pupuk fosfat dan emisi kendaraan bermotor yang akhirnya mengendap dalam sedimen tanah. Secara kimia, sifat Kadmium mirip dengan seng, terutama dalam mekanisme penyerapan oleh tanah dan tanaman. Namun, Kadmium lebih bersifat toksik dan dapat mengganggu aktifitas enzim dalam tubuh (Lestari, S. 2021).

2. Sifat dan kegunaan kadmium (Cd)

Logam kadmium sangat reaktif di udara terbuka, menghasilkan uap CdO berwarna coklat saat dipanaskan. Ini dikarenakan kadmium tidak larut dalam alkali, namun larut pada asam seperti H₂SO₄ dan HCl. Logam kadmium tersebar luas di alam. Secara fisik, logam ini bersifat lunak dan mudah dibentuk. Namun, kadmium akan kehilangan kilapnya ketika terpapar udara yang lembab atau basah selain itu, logam ini juga akan rentan mengalami kerusakan jika terkena uap ammonia (NH₃) dan sulfur hidroksida (SO₂) (Wamaulana *et al.*, 2022).

Kadmium pertama kali digunakan sebagai pengganti timbal dan sebagai pigmen dalam industri cat pada Perang Dunia 1. Kadmium saat ini digunakan dalam produksi logam, baterai isi ulang, dan terdapat pada asap tembakau. Baterai alkali menggunakan tiga perempat kadmium sebagai elektroda. Sisanya digunakan sebagai pelapis dan penstabil plastik (Riana *et al.*, 2023). Selain itu, kadmium juga digunakan pada minyak pelumas dan bahan bakar.

3. Penyebaran kadmium di lingkungan

Kadmium adalah bahan kimia alam yang tidak terurai yang dapat ditemukan atau beredar di udara. kadmium seringkali mempengaruhi pembentukan di dalam air bersama dengan logam lainnya (Latiffah, 2019).

Kadmium dapat masuk ke dalam tanah akibat larutnya batuan seperti gletser dan batuan alluvial. Penggunaan pupuk kimia dan pengendapan air limbah yang dilakukan oleh manusia juga merupakan faktor lain yang menyebabkan kadmium masuk ke lingkungan. Selain itu, cemaran Cd pada lingkungan juga berasal dari ¹⁷ pembakaran kayu, limbah saat ini, penggunaan bahan bakar, penggunaan pupuk serta pestisida (Wamaulana *et al.*, 2022).

Menurut Suryati *et al.*, 2020, sumber Cd di udara dapat berasal dari proses alami maupun aktifitas manusia. Secara alami, Cd yang terdapat di tanah dapat terbawa ke udara dalam bentuk debu atau partikel akibat tiupan angin. Sementara itu, sumber

antropogenik Cd umumnya berasal dari aktivitas industri seperti pelapis logam, asap rokok, pembakaran sampah, dan emisi kendaraan bermotor (Suryati *et al.*, 2020).

Sumber utama kadmium adalah debu cerobong asap, yang dihasilkan selama pemurnian seng dengan distilasi dan, karena volatilitasnya yang tinggi, mengendap di semua fraksi Cd terutama digunakan untuk melapisi logam lain, terutama baja, atau sebagai lapisan antikorosif pada lembaran baja. Ia bertindak sebagai lapisan pelindung yang sangat baik dalam lingkungan alkali dan juga umum digunakan untuk menghasilkan paduan dengan titik leleh rendah, seperti logam Wood yang digunakan dalam sistem proteksi kebakaran. Saat ini, di Polandia, industri berat praktis telah menghilang, dan oleh karena itu rute utama paparan Cd di negara tersebut adalah merokok dan konsumsi makanan yang terkontaminasi. Selain itu, Tchounwou *et al.* melaporkan rute paparan Cd yang sama di Amerika Serikat. Selain melalui konsumsi makanan yang terkontaminasi dan merokok, orang dapat terpapar kadmium melalui berbagai cara, termasuk pekerjaan di industri logam atau bekerja di lokasi yang terkontaminasi kadmium (Charkiewicz *et al.*, 2023).

4. Sumber kadmium berasal dari bensin

Kadmium di alam umumnya ditemukan bersama logam timbal dan seng. Kadmium dihasilkan sebagai produk sampingan dari

proses pemurnian logam timbal dan seng di industri, dan kemudian dilepaskan ke lingkungan. Meskipun logam ini tidak banyak digunakan, limbah industri dan penggunaan minyak membuatnya semakin banyak dan berbahaya bagi lingkungan. Selain itu, bahan lain seperti mineral seng, timbal, dan tembaga selalu mengandung produk sampingan kadmium. Baik seng maupun kadmium memiliki afinitas tinggi terhadap belerang sehingga mineral sulfida adalah sumber utama keduanya, mengandung hingga 5% kadmium. Kandungan kadmium pada ⁵ bahan bakar dan minyak pelumas adalah 0,5 ppm, kandungan kadmium pada batu bara adalah 2 ppm, dan pupuk superfosfat mengandung kadmium hingga 170 ppm (Fausia, 2024).

5. Sumber cemaran Cd pada makanan

Cemaran Cd pada makanan berawal dari cemaran Cd di lingkungan. Cemaran Cd di lingkungan disebabkan oleh ulah manusia, seperti ¹⁷ penggunaan bahan bakar, pembakaran kayu, dan penggunaan pupuk dan pestisida (Wamaulana *et al.*, 2022). Hal inilah yang menjadi sumber utama kontaminasi logam kadmium pada makanan bila makanan tersebut terkontaminasi Cd dari lingkungan.

6. Jalur masuknya Cd dalam tubuh

Menurut Fausia (2024), terdapat beberapa jalur masuknya kadmium ke dalam tubuh manusia, antara lain:

a. Sistem pernafasan

Paparan Cd melalui pernafasan umumnya terjadi di lingkungan kerja. Partikel Cd yang sangat kecil dapat terhirup dalam bentuk asap atau debu. Proses ¹² penyerapan senyawa kadmium bervariasi tergantung pada ukuran partikel serta kelarutan Cd. Partikel debu berukuran besar dengan diameter lebih dari 10 µm cenderung masuk dan mencapai alveoli, sementara senyawa Cd yang larut, seperti CdCl₂ dan CdSO₄, memiliki tingkat penyerapan yang lebih rendah dibandingkan partikel padat. Sekitar 5% partikel berukuran 10 µm akan mengendap dan terserap di alveoli. Oleh karena itu, ukuran partikel menjadi faktor utama yang mempengaruhi paparan Cd di paru-paru (Fausia, 2024).

b. Sistem Pencernaan (Oral)

Selain melalui sistem pernafasan (inhalasi) kadmium juga ¹⁰⁴ masuk ke dalam tubuh melalui oral. Kadmium masuk ke sistem pencernaan dalam bentuk makanan yang terkontaminasi. Zat-zat ini diserap melalui transporter dan yang tidak diserap dikeluarkan melalui feses. Penyerapan Cd di saluran pencernaan biasanya sekitar 5%. Orang dengan status gizi buruk lebih rentan terpapar kadmium (Fausia, 2024).

c. Kontak kulit

Selain melalui sistem pernafasan dan pencernaan, Kontak

dengan kulit juga merupakan jalur masuknya Cd ke dalam tubuh. Meskipun penyerapan Cd melalui kulit tergolong sangat rendah, hanya sekitar 0,5%, paparan yang berlangsung selama beberapa jam atau lebih dapat meningkatkan risiko dampaknya (Fausia, 2024).

7. Dampak paparan Cd terhadap kesehatan

Kadmium ⁵² dalam bentuk oksida adalah logam dengan tingkat toksisitas yang tinggi. Pada manusia kontaminasi Cd umumnya terjadi melalui konsumsi makanan dan rokok. Waktu paruh Cd sekitar 10 hingga 30 tahun, dengan ⁶⁴ akumulasi di organ ginjal dan hati sekitar 10 hingga 100 kali lebih tinggi dibandingkan dengan jaringan lain. Dalam tubuh, Cd diekskresi melalui urine, tetapi hanya sekitar 5-10% kadmium yang diserap oleh tubuh. Sebaliknya, penyerapan melalui sistem pernafasan lebih tinggi yaitu sekitar 10-40% tergantung pada kondisi lingkungan. ²⁵ Perkiraan dosis mematikan (*lethal dose*) akut yaitu sekitar 500 mg/kg, sedangkan efek toksik dapat muncul jika tubuh menyerap sekitar 0.043 mg/kg per hari (Riana *et al.*, 2023).

Menurut (Charkiewicz *et al.*, 2023) Gejala yang khas pada keracunan Cd bervariasi tergantung pada lamanya paparan, jenis makanan, serta usia dan status kesehatan orang yang terpapar.

a) Pada sistem pernafasan

Dalam sistem pernafasan, Cd dapat menyebabkan iritasi

pada selaput lendir hidung (mengganggu indra penciuman) dan saluran pernapasan atas. Gejala awal keracunan mirip dengan demam logam dan edema paru, yang dapat terjadi dalam waktu 24 jam. Keracunan Cd akut mengakibatkan bronchitis kronik. Penghirupan partikel Cd secara kronis dikaitkan dengan kelainan fungsi paru dan radiografi dada yang sesuai dengan emfisema, sedangkan paparan partikel di udara di tempat kerja dikaitkan dengan penurunan fungsi penciuman.

b) Sistem nefrologi

Keracunan kronis berkembang setelah beberapa tahun atau beberapa tahun paparan Cd, atau bahkan setelah paparan berhenti. Paparan jangka panjang terhadap Cd di masa lalu dikaitkan dengan keberadaan Cd dalam urin (Cd-U) pada konsentrasi yang dapat dideteksi, yang (biasanya dihitung dalam kaitannya dengan kreatinin) menunjukkan akumulasi, yaitu, beban Cd pada ginjal. Pada individu yang terpapar, konsentrasi kritis Cd di korteks ginjal bahkan dapat mencapai 200 mg/kg, sedangkan di urin, berkisar antara ³⁶ 0,889 $\mu\text{mol/l}$ (10 $\mu\text{g/g}$ kreatinin) hingga 1,333 $\mu\text{mol/l}$ (15 $\mu\text{g/g}$ kreatinin). Konsentrasi biologis Cd yang dapat diterima dalam urin adalah ³⁶ 0,0445 $\mu\text{mol/l}$ (5 $\mu\text{g/g}$ kreatinin). Proteinuria mungkin merupakan salah satu gejala yang berlangsung lebih lama, diikuti oleh glikosuria, aminoasiduria, peningkatan ekskresi kalsium dan fosfor dalam urin, dan

peningkatan konsentrasi kreatinin. Nefropati toksik sering kali merupakan satu-satunya konsekuensi dari paparan kadmium yang masuk ke dalam tubuh.

c) Sistem peredaran darah

Kehadiran kadmium dalam darah mencerminkan paparan terkini. Kadmium memainkan peran kunci dalam penyakit kardiovaskular tertentu yang terkait dengan merokok, seperti penyakit arteri perifer dan penyakit jantung iskemik. Paparan kronis terhadap Cd dapat menyebabkan hipertensi arteri, aterosklerosis, dan gangguan fungsi jantung.

d) Sistem kerangka

Karena kadmium mengganggu metabolisme kalsium, magnesium, besi, seng, dan tembaga dalam sel, ia menyebabkan demineralisasi tulang, osteomalasia, dan osteoporosis, serta gangguan dalam fungsi pengaturan yang melibatkan ion-ion.

e) Sistem reproduksi

Dengan transpor yang sangat lambat, Cd dapat melewati plasenta dan barrier ke fetus, sehingga menimbulkan efek teratogenic. Sebagian besar elemen tertahan di dalam jaringan. Namun, belum ada data yang cukup mengenai perannya dalam keguguran dini dan dampak langsungnya terhadap perkembangan fetus pada manusia.

Penelitian oleh Kasperczyk *et al.* mengungkapkan bahwa jumlah bentuk sperma normal berkurang dengan meningkatnya

konsentrasi Cd dalam darah. Efek toksik kadmium terutama mengganggu fungsi testis melalui kerusakan pada endotelium vaskular, sel Leydig dan Sertoli, serta koneksi antar sel, dan nekrosis tubulus seminiferus, yang menghambat sintesis testosteron dan mengganggu spermatogenesis. Kadmium juga mengganggu fungsi kelenjar prostat, yang menyebabkan perubahan pada fungsi hormonal dan sekresinya, yang mengganggu kesuburan pria.

f) Sistem saraf

Kadmium dapat mempengaruhi sistem saraf manusia secara negatif ketika konsentrasinya melebihi $>0,8 \mu\text{g/L}$ dalam urin dan $0,6 \mu\text{g/L}$ dalam darah. Penelitian sebelumnya telah menunjukkan konsentrasi Cd yang lebih tinggi pada rambut anak-anak yang menderita gangguan neurologis, gangguan belajar dan/atau kesulitan perilaku, neuropati, dan gangguan memori, perhatian, dan fungsi psikomotorik.

g) Efek karsinogenik kadmium

Cd dapat bertindak sebagai karsinogen ketika terhirup; namun, tidak ada cukup bukti yang menunjukkan aktivitas karsinogenik yang dihasilkan dari konsumsi oralnya. Cd dapat menyebabkan peristiwa apoptosis atau nekrotik (kelompok I ¹⁰⁰ klasifikasi *International Agency for Research on Cancer* (IARC)). Paparan lingkungan atau pekerjaan terhadap elemen ini paling sering dikaitkan dengan kanker paru-paru, payudara, prostat,

pankreas, kandung kemih, dan nasofaring. Kadmium adalah mutagen yang lemah dibandingkan dengan logam karsinogenik lainnya. Mekanisme karsinogenik utamanya meliputi aktivasi proses inflamasi, pembentukan *Reactive Oxygen Species* (ROS), perubahan epigenetik, pelemahan apoptosis, kerusakan DNA, gangguan perbaikan DNA, stres oksidatif, perubahan ekspresi gen, dan metilasi DNA abnormal. Sistem perbaikan DNA yang tepat mengoreksi kesalahan yang disebabkan oleh metabolisme dan karsinogen lingkungan; namun, gangguan perbaikan DNA menyebabkan akumulasi DNA yang rusak, yang mendorong kanker.

Menurut (Fausia, 2024) efek keracunan kadmium dibagi menjadi dua, antara lain:

1. Efek keracunan kronis

Efek kronis keracunan kadmium adalah efek jangka panjang yang terjadi akibat paparan kadmium dalam jangka waktu lama. Kadmium merupakan logam berat yang dapat terakumulasi di dalam tubuh dan menimbulkan berbagai gangguan kesehatan.

Beberapa dampak kronis keracunan kadmium antara lain:

- a. Kerusakan ginjal. Kadmium merupakan salah satu penyebab kerusakan pada ginjal, salah satu organ yang paling rentan terhadap paparan kadmium. Hal ini dapat menyebabkan penurunan fungsi ginjal dan akhirnya gagal ginjal.
- b. Osteoporosis. Keracunan kadmium juga menyebabkan

penurunan ⁸²kepadatan tulang, sehingga dapat meningkatkan risiko osteoporosis dan patah tulang

c. Masalah pernafasan. Bila kadmium terhirup dalam jumlah banyak, maka akan merusak paru-paru dan menyebabkan gangguan ⁷¹pernafasan seperti asma dan penyakit paru obstruktif kronik (PPOK).

d. Kanker. Dalam beberapa penelitian menunjukkan bahwa paparan kadmium dalam jangka panjang dapat meningkatkan risiko berkembangnya beberapa jenis ⁷⁸kanker, diantaranya kanker paru-paru, kanker prostat, dan kanker ginjal.

e. Kerusakan ^{hati}hati. Kadmium juga merusak hati sehingga mengganggu fungsi normal organ hati.

f. Gangguan sistem reproduksi. Efek kronis keracunan kadmium juga dapat menyebabkan berkurangnya kesuburan, gangguan hormonal, dan kegagalan perkembangan seksual.

2. Efek keracunan akut

Kadmium merupakan logam berat yang dapat menimbulkan efek keracunan pada manusia jika terpapar dalam jangka waktu lama. Namun, dalam jangka pendek atau akut, keracunan kadmium dapat ²menimbulkan beberapa gejala, antara lain:

- a. Gangguan saluran cerna seperti mual, muntah dan diare.
- b. Gangguan pernafasan yaitu bila Cd terhirup dalam jumlah banyak dapat menyebabkan iritasi pada saluran pernafasan,

batuk dan sesak nafas.

- c. Cd juga dapat merusak ginjal dan menyebabkan kerusakan ginjal yang parah.
- d. Toksisitas Cd dapat mempengaruhi fungsi hati
- e. Terpapar Cd dalam jangka panjang, dapat menyebabkan osteoporosis dan nyeri sendi.

D. Tinjauan Umum Kue Tradisional Khas Enrekang Deppa Te'tekan

Kue khas Enrekang, menurut Prof Dr. Atje Setiawan Abdullah, adalah makanan yang diwariskan secara turun temurun yang dibuat atau dikonsumsi dengan menggunakan bahan-bahan lokal dan diproses secara khusus di wilayah tersebut. Orang tua biasanya membuat kue ini, jadi anak-anak diajarkan untuk membuatnya untuk menjaga warisan. Pembuatan kue khas enrekang biasanya membutuhkan waktu lama dan menggunakan peralatan tradisional. Variasi dalam produksi makanan di setiap daerah menghasilkan kue-kue khas Enrekang yang unik (Nita, 2024). Beberapa produk kuliner tradisional yang dikemukakan oleh Amirullah yang merupakan pengelola wisata kabupaten Enrekang bahwa para wisatawan yang berkunjung sangat menyukai kuliner tradisional yang hanya dijumpai di daerah tersebut salah satunya adalah deppa te'tekan (Rijal *et al.*, 2020).

Deppa te'tekan adalah makanan tradisional khas Enrekang yang banyak dijumpai di pinggir jalan poros Enrekang-Toraja yang dibuat dari

campuran tepung beras dan gula merah serta penambahan wijen untuk meningkatkan rasanya. Kue ini tidak hanya lezat tapi memiliki aroma yang harum dan jika dilihat dengan seksama kue ini berbentuk segiempat khususnya belah ketupat. Kue ini biasanya dijadikan sebagai oleh-oleh ketika berkunjung ke Kabupaten Enrekang (Azmidar, 2023).



Gambar 2.3 Deppa Te'tekan.
(Azmidar, 2023)

Menurut Nita (2024) proses pembuatan deppa te'tekan yaitu sebagai berikut:

1. Siapkan wajan dan letakkan di atas kompor. Kemudian masukkan gula merah ke dan air ke dalam wajan, dan tunggu sampai gula merah larut dan mendidih.
2. Setelah gula merah larut dan mendidih, tuang sedikit demi sedikit Ke dalam baskom yang sudah diisi dengan tepung beras saring menggunakan saringan untuk menghilangkan kotoran.
3. Kemudian letakkan adonan di atas meja yang dilaisi dengan terpal atau plastic, lalu tabukan wijen, pipih dan iris menggunakan spatula

hingga bentuknya menyerupai belah ketupat.

4. Panaskan minyak di wajan dan masukkan adonan yang telah diiris, lalu tunggu hingga mengembah dan berwarna kemerahan, lalu angkat menggunakan saringan, tuang di tampah bambu dan deppa te tekan siap untuk disajikan.

E. Tinjauan Umum Pemeriksaan Pb dan Cd

Pemeriksaan logam berat seperti Pb dan Cd dapat dilakukan dengan beberapa metode salah satunya adalah metode spektrofotometer. Sebagaimana yang ditunjukkan oleh penelitian yang dilakukan oleh Kusuma (2023), spektrofotometer adalah alat yang memiliki kemampuan untuk mengukur dan menganalisis spektrum sampel. Ada berbagai jenis spektrofotometer yang tersedia tergantung dengan kebutuhan dan seberapa penting dan sering digunakan alat tersebut. Untuk mengukur intensitas cahaya sampel, spektrofotometer melewati berkas cahaya melalui sampel (Hasim, 2024).

Spektrofotometer serapan atom (SSA) adalah salah satu alat laboratorium paling yang sering digunakan dalam menguji atau mengukur konsentrasi sampel larutan yang mengandung unsur logam. Prinsip kerja dari spektrofotometer serapan atom (SSA) melibatkan penyerapan energi elektromagnetik oleh atom-atom unsur yang diuji, atom-atom unsur tersebut diserap oleh energi cahaya dengan panjang gelombang tertentu yang diukur untuk menentukan konsentrasi unsur yang ada di dalam larutan sampel (Afifah, 2020). Pemeriksaan Pb

dengan menggunakan alat SSA diukur pada Panjang gelombang 283,3³⁷ nm. Sedangkan pemeriksaan Cd dengan alat SSA diukur pada panjang gelombang 228,8 nm⁶. Preparasi sampel untuk pemeriksaan Cd dan Pb terbagi atas dua yaitu destruksi kering dan destruksi basah (Afifah, 2020).

Kelebihan dari spektrofotometer serapan atom adalah ketepatan dan ketelitian pengukuran konsentrasi unsur logam yang ada pada sampel, sangat peka terhadap konsentrasi yang rendah dan dapat mendeteksi berbagai jenis unsur logam. Namun alat spektrofotometer serapan atom juga memiliki beberapa kekurangan seperti tidak dapat mengukur konsentrasi unsur dalam bentuk ion kompleks dan harus terus dikalibrasi untuk menjaga akurasi hasil pengukuran yang dihasilkan (Afifah, 2020).

Spektrofotometer Serapan Atom memiliki beberapa instrument didalamnya antara lain:

a. Sumber sinar

Pada spektrofotometer serapan atom sumber sinar yang digunakan biasanya berasal dari lampu katoda (*hollow cathode lamp*). Sumber sinar biasanya terdiri dari tabung kaca yang tertutup dan dilapisi logam yang didalamnya terdapat katoda dan anoda. Tabung logam ini berisi gas berupa neon dan argon. Sumber sinar akan bekerja dan menghasilkan pancaran yang didasarkan pada penyerapan atom. Sinar yang dihasilkan oleh sebanding dengan

penyerapan atom dalam sampel yang diperiksa (Hasim, 2024).

b. Tempat sampel

Pengukuran logam berat dengan alat spektrofotometer serapan atom harus melewati penguraian untuk atom netral (Hasim, 2024).

c. Monokromator

Monokromator merupakan bagian dari SSA yang berfungsi dalam pemilihan dan pemisahan panjang gelombang yang akan digunakan pada pengukuran sampel. Di dalam monokromator terdapat *chopper* untuk memisahkan radiasi spektrum yang tidak dibutuhkan dari radiasi lampu katoda (Hasim, 2024).

d. Detektor

Detektor atau sensor adalah bagian dari SSA yang berperan dalam mengukur intensitas sinar yang melewati tempat pengamatan (Hasim, 2024).

e. Readout

Readout merupakan komponen SSA yang berfungsi dalam pencatatan hasil pemeriksaan. Hasil yang dikeluarkan oleh alat berupa kurva atau angka yang menunjukkan absorbansi (Hasim, 2024).

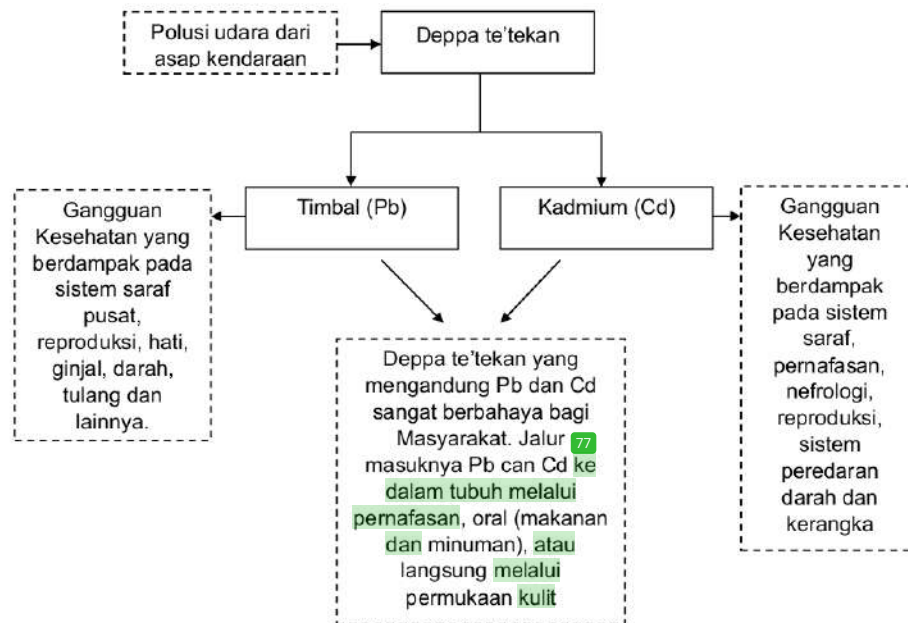
F. Hipotesis

H_0 = Tidak terdapat perbedaan signifikan antara kandungan Pb dan Cd pada deppa te'tekan yang dijual di pinggir jalan Enrekang.

H_a = Terdapat perbedaan signifikan antara kandungan Pb dan Cd pada deppa te'tekan yang dijual di [inggir jalan Enrekang.

G. Kerangka Konsep

Deppa te'tekan merupakan salah satu makanan tradisional Enrekang yang berbahan dasar dari tepung beras dan gula aren. Makanan ini merupakan oleh-oleh yang sering diproduksi dan dijual di pinggir jalan poros Enrekang-Toraja. Makanan yang dijual pinggir jalan dapat tercemar oleh logam berat seperti Pb dan Cd melalui polusi udara dari asap kendaraan bermotor. Deppa te'tekan yang mengandung Pb dan Cd sangat berbahaya bagi Masyarakat. Jalur masuknya Pb dan Cd ⁵² ke dalam tubuh yaitu melalui pernafasan, oral (makanan dan minuman), ataupun langsung melalui permukaan kulit. Pb dan Cd yang masuk dan terakumulasi dalam tubuh manusia berdampak pada kesehatan karena mengganggu kerja organ dan sistem seperti sistem saraf, sistem reproduksi, sistem peredaran darah, nefrologi (ginjal), hati, tulang dan organ lainnya.



1
Keterangan :



Variabel yang diteliti



Variable yang tidak diteliti

Gambar 2.4 Skema kerangka konsep

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif untuk mengetahui kandungan logam berat Pb dan Cd pada sampel deppa te'tekan yang dijual dipinggir jalan Enrekang.

B. Populasi, Sampel, Besar Sampel, dan Teknik Pengumpulan Sampel

1. Populasi

Populasi penelitian ini adalah semua deppa te'tekan yang dijual di toko yang memproduksi deppa te'tekan di pinggir jalan Enrekang.

2. Sampel

Sampel penelitian ini adalah deppa te'tekan yang diproduksi dan dijual di toko pinggir jalan Enrekang.

3. Besar Sampel

Besar sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah 14 sampel. Satiap toko diambil perwakilan sebanyak 1 sampel.

4. Teknik pengumpulan sampel

Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini yaitu menggunakan metode total sampling dengan jumlah sampel yang diambil sesuai jumlah populasi.

34

C. Variable Penelitian

1. Variable bebas

Variable bebas pada penelitian ini adalah deppa te'tekan.

34

2. Variable terikat

Variable terikat pada penelitian ini adalah timbal dan kadmium.

D. Definisi Operasional

1. Analisis adalah suatu cara dan upaya yang dilakukan dalam menentukan kadar Pb dan Cd pada deppa te'tekan.

74

2. Timbal (Pb)

Timbal (Pb) merupakan logam berat yang berasal dari asap kendaraan bermotor yang dapat mengontaminasi makanan seperti deppa te'tekan yang dijual di pinggir jalan akibat menempelnya asap kendaraan pada makanan tersebut, sehingga dapat menyebabkan gangguan kesehatan pada Masyarakat.

99

3. Kadmium (Cd)

Kadmium (Cd) merupakan logam berat yang termasuk dalam polutan udara yang menjadi salah satu sumber kontaminasi pada makanan pinggir jalan seperti deppa te'tekan sehingga dapat mengganggu kesehatan Masyarakat.

4. Deppa te'tekan

Deppa te'tekan adalah makanan tradisional khas Enrekang yang sering diperjualbelikan di pinggir jalan poros Enrekang-Toraja terbuat dari tepung beras, gula merah dan wijen yang dapat terkontaminasi

Pb dan Cd akibat polusi udara dari asap kendaraan.

E. Bahan Penelitian

¹⁰ Bahan yang digunakan adalah asam nitrat (HNO_3) 65%, larutan standar timbal, larutan standar kadmium, aquades, dan sampel deppa te'tekan.

F. Instrumen Penelitian

¹⁰ Instrumen yang digunakan yaitu Spektrofotometer Serapan Atom (SSA), beaker glass, erlenmeyer, gelas ukur, botol sampel, corong, batang pengaduk, tabung destruksi, kertas saring whatman 41, water bath, dan pipet tetes.

¹ G. Lokasi dan Waktu Penelitian

a. Lokasi

Penelitian ini dilaksanakan di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Masyarakat Makassar.

b. Waktu

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 21 April – 02 Mei 2025

H. Prosedur Penelitian

1. Pra analitik

a. Preparasi sampel

Sampel deppa te'tekan dipotong-potong kecil dan ditimbang ⁹⁰ di neraca analitik digital sebanyak ± 0.5 gram. Selanjutnya sampel dimasukkan kedalam tabung destruksi kemudian ditambahkan dengan 10 ml larutan HNO_3 65% dan dipanaskan dalam penangas

air/waterbath pada suhu 60°C - 70°C hingga didapatkan larutan jernih lalu dinginkan dan tambahkan aquadest sampai tanda 50 ml, homogenkan lalu saring dengan kertas saring whatman 41. Filtrat yang diperoleh selanjutnya dimasukkan ke dalam botol sampel dan sebanyak 20 ml filtrat dimasukkan ke dalam kuvet untuk analisis kadar Pb dan Cd.

b. Pembuatan larutan baku induk Pb 1000 ppm

Menentukan berapa gram $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ yang ditimbang dengan menggunakan rumus:

$$\begin{aligned}
 &= \frac{Mr \text{ Pb}(\text{NO}_3)_2}{Ar \text{ Pb}} \times \text{Volume (L)} \\
 &= \frac{Ar \text{ Pb} + 2 \times Ar \text{ N} + 6 \times Ar \text{ O}}{Ar \text{ Pb}} \times 1 \\
 &= \frac{207,19 + (2 \times 14) + (6 \times 16)}{207,19} \times 1 \\
 &= \frac{207,19 + 28 + 96}{207,19} \times 1 \\
 &= 1,599 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

Larutan baku timbal dibuat dari $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ yang ditimbang sebanyak 1,599 gram yang selanjutnya dimasukkan kedalam labu ukur 1000 ml dan dilarutkan dengan 10 ml asam nitrat pekat. Setelah larut, kemudian diencerkan menggunakan aquadest hingga tanda batas lalu dihomogenkan, sehingga didapatkan larutan timbal 1000 ppm.

3 c. Pembuatan larutan baku induk Cd 1000 ppm

Menentukan berapa gram $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ yang ditimbang dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{Mr \text{ Cd}(\text{NO}_3)_2}{Ar \text{ Cd}} \times \text{Volume (L)} \\
 &= \frac{Ar \text{ Cd} + 2 \times Ar \text{ N} + 6 \times Ar \text{ O}}{Ar \text{ Cd}} \times 1 \\
 &= \frac{112,40 + (2 \times 14) + (6 \times 16)}{112,40} \times 1 \\
 &= \frac{112,40 + 28 + 96}{112,40} \times 1 \\
 &= 2,10320 \text{ gram.}
 \end{aligned}$$

10 Larutan baku timbal dibuat dari senyawa $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ yang
 66 ditimbang sebanyak 2,10320 gram yang selanjutnya dimasukkan
 ke dalam labu ukur 1000 ml dan dilarutkan menggunakan 10 ml
 10 asam nitrat pekat. Setelah larut, campuran tersebut diencerkan
 menggunakan aquadest hingga tanda batas lalu dihomogenkan,
 10 sehingga didapatkan larutan timbal 1000 ppm.

d. Pembuatan larutan standar Pb

18 Larutan baku induk Pb 1000 ppm dipipet sebanyak 5 ml
 dan dimasukkan kedalam labu ukur 50 ml (100 ppm) kemudian
 dicukupkan volumenya sampai tanda batas menggunakan
 aquadest dan didapatkan larutan Pb 100 ppm. Dari larutan Pb 100
 ppm dipipet sebanyak 5 ml ke dalam labu ukur 50 ml kemudian

menambahkan aquadest hingga tanda batas (10 ppm). Kemudian dari Pb 10 ppm¹⁸ dipipet masing-masing sebanyak 0,5 ml, 1,0 ml, 1,5 ml, 2,0 ml, dan 2,5 ml dimasukkan ke dalam labu ukur 50 ml dan ditambahkan dengan aquadest hingga tanda²⁴ batas sehingga diperoleh konsentrasi Pb 0,1 ppm, 0,2 ppm, 0,3 ppm, 0,4 ppm, dan 0,5 ppm.

e. Pembuatan larutan standar Cd¹⁹

Larutan baku Cd 1000 ppm dipipet sebanyak 5 ml kemudian⁶⁰ dimasukkan kedalam labu ukur 50 ml (100 ppm) selanjutnya menambahkan aquadest hingga tanda batas dan didapatkan larutan Cd 100 ppm. Dari larutan Cd 100 ppm²¹ dipipet sebanyak 5 ml ke dalam labu ukur 50 ml, lalu ditambahkan aquadest hingga tanda batas (10 ppm). Kemudian masing-masing³² sebanyak 0,5 ml, 1,0 ml, 1,5 ml, 2,0 ml, dan 2,5 ml dipipet dari Cd 10 ppm dan dimasukkan ke dalam labu ukur 50 ml lalu ditambahkan dengan aquadest hingga²⁴ tanda batas sehingga diperoleh konsentrasi Pb 0,1 ppm, 0,2 ppm, 0,3 ppm, 0,4 ppm, dan 0,5 ppm.

2. Analitik

a. Pengukuran kandungan Pb dan Cd menggunakan SSA

Pada komputer SSA³⁵ dipilih menu select element dan working mode, lalu memilih unsur yang akan dianalisis dengan mengklik langsung pada simbol unsur yang diinginkan, jika telah selesai lalu

klik "ok". Lalu klik icon ⁵⁶ bergambar bunnner/pembakaran, setelah pembakar dan lampu menyala, alat siap digunakan untuk mengukur logam. Kemudian memasukkan blanko pada alat dan Pb akan dibaca ¹² pada panjang gelombang 283,3 nm dan Cd akan di baca pada panjang gelombang 228,8 nm, selanjutnya didiamkan hingga garis lurus terbentuk pada computer. Memasukkan sampel ke dalam kuvet sampel sampai memenuhi cup tersebut. Kemudian memasukkan kuvet sampel ke dalam alat mulai dari sampel 1-14.

Pada proses Spektrofotometer Serapan Atom (SSA), sampel dihisap melalui selang kecil yang dimasukkan ke dalam kuvet sampel. Selanjutnya, sampel tersebut disemprotkan dalam bentuk butiran air dan dibakar dalam tungku pada alat dengan suhu tinggi yaitu 100°C. selama proses pembakaran, lampu katoda untuk Pb dan Cd menyala, dan cahaya lampu tersebut melewati lubang kecil dalam alat SSA. Cahaya yang mengenai api yang mengandung Pb dan Cd memungkinkan pengukuran kadar timbal dan kadmium dalam sampel. Setelah itu, cahaya diteruskan ke detector yang kemudian mengolah data dan menampilkan hasilnya bentuk grafik pada komputer

3. Pasca analitik

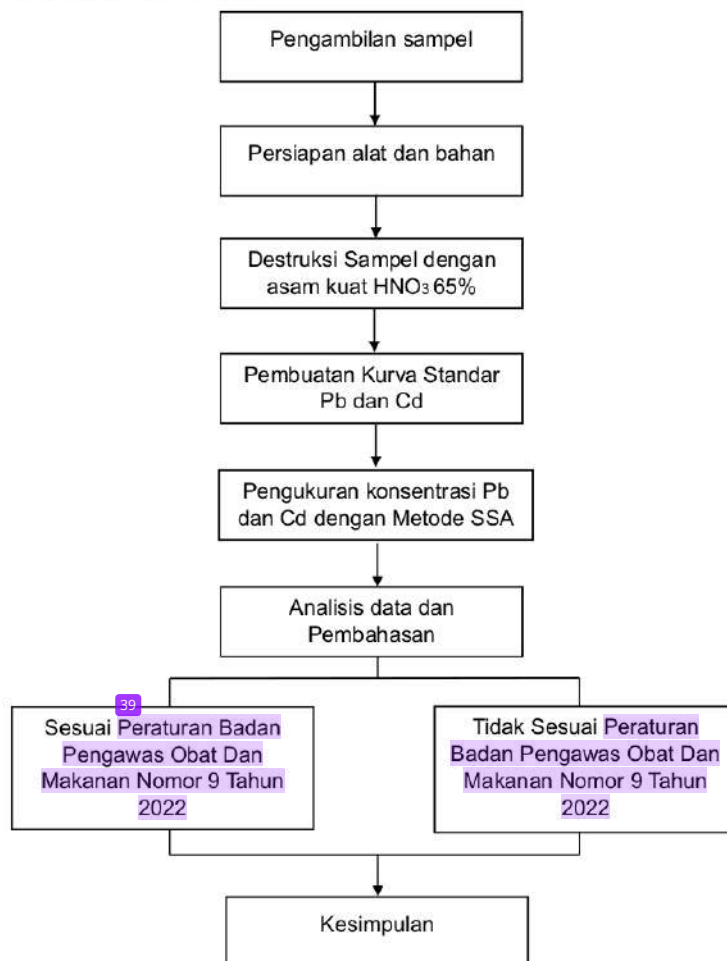
Hasil analisis Pb dan Cd pada deppa te'tekan disesuaikan dengan batas maksimum Pb dan Cd menurut BPOM RI NO 9 tahun 2022.

- a. Batas maksimum Pb pada deppa te'tekan menurut BPOM RI NO 9 Tahun 2022 adalah 0,25 ppm.
- b. Batas maksimum Cd pada deppa te'tekan menurut BPOM RI NO 9 Tahun 2022 adalah 0,05 ppm.

14

I. Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil pengukuran Pb dan Cd metode SSA pada deppa te'tekan dianalisis secara statistik menggunakan uji Wilcoxon untuk membandingkan kandungan Pb dan Cd pada deppa te'tekan.

J. Kerangka Operasional**Gambar 3.1** Skema kerangka operasional

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Berdasarkan penelitian yang dilakukan di Balai Besar Laboratorium Kesehatan pada bagian kimia kesehatan maka diperoleh hasil penelitian terhadap kadar logam berat Timbal (Pb), dan Kadmium (Cd) pada deppa te'tekan yang dijual disekitar dipinggir jalan Enrekang pada tabel berikut :

Tabel 4. 1 Hasil pemeriksaan logam berat Pb dan Cd pada deppa te'tekan yang dijual di pinggir jalan Enrekang

No sampel	Kadar Pb ppm	Kadar Cd ppm
25008681	0.0017	<0.00003
25008682	<0.0001	<0.00003
25008683	<0.0001	<0.00003
25008684	<0.0001	<0.00003
25008685	0.0006	<0.00003
25008686	<0.0001	<0.00003
25008687	0.0015	<0.00003
25008688	<0.0001	<0.00003
25008689	<0.0001	<0.00003
25008690	<0.0001	<0.00003
25008691	<0.0001	<0.00003
25008692	<0.0001	<0.00003
25008693	0.0041	<0.00003
25008694	0.0038	<0.00003

(Sumber: Data primer, 2025)

Berdasarkan tabel 4.1 menunjukkan bahwa dari 14 sampel yang diperiksa hanya 5 sampel yang positif mengandung Pb yaitu sebesar 0,0006; 0,0015; 0,0017; 0,0038; dan 0,0041 sedangkan Cd tidak terdeteksi pada sampel.

Tabel 4. 2 Hasil Uji Wilcoxon

	Z	Sig.
Kadar Timbal - Kadar Cadmium	-2,023	0,043

(Sumber: Data primer, 2025)

Hasil uji Wilcoxon berdasarkan tabel 4.2 menunjukkan nilai $Z = -2,023$ dengan signifikansi $p = (0,043 < 0,05)$ yang berarti H_0 ditolak dan H_a diterima, sehingga disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara kadar timbal dan kadmium. Semua pasangan data menunjukkan bahwa kadar timbal lebih tinggi dibandingkan dengan kadar kadmium. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kadar timbal secara konsisten lebih tinggi dibandingkan dengan kadar kadmium pada sampel deppa te'tekan yang terpapar polusi udara dari asap kendaraan.

2 B. Pembahasan

Salah satu jenis logam berat yang dapat menyebabkan pencemaran adalah logam timbal (Pb) dan kadmium (Cd) yang dapat masuk ke lingkungan sebagai akibat dari aktivitas manusia. Timbal dan kadmium merupakan salah satu logam non esensial yang berbahaya bagi kesehatan karena sifat dari logam berat yaitu dapat terakumulasi dalam tubuh. Selain diduga karsinogenik, logam timbal dan kadmium dapat menyebabkan gangguan pada pencernaan, terutama pada ginjal dan hati, menyebabkan kerusakan tulang, serta kerusakan pada sistem reproduksi (Kasma *et al.*, 2023).

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kadar timbal dan

kadmium pada deppa te'tekan yang dijual di pinggir jalan Enrekang¹⁰⁷ sehingga dapat diketahui kelayakan dari makanan tersebut untuk di konsumsi. Metode yang digunakan adalah spektrofotometer serapan atom (SSA). Metode ini digunakan untuk mengukur konsentrasi unsur logam dalam sampel berdasarkan pada penyerapan cahaya oleh atom bebas. Atom-atom⁹² unsur logam akan menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu (timbal dengan¹² panjang gelombang 283,3 nm, dan kadmium 228,8 nm). Intensitas cahaya yang diserap sebanding dengan konsentrasi atom logam dalam sampel.

⁴² Berdasarkan hasil penelitian pada tabel 4.1 menunjukkan sebanyak 35,7% sampel terdeteksi mengandung timbal dengan kadar yang terdeteksi antara 0,0006 - 0,0041 ppm namun hasil tersebut masih dibawah standar BPOM NO 9 Tahun 2022 yaitu 0,25 ppm sedangkan, kadmium tidak terdeteksi pada sampel. Hal ini menunjukkan bahwa kadar Pb dan Cd masih dalam batas normal sehingga makanan tersebut masih layak untuk dikonsumsi.

Dari hasil penelitian juga dapat diketahui adanya perbedaan¹⁰⁸ yang signifikan antara kadar timbal dan kadmium pada sampel deppa te'tekan sesuai dengan hasil uji statistik Wilcoxon pada tabel 4.2²³ dengan nilai signifikansi ($P < 0,05$). Hasil ini menunjukkan bahwa sampel deppa te'tekan yang terpapar polusi asap kendaraan memiliki kadar timbal yang lebih tinggi dibandingkan kadar kadmium.

Dari 14 sampel yang diuji terdapat 5 sampel yang positif

mengandung timbal (Pb). Lokasi pembuatan dan penjualan kelima sampel tersebut berada sangat dekat dengan jalan raya, sehingga polusi udara dari asap kendaraan bermotor lebih mudah terakumulasi pada sampel. Kemudian waktu pengambilan sampel tidak ditentukan, sehingga lama pajanan setiap sampel terhadap udara sekitar tidak diketahui. Oleh karena itu, lima sampel yang terdeteksi positif mengandung Pb kemungkinan memiliki waktu pajanan terhadap polusi udara, terutama dari asap kendaraan yang lebih lama dibandingkan sampel lainnya. Meskipun demikian, kadar Pb pada kelima sampel tersebut masih berada dalam batas normal.

Rendahnya kadar Pb dan Cd pada sampel mungkin disebabkan karena sampel deppa te'tekan tersebut belum lama diangkat dari kual. Sampel yang baru saja diangkat dari kual memiliki suhu yang tinggi, dan singkatnya waktu pajanan deppa te'tekan terhadap udara terbuka sehingga mempengaruhi kadar Pb dan Cd yang terakumulasi pada sampel. ³¹ Serupa dengan penelitian yang dilakukan oleh Bella & Rappe (2020) menunjukkan bahwa kadar timbal (Pb) pada gorengan pinggir jalan yang baru diangkat dari kual cenderung lebih rendah dibandingkan dengan gorengan yang telah lama terpapar udara terbuka. Hal ini disebabkan oleh minimnya waktu bagi partikel logam berat dari lingkungan untuk mengendap dan terakumulasi pada permukaan sampel.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Yulia *et al* (2021)

menunjukkan bahwa kadar timbal (Pb) pada gorengan meningkat seiring dengan lamanya waktu pajanan terhadap udara terbuka yang mengandung polutan dari asap kendaraan. Gorengan yang dibiarkan terbuka selama beberapa jam menunjukkan peningkatan kadar timbal yang signifikan dibandingkan dengan gorengan yang langsung dikonsumsi setelah penggorengan.

Selain itu, penjualan deppa te'tekan memiliki pembatas dengan jalan raya yaitu berupa dinding pembatas yang terbuat dari papan dan jaring kawat sehingga meminimalisir polusi udara masuk kedalam tempat penjualan. Hal ini juga merupakan penyebab kurangnya Pb dan Cd pada sampel deppa te'tekan yang diuji. Kemudian, kecepatan angin juga menjadi salah satu faktor lainnya. Dalam penelitian Kasma *et al* (2023) tentang pengukuran kandungan Pb pada jajanan gorengan di pinggir jalan Maccini Raya kota Makassar menjelaskan bahwa kecepatan angin mempengaruhi konsentrasi gas buangan di udara karena angin akan mempengaruhi kecepatan penyebaran dan pencampuran polutan udara disekitarnya di atmosfer sehingga semakin rendah kecepatan angin maka semakin rendah konsentrasi Pb dan Cd di udara akibat emisi kendaraan di udara, begitupun sebaliknya.

Depkes RI juga menjelaskan bahwa akibat dari pergerakan angin akan terjadi proses penyebaran bahan pencemar. Dari 14 sampel deppa te'tekan yang diuji, semua toko tempat pengambilan sampel berhadapan langsung dengan jalan raya yang banyak dilalui oleh

kendaraan bermotor ataupun kendaraan lainnya yang menjadi sumber pencemaran udara. Namun, karena arah dan kecepatan angin yang mempengaruhi distribusi pencemar sehingga dalam sampel sangat sedikit terkandung Pb dan bahkan Cd tidak terdeteksi.

Logam berat khususnya Pb dan Cd sangat berbahaya bagi kesehatan manusia dan merusak lingkungan. Logam timbal bila masuk kedalam tubuh melalui makanan dapat menyebabkan keracunan akut dengan gejala berupa mual, muntah, sakit perut hebat, hipertensi, anemia berat, keguguran, penurunan fertilitas pada laki-laki, gangguan sistem saraf, kerusakan ginjal dan kerusakan otak yang dapat menyebabkan penurunan kemampuan belajar, perubahan personaliti, tremor/gemetaran, gangguan penglihatan, ketulian, gangguan koordinasi otot dan kehilangan memori (Hasim, 2024).

Sedangkan logam kadmium jika masuk kedalam tubuh akan diangkut ke hati oleh darah, selanjutnya akan membentuk ikatan dengan protein lalu diangkut ke ginjal dan terakumulasi di ginjal, jika terkontaminasi akan mengganggu fungsi ginjal dan kerusakan ginjal. Dampak lainnya adalah diare, sakit perut dan muntah - muntah, keretakan tulang, kegagalan reproduktif bahkan ketidaksuburan/kemandulan, Kerusakan sistem syaraf pusat, kerusakan sistem imunitas, gangguan psikologis, kerusakan DNA atau kanker (Charkiewicz *et al.*, 2023).

Berdasarkan BPOM RI NO 9 Tahun 2022 batas maksimum Pb

pada deppa te'tekan adalah 0,25 ppm dan batas maksimum Cd adalah 0,05³ ppm. Jika dibandingkan dengan hasil analisis dari 14 sampel deppa te'tekan, tidak ada satupun yang mendekati apalagi melebihi batas maksimum cemaran. Namun bila tetap tidak memperhatikan aspek cemara Pb dan Cd terutama di udara yang terpapar dan tetap mengonsumsi makanan yang terpapar dalam jumlah yang banyak, maka akan berakibat pada masalah kesehatan.

58
BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil:

1. Kadar Pb pada sampel deppa te'tekan yaitu 0,0006-0,0041 ppm pada 35,7% sampel yang terdeteksi.
2. Kadar Cd pada sampel deppa te'tekan yaitu <0,00003 ppm. Kadarnya tidak terdeteksi oleh alat atau dibawah limit deteksi alat.
3. Kadar Pb dan Cd masih dibawah batas maksimum berdasarkan BPOM nomor 9 tahun 2022 yang menjelaskan bahwa batas maksimum Pb pada deppa te'tekan yaitu 0,25 ppm dan Cd yaitu 0,05 ppm.
4. Kadar Pb dan Cd pada sampel berbeda secara signifikan. Sampel deppa te'tekan yang terpapar polusi asap kendaraan menunjukkan kadar timbal yang lebih tinggi dibandingkan kadar kadmium yang dibuktikan pada uji Wilcoxon dengan nilai signifikansi $p = (0,043 < 0,05)$. Namun, kadar tersebut masih dibawah standar BPOM nomor 9 tahun 2022 sehingga dapat diketahui bahwa sampel deppa te'tekan masih layak untuk dikonsumsi.

B. Saran

1. Masyarakat sebaiknya menghindari makanan yang dijual di pinggir jalan sebisa mungkin dan selalu menggunakan masker ketika berkendara.

2. Penjual diharapkan tetap menjaga dan meningkatkan higienitas produk yang dijual guna menghindari kontaminasi logam berat akibat paparan polusi udara dari emisi kendaraan.
3. Untuk peneliti selanjutnya disarankan untuk membandingkan kadar logam berat Pb pada deppa te'tekan berdasarkan waktu paparan sampel terhadap polusi udara.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhiyasa, G. R. (2024). Pengujian Kadar Logam Berat (Cd, Pb, Zn, Cu, Cr, dan Fe) dan Radionuklida Alam (Ra-226, Th-232, U-238 dan K-40) pada Bahan Pangan dari Bogor. *Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta*.
- Affah, F. (2020). Analisa Kadar Logam Timbal (Pb) pada Rambut Karyawan SPBU (Vol. 8, Issue 75).
- Aprilia, E. (2023). Analisis Risiko Kesehatan Akibat Paparan Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Air Sumur di Sekitar Wilayah Tempat Pembuangan Akhir Sampah Pasca Kebakaran Tahun 2019. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 1–65.
- Azmidar. (2023). Eksplorasi Etnomatematika pada Makanan Tradisional Masyarakat Massenrempulu Sebagai Sumber Pembelajaran Matematika.
- Bella, K. A. N. F. K. B., & Rappe, E. (2020). Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Jajanan Gorengan di Kota Makassar. *Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademika Dan Masyarakat*, 20(1), 135.
- Charkiewicz, A. E., Omeljaniuk, W. J., Nowak, K., Garley, M., & Nikliński, J. (2023). Cadmium Toxicity and Health Effects—A Brief Summary. *Molecules*, 28(18), 1–16.
- Fadhila, U. M. (2022). Validasi Metode Pengukuran Kadar Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) dari Filter di Dalam Cerobong Genset Bahan Bakar Solar. *Universitas Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta*.
- Fausia, N. (2024). Pemeriksaan Kadar Kadmium (Cd) Dalam Urine Operator Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) Kelurahan Bonggoeya Kota Kendari. *Poltekkes Kemenkes Kendari*, 1(69), 6–23.
- Hasim, N. P. (2024). Mengidentifikasi Kadar Timbal (Pb) Pada Rambut Operator Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (Spbu) Bonggoeya Di Kota Kendari Dengan Metode Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). *Poltekkes Kemenkes Kendari*, 7(2), 6–27.
- Kadim, N. (2023). Analisis Kandungan Logam Berat (Pb, Cd, Zn) Pada Tanah Di Lahan Pertanian Bawang Merah. *Universitas Hasanuddin*.
- Kasma, A. Y., Muhammad Hatta, Andi Ayumar, & Riza Shelvia. (2023). Pengukuran Kandungan Timbal (Pb) pada Jajanan Gorengan Yang dijual dipinggir Jalan Maccini Raya Kota Makassar Tahun 2019.

Jurnal Mitrasehat, 12(2), 142–149.

- Kumala, I. R. (2024). Edukasi dan Upaya Preventif Bahaya Pencemaran Logam Berat pada Makanan untuk Kesehatan Anak-Anak di Desa Gintung Kabupaten Pemalang. *Transformasi Masyarakat: Jurnal Inovasi Sosial dan Pengabdian*, 1(3), 131–138.
- Kumar, A., Kumar, A., Cabral-Pinto, M., Chaturvedi, A. K., Shabnam, A. A., Subrahmanyam, G., Mondal, R., Gupta, D. K., Malyan, S. K., Kumar, S. S., Khan, S. A., & Yadav, K. K. (2020). Lead toxicity: Health hazards, influence on food Chain, and sustainable remediation approaches. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(7).
- Latiffah, G. (2019). Kandungan Kadmium (Cd) pada Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) di Keramba Danau Bekas Batubara Desa Kartabuana L4 Kutai Kartanegara. 1–23.
- Lestari, S. (2021). Analisis Cemaran Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Dalam Sayuran Sawi Hijau, Kangkung, Dan Bayam Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom Dan Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry. *Bandung: Universitas Bhakti Kencana*
- Nita. (2024). Sumber Belajar Matematika Berbasis Etnomatematika: Studi Kasus Proses Pembuatan Kue Khas Enrekang. 15(1), 37–48.
- Nurchandra, N. B. (2021). Museum Kuliner Khas Jawa Tengah di Semarang. 151, 10–17.
- Nuryani, R., Ismail, E., & Sari, T. (2017). Tinjauan Keamanan Pangan Makanan Gorengan Berdasarkan Cemaran Kimia yang Dijual di Sepanjang Jalan Kaliurang Sleman Yogyakarta. *Jurnal Nutrisia*, 19(2), 113.
- Pratiwi, D. Y. (2020). Dampak Pencemaran Logam Berat (Timbal, Tembaga, Merkuri, Kadmium, Krom) terhadap Organisme Perairan dan Kesehatan Manusia. *Akuatik*, 1(1), 59–65.
- Putra, A., Fitri, W. E., & Febria, fuji astuti. (2023). Toksisitas Logam Timbal Terhadap Kesehatan Dan Lingkungan. *Jurnal Kesehatan Medika Saintika*, 14(1), 158–174.
- Qatrunnada, F. (2019). Penentuan Kadar Timbal (Pb) Dalam Jajanan Gorengan Dengan Variasi Jenis Pembungkus Secara Spektroskopi Serapan Atom (SSA). *Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim*, 1–23.

- Riana, N.E., Ischak, C. L. F. H., Ayudia, I.S., Khairani, N. A. L., Prabandari, A.S., Miftahurrahmah, M. S. S., & Mulyana, J. S. I. (2023). Toksikologi Dasar. In *Yayasan Kita Menulis*.
- Rijal, S., Fitry, L. D., Akbar, F., Politeknik, Z., & Makassar, P. (2020). Budaya Gastronomi dalam Pengembangan Desa Wisata di Sulawesi Selatan. *Journal of Indonesian History*, 9(1), 17–27.
- Sugiani, N. N. (2023). Analisis Kadar Timbal (Pb) Dalam Spesimen Darah Pekerja Bengkel Motor Di Banjar Blungbang Badung Tahun 2023. *Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Wira Medika Bali*, 9, 1–78.
- Suryati, I., Akbar, M. N., & Latifah, N. (2020). Studi Kandungan Logam Berat (As, Cd, Cr, Pb Dan Hg) dalam Particulate Matter 10 Mikron (PM10) di Beberapa Ruas Jalan Kota Medan. *Dampak*, 16(2), 77.
- Wamaulana, F., Hasyimuddin, H., & Fakhruddin, A. (2022). Analisis logam berat kadmium (Cd) pada sampel pangan segar asal tumbuhan (PSAT) di BBKP Makassar. *Filogeni: Jurnal Mahasiswa Biologi*, 2(2), 53–58.
- Yulia, M., Syahrianti, D., & Yulis, R. (2021). Uji Kandungan Timbal (Pb) pada Gorengan yang dijual di Pinggir Jalan Sepanjang Pantai Gandoriah Pariaman Secara Spektrofotometri Serapan Atom. *Jurnal Riset Kefarmasian Indonesia*, 3(1), 18–25.
- Yunita, Z. (2023). Analisis Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd) dan Besi (Fe) dalam Kerang Kepah (Polymesoda Erosa) dan Sedimen di Perairan Pantai Pokko Kecamatan Mappakasunggu Kabupaten Takalar. VIII(1), 1–19.
- Zidan, Z. A., & Budiharjo, T. (2021). Lead Levels in Truck Driver's Hair. *Jaringan Laboratorium Medis*, 3(1), 30–37.

LAMPIRAN

16

Lampiran 1 Surat Keterangan Layak Etik

	KOMITE ETIK PENELITIAN KESEHATAN POLITEKNIK KESEHATAN KEMENKES MAKASSAR Jalan Wijaya Kusuma Raya No. 46, Rappocini, Makassar E-mail: kepkipolkesmas@poltekkes-mks.ac.id	
KETERANGAN LAYAK ETIK DESCRIPTION OF ETHICAL EXEMPTION "ETHICAL EXEMPTION" No.: 0523/M/KEPK-PTKMS/IV/2025		
Protokol penelitian yang diusulkan oleh : The research protocol proposed by		
<u>Peneliti Utama</u> Principal in Investigator	: SRIDEWI RHOFIQAH	
<u>Nama Institusi</u> Name of the Institution	: Prodi D.IV Teknologi Laboratorium Medis	
<u>Dengan Judul:</u> Title		
"Analisis Kadar Logam Berat Timbal dan Kadmium pada Makanan Tradisional Deppa Te'tekan yang dijual di Pinggir Jalan Enrekang"		
<i>"Analysis of Heavy Metal Lead and Cadmium Levels in Traditional Food Deppa Te'tekan Sold on the Roadside of Enrekang"</i>		
Dinyatakan layak etik sesuai 7 (tujuh) Standar WHO 2011, yaitu 1) Nilai Sosial, 2) Nilai Ilmiah, 3) Pemerataan Beban dan Manfaat, 4) Risiko, 5) Bujukan/Eksploitasi, 6) Kerahasiaan dan Privacy, dan 7) Persetujuan Setelah Penjelasan, yang merujuk pada Pedoman CIOMS 2016. Hal ini seperti yang ditunjukkan oleh terpenuhinya indikator setiap standar.		
Declared to be ethically appropriate in accordance to 7 (seven) WHO 2011 Standards, 1) Social Values, 2) Scientific Values, 3) Equitable Assessment and Benefits, 4) Risks, 5) Persuasion/Exploitation, 6) Confidentiality and Privacy, and 7) Informed Consent, referring to the 2016 CIOMS Guidelines. This is as indicated by the fulfillment of the indicators of each standard.		
Pernyataan Layak Etik ini berlaku selama kurun waktu tanggal 8 April 2025 sampai dengan tanggal 8 April 2026.		
Declaration of ethics applies during the period April 8, 2025 until April 8, 2026.		
	 Ketua Komite Etik Penelitian Kesehatan III. Amri Nimala, S.Si, M.Si, Apt Poltekkes Makassar	

Lampiran 2 Surat Izin Penelitian

 Kemenkes Poltekkes Makassar	Kementerian Kesehatan Direktorat Jenderal Sumber Daya Manusia Kesehatan Jl. Pahlawan Revolusi No. 100 Makassar 90132 Telp. 0411-3500000 Email: genduk.kemkes@kemkes.go.id
11 April 2025	
Nomor : PP.08.02/F.XII.11.6/ 198 /2025 Lampiran : - Perihal : Surat Izin Penelitian	
Kepada Yth Kepala Balai Besar Laboratorium Kesehatan Masyarakat Makassar Di- Makassar	
Sehubungan dengan penyelesaian semester akhir untuk Penyusunan Skripsi, maka Mahasiswa kami ingin melakukan Penelitian sebagai salah satu persyaratan dalam mengikuti Ujian Akhir Program Prodi Sarjana Terapan Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Makassar, maka mohon kesediaan Bapak/Ibu kiranya Mahasiswa kami di bawah ini :	
Nama : Sridewi Rhojiqah NIM : PO.71.4.203.21.1.065 Alamat : Jl. Poros Pammanjengan, Moncongloe, Kec. Moncong Loe, Kabupaten Maros Judul Penelitian : "Analisis Kadar Logam Berat Timbal dan Kadmium pada Makanan Tradisional Deppa Te'tekan yang dijual di Pinggir Jalan Enrekang"	
Agar kiranya dapat diberikan izin untuk melakukan Penelitian di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Masyarakat Makassar. Atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih	
 Ketua Jurusan, Rahmat S.Si, M.Si NIP. 19641231 198603 1 032	
Tembusan : Kepada Yth. 1. Yang bersangkutan 2. Arsip	

Lampiran 3 Hasil Penelitian

 **Kemenkes**

Kementerian Kesehatan
Labihasmas Makassar I
Jl. Perintis Kemerdekaan KM. 11 Kec. Tamalanrea
Makassar 90245
☎ 0811415655
🌐 www.blabkesmasmakassar.go.id

LAPORAN HASIL UJI
Report of Analysis
No : Z500881 - Z500894 / LMJ / BDLK-MKS / IV / 2025

Nama Customer : BRIDEWI RHOFIQAH
Customer Name :
Alamat : Poltekhas Kemerkes Makassar
Address :
Jenis Sampel : Droppa Toiletan
Type of Sample (S) :
No. Sampel : Z500881 - Z500894
No. Sample :
Tanggal Penerimaan : 21 April 2025
Received Date : April 21, 2025
Tanggal Pengujian : 21 April 2025
Test Date : April 21, 2025
s.d 02 Mei 2025
to May 02, 2025

HASIL PEMERIKSAAN

No	No. Lab	Kode Sampel	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Spesifikasi Metode
1	Z500881	Toko A	Cadmium (Cd)	µg/g	< 0.00003	SM APHA 23rd Ed., 3113 B, 2019
			Timbal (Pb)	µg/g	0.0012	
2	Z500882	Toko B	Cadmium (Cd)	µg/g	< 0.00003	SM APHA 23rd Ed., 3113 B, 2019
			Timbal (Pb)	µg/g	< 0.0001	
3	Z500883	Toko C	Cadmium (Cd)	µg/g	< 0.00003	SM APHA 23rd Ed., 3113 B, 2019
			Timbal (Pb)	µg/g	< 0.0001	
4	Z500884	Toko D	Cadmium (Cd)	µg/g	< 0.00003	SM APHA 23rd Ed., 3113 B, 2019
			Timbal (Pb)	µg/g	< 0.0001	
5	Z500885	Toko E	Cadmium (Cd)	µg/g	< 0.00003	SM APHA 23rd Ed., 3113 B, 2019
			Timbal (Pb)	µg/g	0.0006	
6	Z500886	Toko F	Cadmium (Cd)	µg/g	< 0.00003	SM APHA 23rd Ed., 3113 B, 2019
			Timbal (Pb)	µg/g	< 0.0001	
7	Z500887	Toko G	Cadmium (Cd)	µg/g	< 0.00003	SM APHA 23rd Ed., 3113 B, 2019
			Timbal (Pb)	µg/g	0.0016	
8	Z500888	Toko H	Cadmium (Cd)	µg/g	< 0.00003	SM APHA 23rd Ed., 3113 B, 2019
			Timbal (Pb)	µg/g	< 0.0001	
9	Z500889	Toko I	Cadmium (Cd)	µg/g	< 0.00003	SM APHA 23rd Ed., 3113 B, 2019
			Timbal (Pb)	µg/g	< 0.0001	
10	Z500890	Toko J	Cadmium (Cd)	µg/g	< 0.00003	SM APHA 23rd Ed., 3113 B, 2019
			Timbal (Pb)	µg/g	< 0.0001	
11	Z500891	Toko K	Cadmium (Cd)	µg/g	< 0.00003	SM APHA 23rd Ed., 3113 B, 2019
			Timbal (Pb)	µg/g	< 0.0001	
12	Z500892	Toko L	Cadmium (Cd)	µg/g	< 0.00003	SM APHA 23rd Ed., 3113 B, 2019
			Timbal (Pb)	µg/g	< 0.0001	
13	Z500893	Toko M	Cadmium (Cd)	µg/g	< 0.00003	SM APHA 23rd Ed., 3113 B, 2019
			Timbal (Pb)	µg/g	0.0041	
14	Z500894	Toko N	Cadmium (Cd)	µg/g	< 0.00003	SM APHA 23rd Ed., 3113 B, 2019
			Timbal (Pb)	µg/g	0.0016	

Catatan:
1 Hasil uji ini bersifat untuk sementara saja.
The analytical result are only valid for the tested sample.
2 Laporan hasil uji ini terdiri dari 1 halaman.
The report of analysis consists of 1 page.
3 Laporan hasil uji ini tidak boleh digandakan kecuali secara lengkap dan sesuai bentuk Labirinhasmas Program Layanan.
This report of analysis shall not be reproduced (copied) except for the completed one and with their official permission of the testing Laboratory Labirinhasmas Makassar I.

Makassar, 2 Mei 2025
Ketua Program Layanan,

ST. BUDAWATI HAERUDIN
NIP. 19830228201012001

 **Kemenkes**



Lampiran 4 Surat Keterangan Telah Melakukan Penelitian

 Kemenkes Labkesmas Makassar I	Kementerian Kesehatan Direktorat Jenderal Kesehatan Primer dan Komunitas Balai Besar Laboratorium Kesehatan Masyarakat Makassar Jl. Perintis Kemerdekaan KM 11 Kec. Tamalanrea, Makassar 90245 Telp 0411 515635 https://www.bblabkesmasmakassar.go.id
---	---

**SURAT KETERANGAN
TELAH MELAKUKAN PENELITIAN**

Nomor : SR.04.01/X.5.4/ 2012/2025

Yang bertanda tangan dibawah ini Kepala Balai Besar Laboratorium Kesehatan Masyarakat Makassar dengan ini menerangkan bahwa Mahasiswa Program Studi Sarjana Terapan Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Makassar yaitu :

N a m a	: Sridevi Rholiqah
N I M	: PO 714203211055
J u d u l Penelitian	: Analisis Kadar Logam Berat Timbal dan Cadmium pada Makanan Tradisional Deppo Te'tekan yang Dijual di Pinggir Jalan Enrekang

Telah Melakukan Penelitian Pada Balai Besar Laboratorium Kesehatan Masyarakat Makassar pada tanggal 21 April s.d 02 2025

Demikian surat keterangan ini diberikan untuk dipergunakan seperlunya.

Makassar, 05 Mei 2025

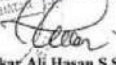
An Kepala
Tim kerja Mutu, Penguatan SDM & Kemitraan



 Hasni Lutfi, SKM, M.Kes
 NIP.196912051991032009

Kementerian Kesehatan tidak menerima suap dan/atau gratifikasi dalam bentuk apapun. Jika terdapat potensi suap atau gratifikasi silahkan laporkan melalui HALO KEMENKES 1500567 dan <https://halo.kemkes.go.id>. Untuk verifikasi keaslian tanda tangan elektronik, silahkan unggah dokumen pada laman <https://ts.keminfo.go.id/verifyPDF>

Lampiran 5 Surat Keterangan Bebas Laboratorium

 Kemenkes	Kementerian Kesehatan Poltekkes Makassar Jalan Wijaya Kusuma Raya No. 45 Banta-Banteng Makassar, Sulawesi Selatan, 90032 ☎ 08115566606 🌐 https://portal.poltekkes-mks.ac.id/
<u>SURAT KETERANGAN BEBAS LABORATORIUM</u>	
Yang bertanda tangan dibawah ini menerangkan dengan sesungguhnya bahwa mahasiswa :	
Nama	: Sridewi Rhoqiqah
NIM	: PO.71.4.203.21.1.065
Prodi	: Sarjana Terapan
Alamat	: Jl. Peros Pammanjengan, Moncongloe, Kec. Moncong Loe, Kabupaten Maros
Benar <u>Tidak</u> mempunyai pinjaman alat di Laboratorium Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Makassar. Demikian surat ini dibuat untuk digunakan seperlunya.	
Makassar, 06 Mei 2025  Ka. Unit Laboratorium Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Makassar  Zulfikar Ali Hasan S.ST., M.Kes NIP. 198811142018011001	

Lampiran 6 Dokumentasi Kegiatan

Persiapan sampel dan pelabelan



Sampel dimasukkan ke dalam ziplock



Sampel dihaluskan



Pelabelan pada tabung



Penimbangan

Penambahan HNO_3 65%Sampel setelah ditambahkan HNO_3 65%

Pemanasan di hotplate/waterbath



Setelah selesai destruksi



Penyaringan filtrat



Hasil penyaringan



Filtrat dimasukkan ke alat

Lampiran 7 Hasil Uji Wilcoxon

No	Kode Sampel	Nomor Sampel	Kadar Timbal ($\mu\text{g/g}$)	Kadar Kadmium ($\mu\text{g/g}$)
1	Toko A	25008681	0,0017	0
2	Toko B	25008682	0	0
3	Toko C	25008683	0	0
4	Toko D	25008684	0	0
5	Toko E	25008685	0,0006	0
6	Toko F	25008686	0	0
7	Toko G	25008687	0,0015	0
8	Toko H	25008688	0	0
9	Toko I	25008689	0	0
10	Toko J	25008690	0	0
11	Toko K	25008691	0	0
12	Toko L	25008692	0	0
13	Toko M	25008693	0,0041	0
14	Toko N	25008694	0,0038	0

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Kadar Cadmium	14	,00000	,00000	,0000000	,00000000
Kadar Timbal	14	,0000	,0041	,000836	,0014404
Valid N (listwise)	14				

Tests of Normality^a

	Kolmogorov-Smirnov ^b			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kadar Timbal	,362	14	,000	,647	14	,000

a. Kadar Cadmium is constant. It has been omitted.

b. Lilliefors Significance Correction

41
Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Kadar Timbal - Kadar Cadmium	Negative Ranks	0 ^a	,00	,00
	Positive Ranks	5 ^b	3,00	15,00
	Ties	9 ^c		
	Total	14		

28
a. Kadar Timbal < Kadar Cadmium

b. Kadar Timbal > Kadar Cadmium

c. Kadar Timbal = Kadar Cadmium

Test Statistics^{a,c}

			Kadar Timbal - Kadar Cadmium
Z			-2,023 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)			,043
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig. 5% Confidence Interval		,071
		Lower Bound	,067
		Upper Bound	,076
Monte Carlo Sig. (1-tailed)	Sig. 5% Confidence Interval		,000
		Lower Bound	,000
		Upper Bound	,004

65
a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

Lampiran 8 Biodata Penulis



1 Nama Lengkap	: Sridewi Rhofiqah
NIM	: PO714203211065
Tempat, Tanggal Lahir	: Makassar, 20 Juni 2003
Jenis Kelamin	: Perempuan
Alamat	: Bumi Findaria Mas 2, Blok H67, Kec. Moncongloe, Kab. Maros
Agama	: Islam
No.Hp	: 082192176651
Email	: Sridewirhofiqah@gmail.com
Judul Skripsi	: 5 Analisis Kadar Logam Berat Timbal dan Kadmium pada Makanan Tradisional Deppa Te'tekan yang dijual di Pinggir Jalan Enrekang
Pembimbing Skripsi	: 1. Alfin Resya Virgiawan, S.St.,M.Si 2. Nuradi S.Si.,M.Kes
Penguji	: Zulfian armah, S.Si., M.Si

Orang Tua/Wali

1. Ayah

Nama Ayah : Hasanuddin
 80
 Alamat : Rumbia Desa Lunjen, Kec.Buntu
 Batu Kab. Enrekang
 Pekerjaan : Wiraswasta

2. Ibu

Nama Ibu : Syahrini
 Alamat : Rumbia Desa Lunjen, Kec.Buntu
 Baru Kab. Enrekang
 79
 Pekerjaan : Mengurus Rumah Tangga

Riwayat Pendidikan

1. Taman Kanak-Kanak : TK Aba Lunjen
2. Sekolah Dasar : MI Guppi Rumbia
3. Sekolah Menengah Pertama : MTsN 1 Enrekang
4. Sekolah Menengah Atas : SMAN 5 Enrekang
5. Perguruan Tinggi : Poltekkes Kemenkes Makassar

ORIGINALITY REPORT

27%

SIMILARITY INDEX

25%

INTERNET SOURCES

10%

PUBLICATIONS

12%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Badan PPSPDM Kesehatan Kementerian Kesehatan Student Paper	2%
2	repositori.uin-alauddin.ac.id Internet Source	2%
3	repository.unhas.ac.id Internet Source	2%
4	digilibadmin.unismuh.ac.id Internet Source	1%
5	docplayer.info Internet Source	1%
6	etheses.uin-malang.ac.id Internet Source	1%
7	es.scribd.com Internet Source	1%
8	Submitted to Southville International School and Colleges Student Paper	1%
9	jurnal.fk.unand.ac.id Internet Source	1%
10	journal.poltekkes-mks.ac.id Internet Source	1%
11	dspace.umkt.ac.id Internet Source	1%

12	123dok.com Internet Source	1 %
13	Submitted to Universitas Kristen Duta Wacana Student Paper	1 %
14	text-id.123dok.com Internet Source	1 %
15	www.researchgate.net Internet Source	<1 %
16	eprints.poltekkesjogja.ac.id Internet Source	<1 %
17	journal.uin-alauddin.ac.id Internet Source	<1 %
18	www.scribd.com Internet Source	<1 %
19	Submitted to Universitas Jember Student Paper	<1 %
20	Submitted to Universiti Teknologi Petronas Student Paper	<1 %
21	Ridho Asra, Maisitoh Maisitoh, Rusdi Rusdi. "ANALYSIS OF METAL CONTENTS LEAD AND CADMIUM IN URETIC ACID JAMU BY USING ATOMIC ABSORPTION SPECTROPHOTOMETRIC", Journal of Pharmaceutical And Sciences, 2019 Publication	<1 %
22	Submitted to Sriwijaya University Student Paper	<1 %
23	adoc.pub Internet Source	<1 %

24	web.stfm.ac.id Internet Source	<1 %
25	eprints.ulm.ac.id Internet Source	<1 %
26	repository.unika.ac.id Internet Source	<1 %
27	digilib.uinsa.ac.id Internet Source	<1 %
28	id.123dok.com Internet Source	<1 %
29	pkm.lpkd.or.id Internet Source	<1 %
30	elisabethaprianisihotang.blogspot.com Internet Source	<1 %
31	id.scribd.com Internet Source	<1 %
32	repository.usu.ac.id Internet Source	<1 %
33	repo.poltekkesdepkes-sby.ac.id Internet Source	<1 %
34	alyamuslimah.blogspot.com Internet Source	<1 %
35	chemistrywindy.blogspot.com Internet Source	<1 %
36	www.ncbi.nlm.nih.gov Internet Source	<1 %
37	core.ac.uk Internet Source	<1 %

38	lib.unnes.ac.id Internet Source	<1 %
39	peraturanpedia.id Internet Source	<1 %
40	Submitted to Universitas Airlangga Student Paper	<1 %
41	Submitted to Universitas Muhammadiyah Surakarta Student Paper	<1 %
42	ecampus.poltekkes-medan.ac.id Internet Source	<1 %
43	journal.stkipsubang.ac.id Internet Source	<1 %
44	st281689.sitekno.com Internet Source	<1 %
45	www.nutrisiajournal.com Internet Source	<1 %
46	pdfcoffee.com Internet Source	<1 %
47	Chairil Anwar, Djuhria Wonggo, Eunike Mongi. "Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Beberapa Jenis Ikan Demersal di Perairan Teluk Manado, Sulawesi Utara", Media Teknologi Hasil Perikanan, 2022 Publication	<1 %
48	eprints.ums.ac.id Internet Source	<1 %
49	ml.scribd.com Internet Source	<1 %

50	repository.uhamka.ac.id Internet Source	<1 %
51	eprints.mercubuana-yogya.ac.id Internet Source	<1 %
52	iainambon.ac.id Internet Source	<1 %
53	journal.upgris.ac.id Internet Source	<1 %
54	repository.setiabudi.ac.id Internet Source	<1 %
55	repository.trisakti.ac.id Internet Source	<1 %
56	pkl.undiksha.ac.id Internet Source	<1 %
57	repository.poltekeskupang.ac.id Internet Source	<1 %
58	repository.ukwms.ac.id Internet Source	<1 %
59	riskayantichemistry.blogspot.com Internet Source	<1 %
60	journal2.unfari.ac.id Internet Source	<1 %
61	repository.helvetia.ac.id Internet Source	<1 %
62	ditjenppi.menlhk.go.id Internet Source	<1 %
63	repo.poltekkesbandung.ac.id Internet Source	<1 %

64	Submitted to Cerritos College Student Paper	<1 %
65	digilib.esaunggul.ac.id Internet Source	<1 %
66	digilib.unila.ac.id Internet Source	<1 %
67	doku.pub Internet Source	<1 %
68	jurnalfkip.unram.ac.id Internet Source	<1 %
69	eprints.uns.ac.id Internet Source	<1 %
70	id.wikipedia.org Internet Source	<1 %
71	lsd.inrs.ca Internet Source	<1 %
72	repository.radenintan.ac.id Internet Source	<1 %
73	repository.uinjkt.ac.id Internet Source	<1 %
74	repository.unair.ac.id Internet Source	<1 %
75	www.coursehero.com Internet Source	<1 %
76	Fauzia Miranda, Kurniawan Kurniawan, Sudirman Adibrata. "KANDUNGAN LOGAM BERAT TIMBAL (PB) DAN KADMIUM (CD) PADA SEDIMEN DI PERAIRAN SUNGAI PAKIL	<1 %

KABUPATEN BANGKA", Akuatik: Jurnal
Sumberdaya Perairan, 2018

Publication

77 Gusti Ayu Rai Saputri, Nofita Nofita, Cicih Ratnasari. "ANALISIS KADAR TIMBAL PADA PERONA BIBIR YANG BEREDAR DI LOKING (SIMPUR) BANDAR LAMPUNG DENGAN METODE SSA", Jurnal Analis Farmasi, 2021

Publication

78 berbagaipenyakit-1.blogspot.com <1 %

Internet Source

79 e-campus.iainbukittinggi.ac.id <1 %

Internet Source

80 hayusakola.com <1 %

Internet Source

81 idoc.pub <1 %

Internet Source

82 lipsus.kompas.com <1 %

Internet Source

83 nannisa7.blogspot.com <1 %

Internet Source

84 okefoods.blogspot.com <1 %

Internet Source

85 pt.scribd.com <1 %

Internet Source

86 repo.uinsatu.ac.id <1 %

Internet Source

87 repository.poltekkes-kdi.ac.id <1 %

Internet Source

repository.stikeselisabethmedan.ac.id

88	Internet Source	<1 %
89	repository.unjaya.ac.id Internet Source	<1 %
90	Nur Hidayah, Siti Zachro Nurbani, Jaya Kusuma, Arpan Nasri Siregar. "IDENTIFIKASI SENYAWA FITOKIMIA EKSTRAK WARU LAUT (THESPESIA POPULNEA) DARI PESISIR PANTAI SEMARUS KABUPATEN NATUNA", JURNAL BLUEFIN FISHERIES, 2021 Publication	<1 %
91	Nurmaya Effendi, Mamat Pratama, Husna Kamaruddin. "ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT MERKURI (Hg) DAN TIMBAL (Pb) PADA KOSMETIK LIPSTIK YANG BEREDAR DI KOTA MAKASSAR DENGAN METODE SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM", Jurnal Ilmiah As-Syifaa, 2014 Publication	<1 %
92	Submitted to UIN Maulana Malik Ibrahim Malang Student Paper	<1 %
93	agen-kikusui.blogspot.com Internet Source	<1 %
94	docobook.com Internet Source	<1 %
95	doczz.es Internet Source	<1 %
96	infoduniaperikanan.wordpress.com Internet Source	<1 %
97	qdoc.tips Internet Source	

		<1 %
98	repository.usu.ac.id Internet Source	<1 %
99	repository.ub.ac.id Internet Source	<1 %
100	toolsfortransformation.net Internet Source	<1 %
101	wardhanahendra.blogspot.com Internet Source	<1 %
102	www.dluonline.co.id Internet Source	<1 %
103	Nikita Kawung, Rizald Rompas, James Paulus, Markus Lasut, Desy Mantiri, Natalie Rumampuk. "Analisis akumulasi kandungan logam kadmium pada akar dan daun mangrove di Perairan Basaan-Belang Kabupaten Minahasa Tenggara dan Likupang Kabupaten Minahasa Utara", JURNAL PESISIR DAN LAUT TROPIS, 2018 Publication	<1 %
104	Verlia Agustina. "PENETAPAN KADAR LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) PADA LIP LINER DENGAN METODE INDUCTIVELY COUPLED PLASMA MASS SPECTROMETRY(ICP-MS)", Jurnal Analis Farmasi, 2021 Publication	<1 %
105	www.altmansshoesandboots.com Internet Source	<1 %
106	Lolita Lolita, Aulea Rahmawati, Aulia Rahmah, Eka Angriani Hasan, Fairuz Yaumil Afra,	<1 %

Ikrimah Ikrimah. "Pengaruh Promosi Kesehatan Terhadap Pengetahuan Toga Untuk Hipertensi Di Sumberagung Jetis Bantul
Influence Of Health Promotion Towards Knowledge For Hypertension In The Sumberagung Jetis Bantul District",
PHARMACY: Jurnal Farmasi Indonesia (Pharmaceutical Journal of Indonesia), 2018

Publication

107 Nadiah Ayu Nur. Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung, 2017 <1 %

Publication

108 Vidyanti Reskia Dewi, Elli Arsita, Todung Donald Aposan Silalahi, Deviana. "Kadar Vitamin D yang Cukup Cegah Kekambuhan Rinitis Alergi", Jurnal Kedokteran Meditek, 2024 <1 %

Publication

109 Yonelian Yuyun, Andi Riesti Angelin Peuru, Nurlina Ibrahim. "Analisis Kandungan Logam Berat Timbal Dan Kadmium Pada Pengolahan Ikan Asin Di Kabupaten Banggai Kepulauan", Jurnal Farmasi Galenika (Galenika Journal of Pharmacy) (e-Journal), 2017 <1 %

Publication

110 digilib.uin-suka.ac.id <1 %

Internet Source

111 skripsinesia.wordpress.com <1 %

Internet Source

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8

PAGE 9

PAGE 10

PAGE 11

PAGE 12

PAGE 13

PAGE 14

PAGE 15

PAGE 16

PAGE 17

PAGE 18

PAGE 19

PAGE 20

PAGE 21

PAGE 22

PAGE 23

PAGE 24

PAGE 25

PAGE 26

PAGE 27

PAGE 28

PAGE 29

PAGE 30

PAGE 31

PAGE 32

PAGE 33

PAGE 34

PAGE 35

PAGE 36

PAGE 37

PAGE 38

PAGE 39

PAGE 40

PAGE 41

PAGE 42

PAGE 43

PAGE 44

PAGE 45

PAGE 46

PAGE 47

PAGE 48

PAGE 49

PAGE 50

PAGE 51

PAGE 52

PAGE 53

PAGE 54

PAGE 55

PAGE 56

PAGE 57

PAGE 58

PAGE 59

PAGE 60

PAGE 61

PAGE 62

PAGE 63

PAGE 64

PAGE 65

PAGE 66

PAGE 67

PAGE 68

PAGE 69

PAGE 70

PAGE 71

PAGE 72

PAGE 73

PAGE 74

PAGE 75

PAGE 76

PAGE 77

PAGE 78

PAGE 79

PAGE 80

PAGE 81

PAGE 82

PAGE 83

PAGE 84

PAGE 85

PAGE 86

PAGE 87

PAGE 88
