SKRIPSI

PENGARUH KADAR KADMIUM (Cd) TERHADAP KADAR KREATININ DALAM DARAH PEROKOK ELEKTRIK (*VAPE)*

Diajukan Sebagai Syarat Dalam Meraih Sarjana Terapan Kesehatan (S.Tr.Kes)
Pada Program Studi D-IV Teknologi Laboratorium Medis
Fakultas Teknologi Kesehatan
Universitas Megarezky

ZAHRA INAYAH SUBROTO
NIM : B1D121072

PROGRAM STUDI D-IV TEKNOLOGI LABOLATORIUM MEDIS

FAKULTAS TEKNOLOGI KESEHATAN

UNIVERSITAS MEGAREZKY

MAKASSAR

2025

HALAMAN JUDUL

SKRIPSI

"Pengaruh Kadar Kadmium (Cd) Terhadap Kadar Kreatinin Dalam Darah Perokok Elektrik (*Vape*)"

ZAHRA INAYAH SUBROTO

B1D121072

Dibimbing Oleh

Pembimbing I

Dr. Santi, S.Si., M.Si

Pembimbing II

Prof. Dr. Dra.apt. Asnah Marzuki, M.Si

Penguji

Ayusti Dirga, S.Si.,M.Sc

PROGRAM STUDI D-IV TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS

FAKULTAS TEKNOLOGI

UNIVERSITAS MEGAREZKY

MAKASSAR

2025

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

PENGARUH KADAR KADMIUM (Cd) TERHADAP KADAR KREATININ DALAM DARAH PEROKOK ELEKTRIK (*VAPE*)

Disusun dan diajukan oleh:

ZAHRA INAYAH SUBROTO

Nomor Induk Mahasiswa B1D121072

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi

Pada tanggal 04 Juli 2025

Dan di nyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui,

Tim Penguji	Tanda Tangan
1. Ayusti Dirga, S.Si.,M. Sc	( )
2. Dr. Santi, S.Si.,M.Si	( )
3. Prof. Dr. Dra. apt. Hj. Asnah Marzuki, M.Si	( )

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknologi Kesehatan	Ketua Program Studi DIV Teknologi Laboratorium Medis
Prof. Dr. Dra. apt. Hj. Asnah Marzuki, M.Si	Dr. Nirmawati Angria, S.Si., M.Kes
NUPTK : 1350727628230013	NUPTK : 6950765666230332

SURAT KETERANGAN TURNITIN

LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN MASYARAKAT (LPPM)
UNIVERSITAS MEGAREZKY
SK. Menristekdikti RI. No.1194/KPT/I/2018 Terakreditasi BAN PT
Kampus II Jalan Antang Raya No 43 Telp 0411 - 492 401 - 496401 Fax 496614 Website http://universitasmegarezky.ac.id E.mail info@universitasmegarezky.ac.id

KETERANGAN LOLOS UJI TURNITIN
No. 590 /T/07.091056/VI /2025

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Syamsyuriyana Sabar, S.Kep., Ns., M.Kep

NIDN : 0915118602

Jabatan : Ketua LPPM

Menyatakan bahwa :

Nama : Zahra Inayah Subroto

NIM : B1D121072

Prodi : D-IV Teknologi Laboratorium Medik

Judul Skripsi/KTI : Pengaruh kadar Kadmium (Cd) terhadap kadar kreatinin dalam darah perokok elektrik (vape)

Telah melalui uji *similarity* dengan software *Turnitin* dan dinyatakan lolos dengan **persentase 28%** sesuai bukti terlampir.

Demikian Surat Keterangan ini di buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, 26 Juni 2025
Ketua,

Ns. Syamsyuriyana Sabar, M.Kep
NIDN: 09 151186 02

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim……

Puji syukur kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala. Yang telah memberikan rahmat serta hidayah-nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan penuh kerendahan hati dan kesabaran yang luar biasa. Skripsi ini saya persembahkan sebagai bakti dan usahaku serta cinta dan kasih sayang kepada orang-orang yang berharga dalam hidup saya :

1. Kedua orang tua tersayang, **Alm. Bapak Gatot subroto** alhamdulilah putri bungsumu telah sampai ditahap menyelesaikan skripsi ini, untuk Alm, papa terimakasih atas segala cinta, doa, kerja keras, dan pengorbanan yang belum sempat terbalaskan. Meskipun papa tak sempat menyaksikan pencapaian ini, setiap langkahku adalah bagian dari warisan kasih mu. Semoga disana ayah bangga dan kupersembahkan karya ini sebagai bukti kecil bahwa didikanmu tak sia-sia. Untuk **ibu Anita Chaidir** selaku mama ku yang tercinta yang tidak pernah mengeluh di kesendirian berjuang sendri untuk putri mu ini, terima kasih telah berjuang sampai sejauh ini membantuku tanpa meminta imbalan apapun, terima kasih atas segala doa, kerja keras, dan pengorbanan yang tak terhingga mu, semoga keberhasilan kecil ini bisa menjadi wujud rasa terima kasih dan baktiku padamu.
2. Kakak-kakak saya Elvira dan Syauki Bayu terima kasih atas dukungannya dan segala motivasi yang diberikan kepada penulis terima kasih membuktikan bahwa tanpa sosok seorang ayah kita semua bisa berjalan dengan baik.

3. Teman-teman terbaik ku Siska, Anggi, Yuni, Rita, Fani, dan Ain terima kasih telah mendukung, memberikan semangat dan membantu disaat kesusahan sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini.
4. *Lastly thanks to myself for fighting this far and enduring all the trials so that this could be at this point, thank you for proving that nothing is impossible if we try, thank you for staying healthy until now*

MOTTO

"*Telah ku sadar hidup bukanlah perihal mengambil yang kau tebar"*

Membasuh-Hindia

"Pada akhirnya ini semua hanya permulaan"

Beranjak Dewasa-Nadin Amizah

CURRICULUM VITAE



A. Biodata Diri

1. Nama : Zahra Inayah Subroto
2. Nim : B1D121072
3. Jenis kelamin : Perempuan
4. Tempat/Tanggal lahir : Luwohu/28-01-2003
5. Agama : Islam
6. Jurusan : D-IV Teknologi Laboratorium Medis
7. Fakultas : Teknologi Kesehatan
8. Alamat : Jl. Antang raya
9. No Hp : 085242771941
10. Email : nayasubroto@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Sekolah Dasar (SD) : SD Negeri 09 Marisa
2. Sekolah Menengah Pertama (SMP) : SMP 1 Negeri Marisa
3. Sekolah Menengah Akhir (SMA) : SMA 1 Negeri Marisa
4. Perguruan Tinggi : Universitas Megarezky

KATA PENGANTAR

Puji sykur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala karena atas dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan **Skripsi** ini yang berjudul :

"Pengaruh Kadar Kadmium Terhadap Kadar Kreatinin Dalam Darah Perokok Elektrik (*Vape*)"

Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan **Program Sarjana Teknologi Kesehatan pada Fakultas Teknologi Kesehatan, Universitas Megarezky Makassar.** Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak, Skripsi ini tidak akan dapat terselesaikan dengan baik.

Dengan rasa hormat dan cinta, penulis menyampaikan **ucapan terima kasih yang tak terhingga kepada orang tua tercinta (Bapak Alm. Gatot Subroto dan Ibu Anita Chaidir),** yang senantiasa mendoakan, mendampingi, serta memberikan semangat, kasih sayang, dan dukungan moril maupun material tanpa henti. Tanpa keikhlasan dan doa dari Ayah dan Ibu, penyusunan **Skripsi** ini tidak akan pernah terwujud.

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya juga penulis sampaikan kepada:

1. **Bapak Dr. H. Alimuddin, SH., MH., M. Kn sebagai Pembina Yayasan Pendidikan Islam Mega Rezky Makassar,** atas arahan dan pembinaan yang senantiasa menjadi fondasi dalam pengembangan institusi dan mahasiswa.
2. **Ibu Alm. Hj. Suryani, SH., MH sebagai Pendiri Yayasan Pendidikan Islam Mega Rezky Makassar,** atas dedikasi dan kontribusi luar biasa dalam mendirikan lembaga Pendidikan yang menjadi wadah pengembagan ilmu dan karakter.
3. **Bapak Moch. Noer Alim Qolby, S.H., LLM sebagai Ketua Yayasan Pendidikan Islam Mega Rezky Makassar,** atas dukungan dan kebijakan strategis yang memfasilitasi proses pendidikan dan penelitian secara berkelanjutan.

4. **Bapak Prof. Dr. Anwar Ramli, SE., M.Si Sebagai Rektor Universitas Megarezky,** atas motivasi dan arahannya dalam membangun budaya akademik yang unggul dan berdaya saing.
5. **Ibu Prof. Dr. Dra. apt. Asnah Marzuki M.Si,** sebagai **Dekan Fakultas Teknologi Kesehatan,** atas kesempatan dan dukungan yang diberikan selama masa studi.
6. **Ibu Dr. Nirmawati Angria S.Si., M.kes sebagai Ketua Program Studi D-IV Teknologi Laboratorium Medis**, atas bimbingan akademik yang berkelanjutan dan inspiratif.
7. **Dosen Pembimbing Ibu Dr. Santi, S.Si., M.Si dan Ibu Prof. Dr. Dra. apt. Asnah Marzuki M.Si,** yang telah memberikan arahan, saran, dan evaluasi dalam penyusunan Skripsi ini dengan penuh kesabaran dan keikhlasan.
8. **Ibu Ayusti Dirga, S.Si., M.Sc** selaku penguji yang telah memberikan saran, kritikan kepada penulis sehingga dapat menyempurnakan skripsi ini.
9. **Ibu Arlitha Dekayana, S.Si.,M.Kes sebagai Pembimbing Akademik (PA),** atas pendamping dan bimbingan akademik selama masa studi penulis.
10. **Seluruh dosen dan Staf akademik Universitas Megarezky,** atas ilmu, perhatian, dan pelayanan yang diberikan selama proses studi.
11. **Balai Besar Laboratorium Kesehatan Makassar (BBLKM),** atas izin, dukungan, dan kerja samanya selama pelaksanaan penelitian.
12. **Teman-teman seperjuangan dan semua pihak** yang turut membantu secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan Skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis demi kemampuan karya ini di masa mendatang.

Akhir kata, semoga Skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, serta menjadi kontribusi yang berarti dalam pengembangan ilmu pengetahuan.

Makassar, 23 Agustus 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ..... **i**
HALAMAN PENGESAHAN ..... **ii**
SURAT KETERANGAN TURNITIN ..... **iii**
HALAMAN PERSEMBAHAN ..... **iv**
MOTTO ..... **vii**
CURRICULUM VITAE ..... **viii**
KATA PENGANTAR ..... **viiii**
DAFTAR ISI ..... **x**
ABSTRAK ..... **xiii**
ABSTRACT ..... **xiiii**
DAFTAR GAMBAR ..... **xiiv**
DAFTAR TABEL ..... **xv**
DAFTAR SINGKATAN ..... **xvi**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xviiii**
BAB I PENDAHULUAN **1**
A. Latar Belakang 1
B. Rumusan Masalah 4
C. Tujuan Penelitian 4
D. Manfaat Penelitian 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **6**
A. Tinjauan Umum Rokok Elektrik 6
B. Tinjauan Umum Kadmium (Cd) 10
C. Tinjauan Umum Kreatinin 18
D. Tinjauan Umum Darah 21
E. Hubungan kadmium (Cd) dengan kreatinin 23
F. Tinjauan Umum Pemeriksaan 24
G. Kerangka Teori 30
H. Kerangka Konsep 31
I. Variable penelitian 31
J. Definisi Operasional 32
K. Hipotesis 33
BAB III METODE PENELITIAN **34**

A. Jenis Penelitian....34
C. Populasi dan Sampel....34
D. Kriteria Sampel....35
E. Teknik Pengambilan Sampel....35
F. Instrument Penelitian....35
G. Prosedur Kerja Penelitian....36
H. Alur kerja....40
I. Teknik Pengumpulan Data....41
J. Analisis Data....41
K. Etika Penelitian....41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN....43
A. Hasil....43
B. Pembahasan....47
BAB V PENUTUP....52
A. Kesimpulan....52
B. Saran....52
DAFTAR PUSTAKA....53
LAMPIRAN....53

ABSTRAK

Zahra Inayah Subroto B1D121072 "Pengaruh Kadar Kadmium Terhadap Kadar Kreatinin Dalam Darah Perokok Elektrik (*vape*)" Dibimbing Oleh Santi dan Asnah Marzuki

Penggunaan rokok elektrik (*Vape*) merupakan alternatif yang digunakan oleh perokok konvesional yang dianggap lebih aman bagi tubuh. Namun, berbagai penelitian menunjukkan bahwa *Vape* tetap mengandung logam berat seperti kadmium (Cd) yang bersifat toksik. Kadmium diketahui memiliki efek nefrotoksik dan dapat mempengaruhi fungsi ginjal, salah satunya tercermin dari peningkatan kadar kreatinin dalam darah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari kadar kadmium terhadap kadar kreatinin dalam darah responden yang menggunakan rokok elektrik. Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan *cross-sectional*, dengan menggunakan sampel sebanyak 30 sampel darah perokok elektrik yang memenuhi kriteria inklusi. Analisi kadar kadmium menggunakan metode *Inductively Coupled Plasma Massa Spectrometry* (ICP-MS) dan analisis kadar kreatinin menggunakan metode Fotometri. Hasil uji analisis statistik menggunakan uji normalitas *Shapiro-wilk* menunjukkan bahwa nilai signifikan dari pengaruh kadar kadmium terhadap kadar kreatinin diperoleh hasil $p<0,005$ sehingga dinyatakan bahwa tidak terdistibusi secara normal, dilanjutkan uji korelasi menggunakan uji *Spearmen* menunjukkan nilai $p=0,255$ dan nilai $r=0,215$, yang menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh kadar kadmium (Cd) terhadap kadar kreatinin.

Kata kunci : Rokok elektrik, kadmium, kreatinin

ASBTRACT

Zahra Inayah Subroto. B1D121072. "The Effect of Cadmium Levels on Creatinine Levels in the Blood of Electric Smokers (Vape)". Supervised by Santi and Asnah Marzuki

The use of electronic cigarettes (vapes) is an alternative used by conventional smokers and is considered safer for the body. However, various studies have shown that vapes still contain heavy metals such as cadmium (Cd), which are toxic. Cadmium is known to have nephrotoxic effects and can affect kidney function, one of which is reflected in increased blood creatinine levels. The purpose of this study was to determine the effect of cadmium levels on blood creatinine levels of respondents who use electronic cigarettes. This type of research is a quantitative study with a cross-sectional approach, using a sample of 30 blood samples of electronic cigarette smokers who met the inclusion criteria. Analysis of cadmium levels used the Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS) method, and analysis of creatinine levels used the Photometry method. The results of the statistical analysis test using the Shapiro-Wilk normality test showed that the significant effect of cadmium levels on creatinine levels was obtained with a result of $p<0.005$ so that it was stated that it was not normally distributed, continued with the correlation test using the Spearman test showing a p value of -0.255 and a value of 10.215, which showed that there was no effect of cadmium (Cd) levels on creatinine levels.

Keywords: Electronic Cigarettes, cadmium. Creatinine

UNIVERSITAS MEGAREZKY
UNIMERZ

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Rokok elektrik 7
Gambar 2. 2 Spektrofotometer serapan atom 26
Gambar 2. 3 Skema ICP 27
Gambar 2. 4 Alat *Thermo scientific indiko* 29
Gambar 2. 5 kerangka teori 30
Gambar 2. 6 Kerangka konsep 31
Gambar 3. 1 Alur Penelitian 39

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 distribusi responden berdasarkan umur pada perokok elektrik (vape).43
Tabel 4. 2 karakteristik responden berdasarkan lama merokok pada perokok elektrik 43
Tabel 4. 3 Hasil pengukuran kadar logam kadmium (Cd) dalam darah perokok elektrik 44
Tabel 4. 4 Hasil pemeriksaan kadar kreatinin pada perokok elektrik 45
Tabel 4. 5 Distribusi kadar kadmium (Cd) dengan kadar kreatinin pada perokok elektrik 46
Tabel 4. 6 Uji normalitas Shapiro wilk sampel penelitian 46
Tabel 4. 7 Analisis korelasi kadar kadmium (Cd) dengan kreatinin 47

DAFTAR SINGKATAN

Cd : *Cadmium*

WHO : *World Health Organization*

PGK : Penyakit Ginjal Kronik

ENDS : *Electronic Nicotine Deliver System*

ROS : *Reactive Oxygen Species*

PG : Propilen Glikol

DNA : *Deoxyribonucleic Acid*

Ca : *Calsium*

L : Liter

GFR : *Glomerular Filtration Rate*

CP : Creatinin Phosphate

CK : Creatinin Kinase

ATP : Adenosin Trifosfat

ADP : Adenosin Difosfat

SSA : Spektrofotometer Serapan Atom

ICP : *Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry*

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 : Perhitungan Larutan $Cd(NO_3)_2$.....57
LAMPIRAN 2 : Kuisioner penelitian.....60
LAMPIRAN 3 : Informed Consent 62
LAMPIRAN 4 : Dokumentasi Penelitian.....63
LAMPIRAN 5 : Surat Izin Penelitian.....65
LAMPIRAN 6 : Surat Izin PTSP.....66
LAMPIRAN 7 : Hasil Penelitian Kadar Kadmium (Cd**)**.....67
LAMPIRAN 8 : Hasil Penelitian Kreatinin.....69

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Merokok merupakan aktivitas yang tidak asing bagi laki-laki dalam kehidupan sehari-hari. Hampir 70% perokok di Indonesia mulai merokok sebelum usia 19 tahun, yang menunjukkan betapa sulitnya menetapkan area bebas rokok karena kurangnya kesadaran masyarakat tentang bahaya rokok (Nurdianto & Wimpy, 2022). Rokok memiliki berbagai jenis dengan masing-masing karakteristiknya yaitu rokok tembakau kunyah, ciga, bidis, kretek, shisha, dan rokok elektrik (*vape)* (Kumboyono & Wiahstuti, 2022).

Rokok elektrik atau vape adalah alat yang digunakan untuk menghantarkan nikotin dengan cara memanaskan cairan vape (*liquid*) menjadi aerosol yang dapat dihirup oleh pengguna (Bhalerao dkk., 2019). Menurut WHO *(World Health Organization)* pengguna rokok elektrik Sebagian besar pada usian 25-44 tahun dengan presentase 51,7%, selain itu pada usia 15-24 tahun prevelensinya sekitar 61,7%. Prevelensi tertinggi dari pengguna rokok elektrik berdasarkan dari status kerja ada pada mahasiswa yaitu sekitar 6,8%, yang terdiri dari 6,0% pengguna sekali dan 0,8% pengguna harian (WHO, 2019).

Rokok elektrik mengandung beberapa senyawa seperti nikotin, propilen glikol, gliserin, formaldehid, asetaldehid, aseton, *tobacco-specific nitrosamines* (TSNAs), dan logam berat seperti kadmium, timbal, dan arsen. Ketika pengguna menghisap alat sehingga dapat menguapkan larutan nikotin dan

kandungan lainnya dalam bentuk aerosol yang kemudian dapat dihisap oleh pengguna rokok elektrik tersebut (Siregar dkk., 2024).

Kadmium (Cd) adalah logam yang terkandung dalam rokok dan belum diketahui fungsi biologisnya. Kadmium dalam tubuh memiliki efek toksik yang besar ketika semakin tinggi kadar dan lama paparannya. Nilai ambang batas dari kadar kadmium dalam tubuh manusia yaitu 1 µg/L dan menurut *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) yaitu < 5 µg/L (Mayaserli & Rahayu, 2018). Efek yang ditimbulkan dari paparan kadmium adalah menyebabkan gangguan pada ginjal, seperti terjadi kerusakan pada tubulus ginjal dan ketika paparan kadmium sudah dalam jangka waktu yang panjang akan menimbulkan kerusakan parah pada ginjal (Nurdianto & Wimpy, 2022).

Paparan kadmium (Cd) pada manusia baik akut ataupun kronis akan sangat berbahaya bagi kesehatan manusia, seperti organ ginjal yang menjadi sasaran utama dari kadmium (Cd), karena kadmium yang masuk kedalam tubuh manusia akan berikatan dengan protein metalotionin. Kadmium dan metalotionin memiliki sifat stabil dan sehingga dapat memicu peningkatan radikal bebas didalam hati maupun ginjal, Kadmium dapat mengakibatkan terjadi kerusakan pada kedua organ tersebut. Pada ginjal akan terjadi kerusakan pada tubulus proksimal dan ketika berkembang akan menyebabkan kerusakan pada glomelurus sehingga terjadi penurunan laju filtrasi glomelurus dan untuk mengetahui terjadinya penurun GFR dilakukan pemeriksaan kreatinin darah (Santoso dkk., 2019).

Kreatinin adalah hasil akhir dari metabolis yang dikeluarkan melalui ginjal. kreatinin terdapat dalam otot yang terikat dengan fosfat secara *reversible* dalam bentuk fosfokreatin. Pemeriksaan kreatinin dalam darah merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk pemeriksaan fungsi ginjal. Nilai normal dari kadar kreatinin normal yaitu pada wanita 0,5-1,0 mg/dL, sedangkan nilai normal dari kreatinin pada pria yaitu 0,8-1,3 mg/dL (Puspodewi dkk., 2021).

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Jain, (2019) yang membandingkan kadar kadmium, timbal, dan merkuri dalam darah pada individu yang merokok elektrik, cerutu, atau rokok konvensional. Hasilnya menunjukkan bahwa kadar Cd dalam darah pengguna rokok elektrik rata-rata adalah 0,7 µg/L (Jain, 2019).

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Nafiisah dkk., (2020) mengenai korelasi paparan kadmium dengan ureum dan kadar kreatinin serum pada petani tanaman hias baturaden menyatakan bahwa terdapat hubungan signifikan setelah dilakukan analisis uji korelasi *spearman* yang menunjukkan korelasi dari kreatinin dan kadmium yaitu r = 0,331 dan p = 0,03. Nilai r menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kadar kreatinin yang diakibatkan terpaparnya kadmium (Nafiisah dkk., 2020).

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Wimpy dkk., (2024) mengenai profil kadmium, kreatinin dan ureum darah pekerja pasar besi tua semanggi. Hasilnya menunjukkan pengukuran kadmium pada sampel terdapat 1 sampel yang kadar kadmiumnya tinggi yaitu 5,308 µg/L, dan hasil pengukuran dari kadar kreatinin terdapat 5 sampel yang dengan hasil yang

melebihi ambang batas yaitu 1,6 mg/dL. Uji normalitas yang dilakukan diperoleh hasil data yang terdistribusi normal, dilanjutkan dengan uji korelasi *Pearson* yang menunjukkan tidak terdapat hubungan yang signifikan antara kadmium darah dengan kreatinin pada pekerja pasar besi tua semanggi (Wimpy dkk., 2024).

Berdasarkan latar belakang maka penulis tertarik untuk menganalisis pengaruh dari paparan kadmium terhadap kadar kreatinin dalam darah perokok elektrik.

B. Rumusan Masalah

1. Berapakah kadar kadmium (Cd) dalam darah perokok elektrik (*Vape*)?
2. Berapakah kadar kreatinin pada perokok elektrik ?
3. Apakah ada pengaruh kadar logam berat kadmium (Cd) terhadap kadar kreatinin pada perokok elektrik ?

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui kadar kadmium (Cd) dalam darah perokok elektrik
2. Untuk mengetahui kadar kreatinin pada perokok elektrik
3. Untuk mengetahui pengaruh dari paparan kadmium (Cd) terhadap kadar kreatinin dalam darah perokok elektrik

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

   Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi peneliti dengan menambah pemahaman tentang hubungan dari paparan kadmium dan fungsi ginjal, khususnya untuk perokok elektrik yang saat ini masih

kurang dieksplorasi dan manfaat lainnya yaitu dapat mengasah keterampilan peneliti melalui metode penelitian, pengumpulan data, dan analisis statistik yang kedepannya akan diperlukan untuk studi kesehatan.

2. Manfaat untuk institusi

   Diharapkan penelitian ini dapat memberikan informasi dan referensi pengetahuan baru dalam bidang kesehatan dan toksikologi mengenai pengaruh dari paparan kadmium terhadap kadar kreatinin dalam darah.

3. Manfaat untuk masyarakat

   Diharapkan penelitian ini dapat memberikan informasi kepada masyarakat mengenai risiko kesehatan terhadap penggunaan rokok elektrik, terutama kadmium yang terkandung didalamnya dan dapat bermanfaat bagi pembaca yang ingin mengetahui dan mempelajari pengaruh dari paparan logam berat terhadap kesehatan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum Rokok Elektrik

1. Rokok Elektrik

Rokok elektrik (*E-cigarettes*) pertama kali ditemukan pada tahun 1963 oleh Herbert A Gilbert, namun desain yang layak secara resmi dimiliki oleh Hon Lik yang berasal dari tiongkok. Rokok eletrik dipasarkan atau diperjual belikan sebagai penganti yang aman untuk masyarakat dari pada rokok konvesional. Akan tetapi ada pernyataan yang bertentangan tentang rokok elektrik yang dianggap aman daripada rokok konvesional yaitu rokok elektrik tidak terlalu berbahaya bagi perokok yang kecanduan dengan rokok konvesional. Bahaya dari rokok elektrik dapat menyebabkan kerusakan pada otak yang sedang berkembang dikarenakan nikotin yang terkandung didalamnya, rokok elektrik juga dapat berbahaya karena paparan dari zat beracun seperti logam berat, senyawa organik yang dapat menguap, dan partikel-partikel yang halus (Bhalerao dkk., 2019).

Rokok elektronik atau biasa disebut rokok elektrik (*E-cigarettes*) merupakan inhaler yang didukung oleh baterai untuk memberikan nikotin atau yang disebut sebagai *Electronic Nicotine Delivery* System (ENDS) atau sistem pengiriman elektronik nikotin (Nurdianto & Wimpy, 2022). Rokok elektrik adalah sebuah produk yang dapat menghasilkan aerosol setelah dipanaskan. Rokok elektrik biasanya mengandung nikotin, yang dihirup

melalui corong yang terdapat pada alatnya. Bagian umum dari rokok elektrik yaitu meliputi baterai, *heating oil*, alat penyemprot yang dapat mengubah cairan (*Liquid*) menjadi aerosol, *cartridge* yang beisi cairan, dan corong untuk menghisap rokok (Stratton dkk., 2018).



Gambar 2. 1 Rokok elektrik

(sumber : Hutapea & Fasya, 2021)

Cairan (*Liquid*) dari rokok elektrik mengandung nikotin, perasa yang bervariasi, dan humektan. Faktor kesehatan dari nikotin telah tercatat dengan baik, namun masih banyak belum diketahui efek yang dapat ditimbulkan untuk kesehatan yang spesifik setelah nikotin berubah menjadi aerosol. Banyak perasa untuk rokok elektrik telah dievaluasi untuk diketahui keamananya, akan tetapi efek yang dapat ditimbulkan ketika masuk kedalam aliran darah melalui paru-paru belum diketahui (Stratton dkk., 2018).

Rokok elektrik mengandung 7.700 bahan kimia perasa, bahan kimia organik dan logam berat didalam cairannya (*Liquid*). Beberapa diantaranya adalah bahan karsinogen yang telah diketahui. Apabila dibandingkan dengan asap rokok konvesional, aerosol dari rokok elektrik mengandung

kadar natrium, zat besi, aluminium, dan nikel. Pada aerosol juga ditemukan logam berat seperti kadmium, kromium, timah, dan timbal. Kadar dari logam ini yang terdapat dalam cairan dan aerosol rokok elektrik biasanya melebihi batas paparan yang telah diizinkan oleh administrasi keselamatan dan kesehatan kerja (Wiener & Bhandari, 2020).

Asap rokok merupakan salah satu radikal bebas yang dapat menyebabkan polusi udara meningkat *Reactive Oxygen Species* (ROS) di udara sehingga secara langsung dapat mengakibatkan stress oksidatif pada paru-paru. Komponen partikel dari asap rokok adalah tar, nikotin, benzopiren, fenol dan kadmium (Nurdianto & Wimpy, 2022).

2. Kandungan dan dampak dari Rokok elektrik

Rokok elektrik menunjukkan beberapa efek buruk bagi kesehatan karena didalam rokok elektrik terkandung berbagai macam zat yang berpotensi menjadi toksik, beberapa efek sebagai berikut :

a. Nikotin

Nikotin berasal dari tumbuhan tembakau, yang terbagi menjadi dua jenis yaitu tembakau yang mudah terbakar seperti rokok konvesional atau rokok tembakau dan tembakau yang tidak mudah terbakar seperti rokok elektrik atau vape (Hayati dkk., 2020). Rokok elektrik pada kenyataanya mengandung nikotin. Larutan nikotin yang berada pada rokok elektrik memilki komposisi yang bervariasi dan secara umum terdapat 4 jenis campuran. Akan tetapi semua jenis campuran tersebut mengandung nikotin dan propilen glikol. Hal ini terbukti karena terjadi

peningkatan detak jantung setelah mendapat asupan nikotin dari rokok elektrik (Siregar dkk., 2024).

b. Propilen glikol (PG)

Propilen glikol dan gliserin nabati merupakan bahan utama dari *e-liquid.* Pelarut ini dapat berfungsi sebagai pengencer dari konsentrasi nikotin. Propilen glikol dapat menyebabkan iritasi pernapasan dan bahkan dapat meningkatkan kejadian asma pada saat diuapkan (Siregar dkk., 2024).

c. *Formaldehyde* dan *Acrolein*

Formaldehyde merupakan bahan kimia yang dapat menyebabkan kanker pada manusia. *Formaldehyde* dan *acrolein* biasanya dapat menyebabkan terjadinya kerusakan DNA. Kerusakan DNA ini dapat menyebabkan masalah pada kesehatan dan memberikan risiko jangka panjang (Siregar dkk., 2024).

d. Logam berat

Perangkat dari rokok elektrik yang berhubungan dengan *e-liquid* dapat melarutkan logam berat kedalamnya. Logam berat berupa kadmium, arsenic, merkuri, timbal, kromium, aluminium, besi, timah, dan nikel yang terdapat didalam rokok elektrik dapat menjadi agen yang bebahaya. Mekanismenya terjadi karena diakibatkan oleh stress oksidatif melalui radikal bebas, genoksisitas langsung oleh logam, dan perubahan fungsi dari sel induk atau ekspresi gennya. Uap dari rokok

elektrik juga dapat membahayakan manusia ketika terhirup (Siregar dkk., 2024).

B. Tinjauan Umum Kadmium (Cd)

1. Definisi Kadmium (Cd)

Kadmium (Cd) adalah logam putih yang mengkilap dengan berat atom 112,4 g dan berat jenis 8,64 g/cm^3. Kadmium melebur pada suhu 321°C. Meskipun tidak larut dalam air, kadmium dapat larut dalam asam, amonium nitrat, dan asam sulfat panas. Kadmium merupakan logam berat yang memiliki toksisisitas yang sangat tinggi bagi kesehatan. Rokok adalah sumber utama paparan kadmium pada manusia dan bagi orang yang tidak merokok, makanan adalah sumber terbesar paparan kadmium (Rosmiati dkk., 2022).

Logam berat kadmium bersifat karsinogenik dan toksik pada saat dilepaskan ke air, tanah, dan udara oleh penambang dan permunian logam *no-ferrous*, manufaktur, orang-orang yang menggunakan pupuk fosfat, pembakaran yang dihasilkan dari bahan fosil serta pembuangan dan pembakaran dari limbah (Yang dkk., 2022). Pada negara-negara maju emisi kadmium telah berkurang namun itu masih menjadi ketakutan bagi orang-orang yang tinggal di daerah yang sudah tercemar. Waktu paruh kadmium berkisaran 10-30 tahun (Rusman & Efrozal, 2019).

Sekitar sepuluh hingga lima puluh persen paparan kadmium berasal dari asap, uap, dan debu. Paparan uap kadmium sebesar 190 mg/m^3 selama sepuluh menit atau 8 mg/m^3 selama dua jam dapat menyebabkan kematian

karena kadmium terikat pada protein yang disebut metalotionin. Ginjal berisiko mengalami kerusakan yang tidak dapat diperbaiki karena ikatan ini, yang bersifat stabil, dapat menyebabkan peningkatan produksi radikal bebas pada organ (Wimpy dkk., 2024).

2. Toksikokinetik Kadmium (Cd)

Pada fase toksikokinetik kadmium (Cd) akan terjadi dalam kurun waktu 10-30 tahun untuk mencapai organ target. Kadmium bersifat akumulatif sehingga diperlukan dosis tertentu untuk menimbulkan efek dari toksisitas terhadap organ target. Fase toksikokinetik adalah sebagai berikut :

a. Absorbsi

Kadmium (Cd) dapat masuk kedalam jaringan dari makhluk hidup melalui saluran pernafasan, pencernaan, dan penetrasi kulit. Kadmium yang masuk ke dalam tubuh makhluk hidup, akan diserap masuk kedalam darah dan akan diangkut oleh darah menuju kehati dan ginjal. Sehingga terjadi proses pengikatan metalotionin (Mt) dalam darah (Nafiisah dkk., 2020).

Kadmium masuk kedalam tubuh melalui makan seperti beras atau gandum yang ditanam pada tanah yang terkontaminasi oleh pupuk limbah yang mengandung fosfat berlebih dan air irigasi yang terkontaminasi kadmium (Hadi dkk., 2019). Kadmium juga dapat masuk kedalam tubuh manusia melalui rokok yang dapat menyebabkan peningkatan terhadap kadar kadmium dalam darah. Konsentrasi kadmium pada perokok rata-rata 4-5 lebih tinggi dari pada yang bukan

merokok. Absorpsi kadmium melalui sistem gastrointestinal sekitar 5-85% lebih rendah dibandingkan penyerapan melalui respirasi. Absorpsi kadmium meningkat dengan defisiensi Ca, Fe, dan protein dalam makanan (Rosmiati dkk., 2022).

b. Distribusi

Ketika kadmium masuk kedalam tubuh manusia melalui makanan, air minum, partikel dan asap rokok yang terhirup akan ditransportasikan kedalam tubuh melalui darah yang berikatan dengan protein metalotionin sehingga akan terakumulasi pada ginjal dan hati yang memiliki 10-100 kali lebih banyak dari pada jaringan yang lainnya. Penyerapan kadmium dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti *intake* protein, kalsium, vitamin D, dan logam seperti seng (Adhani & Husain, 2017).

c. Metabolisme

Ketika kadmium terikat dengan sel darah merah dan protein berat molekul tinggi dalam plasma, terutama albumin, metalotionin dapat mengangkut sebagian kecil kadmium dalam darah. Dalam isolat metalotionin yang berasal dari ginjal, ditemukan kadmium sebesar 5,9% (Adhani & Husain, 2017). Ikatan kadmium dan metalotionin dapat bersifat stabil sehingga memicu peningkatan radikal bebas dalam hati dan ginjal yang mengakibatkan terjadinya kerusakan pada kedua organ tersebut (Santoso dkk., 2019).

Kadmium memiliki keterkaitan yang kuat terhadap ginjal dan hati. Sekitar 50-75% kadmium terdapat dalam kedua organ tersebut. Ketika metalotionin hepar dan ginjal tidak mampu lagi melakukan detoksifikasi akan terjadi kerusakan pada sel hati dan ginjal (Adhani & Husain, 2017).

d. Ekskresi

Proses ekskresi logam kadmium pada proses pembentukan dari granula yang dibuang oleh ginjal akan terekskresi melalui urin dan feses dengan konsentrasi yang kecil dalam kurun waktu 10 hingga 30 tahun. Pada proses saluran pencernaan pengeluraan logam berat dari dalam tubuh hanya sebesar 5% yang mana sisanya akan disimpan dan terakumulasi pada ginjal dan hati (Adhani & Husain, 2017).

3. Akumulasi kadmium (Cd)

Akumulasi kadmium terdiri dari beberapa sumber yaitu mengacu pada proses penumpukan unsur logam yang beracun sebagai berikut :

a. Akumulasi kadmium dalam ginjal

Kadmium (*Cd*) terakumulasi di ginjal dengan perkiraan waktu paruh 6-38 tahun dan hati perkiraan waktu yang dibutuhkan 4-19 tahun. Kadmium ini akan terakumulasi pada ginjal dan hati orang yang telah terpapar kadmium (*Cd)* baik melalui udara, makanan, air minum, atau melalui kontak kulit. (Yang dkk., 2022).

Paparan kadmium (Cd) dengan dosis yang kecil dalam jangka panjang akan menyebabkan penumpukan didalam ginjal. Dimana ini menyebabkan beban kerja yang lebih pada ginjal, sehingga terjadi

kerusakan pada ginjal yang ditandai dengan peningkatan kadar ureum dan kreatinin serum, terjadi proteinuria dan glikosuria serta penurunan laju filtrasi glomelurus (GFR) (Nafiisah dkk., 2020).

b. Akumulasi kadmium (Cd) dalam tembakau

Kadmium (Cd) merupakan logam berat yang terkandung dalam tembakau yang fungsi biologisnya tidak diketahui dan memiliki toksisitas yang tinggi. Dalam satu batang rokok mengandung sekitar 2.0 µg logam berat cadmium (Cd) (Lathifah dkk., 2023).

Salah satu faktor utama yang dapat meningkatkan kadar kadmium (Cd) dalam tubuh yaitu berapa lama seorang perokok merokok. Ketika seorang perokok mengonsumsi rokok 10 batang dalam sehari, maka dalam jangka waktu 11 tahun kadar kadmium dalam tubuh akan dapat melampaui kadar ambang batas yang diperbolehkan (Lathifah dkk., 2023).

c. Akumulasi kadmium dalam makanan

Didalam saluran cerna penyerapan kadmium (Cd) ditentukan melalui kondisi kesehatan dan pola makan berupa kandungan unsur-insur essensial seperti zat besi, vitamin, polifenol, dan antioksidan. Mencegah terjadinya penyerapan kadmium dalam tubuh melalui makanan yaitu pola makan yang seimbang (Charkiewicz dkk., 2023). Asupan harian dari makanan terhadap kadar kadmium berkisaran 0,007 hingga 3 mg dan dosis dari toksik elemen dapat berkisar 3 hingga 330

mg, sedangkan dosis yang dapat mematikan yaitu dari 1,5 hingga 9 g (Charkiewicz et al., 2023).

Makanan adalah sumber utama dari terpaparanya kadmium pada orang atau populasi yang tidak merokok diberbagai negara-negara. Dalam beberapa bahan makanan kadar kadmium sangat bervariasi (perbedaan kebiasaan makan). Kadmium kemungkinan juga dipengaruhi dari faktor status zat besi karena dilihat dari penyerapan gastrointestinal. Wanita biasanya terpapar kadmium (Cd) dengan jumlah yang rendah karena wanita mengonsumsi energi lebih rendah dari pada laki-laki (Rusman & Efrozal, 2019).

4. Kadmium dalam urin

Kadar kadmium di dalam urin umumnya dipengaruhi dari muatan tubuh. Kadmium urin sebanding dengan kadar di ginjal. Urin dari seorang perokok yang telah terkontaminasi dengan kadmium memiliki kadar kadmium lebih tinggi (Irianti,dkk. 2017). Konsentrasi kadmium dalam urin lebih besar 0,5 µg/g dari kreatinin yang dapat dikaitakan dengan kerusakan ginjal (Rahimzadeh dkk., 2017). Selain paparan asap rokok, logam kadmium (Cd) dalam urin dapat berasal dari makanan yang kita konsumsi setiap hari. Sayur-sayuran, buah-buahan, beras, ayam, dan makanan lain dapat mengandung kadar cadmium (Cd) (Ambarwati dkk., 2020).

5. Kadmium dalam darah

Dalam darah waktu paruh kadmium berkisaran 30 tahun yang mungkin dapat disebabkan oleh terakumulasinya kadmium jangka panjang

dalam tubuh, namum untuk waktu paruh kadmium yang dalam jangka pendek di darah sekitar 3-4 bulan. Batas dari konsentrasi kadmium dalam darah adalah 0,3 µg/L. Kadar kadmium (Cd) dalam darah dapat dipengaruhi oleh umur, masa kerja, kebiasaan merokok dan pengaruh alat pelindung diri (APD) (Dewi, 2020).

6. Efek kadmium (Cd) dalam tubuh manusia

Paparan dari kadmium (Cd) akan menimbulkan berbagai macam gangguan kesehatan, seperti paparan akut kadmium akan terjadi 4-10 jam setelah terpapar melalui jalur inhalasi sehingga menimbulkan gejala berupa dispnea, batuk, dada terasa sesak dan akan berkembang menjadi edema paru dan kemungkinan besar berubah menjadi bronkopneumonia. Sedangkan paparan akut dari jalur ingesti yang terjadi 15-30 menit setelah terpapar kadmium (Cd) akan muncul gejala berupa muntah-muntah, peningkatan salivasi, tersedak, nyeri perut, diare, nyeri kepala dan akan diikuti dengan terjadinya kegagalan ginjal dan cadrimiopulmonary (Dewi, 2020). Adapun efek yang ditimbulkan oleh kadmium dalam tubuh manusia terbagi menjadi beberapa yaitu sebagai berikut :

a. Efek patologis pada system nefrologi

Kadmium (Cd) ketika masuk kedalam tubuh manusia dapat menyebabkan kronis. Kadmium yang masuk kedalam tubuh manusia dengan paparan yang sangat lama dalam kadar lebih rendah menyebabkan kadmium akan masuk kedalam ginjal yang selanjutnya dapat memicu terjadinya penyakit ginjal (Irianti,dkk. 2017). Kerusakan

yang disebabkan oleh kadmium (Cd) pada ginjal tergantung dengan tingkat akumulasinya, yang dapat diamati ketika terjadi perubahan pada tubulus primer bersama dengan munculnya tanda-tanda dari proteinuria (Charkiewicz dkk., 2023). Nilai ambang batas kadar kadmium (Cd) dalam ginjal sehingga dapat menyebabkan kerusakan tubulus proksimal yaitu dapat mencapai 200 ppm (Rosmiati dkk., 2022).

b. Efek patologis pada sistem pernafasan

Pada sistem pernafasan, kadmium (Cd) akan menyebabkan iritasi pada selaput lendir di hidung sehingga dapat menggangu penciuman, dan juga dapat menyebabkan iritasi pada sistem pernafasan atas. Gejala awal dari keracunan kadmium mirip dengan demam logam dan edema paru, yang terjadi dalam kurun waktu 24 jam. Keracunan kadmium terjadi karena terpapar kadmium pada konsentrasi 0,5 mg/m^3 dari asap dan 3 mg/m^3 dari debu yang dihirup. Dari kondisi ini dapat menyebabkan terjadinya penyakit bronkitis (Charkiewicz dkk., 2023).

c. Efek patologis pada sistema peredaraan darah

Logam berat kadmium menjadi salah satu factor dalam beberapa penyakit yang terjadi di kardiovaskuler karena berhubungan dengan kebiasaan merokok. Penyakit yang dapat disebabkan, seperti arteri perifer dan penyakit jantung iskemik. Paparan kadmium berubah menjadi paparan kronis dapat menyebakan hipertensi arteri, aterosklerosis, dan gangguan fungsi (Charkiewicz dkk., 2023).

d. Efek patologis pada system kerangka

Kadmium (Cd) dalam tubuh dapat menganggu metabolisme kalsium, magnesium, besi, seng, dang tembaga sehingga kondisi ini dapat menyebabkan terjadinya demineralisasi tulang, osteomalasia, dan osteoporosis (Charkiewicz dkk., 2023).

e. Efek patologis pada system saraf

Kadmium (Cd) akan berdampak buruk bagi sistem saraf manusia ketika konsentrasi paparanya melebihi >0,8 µg/L didalam urin dan 0,6 µg/L dalam darah. Kadmium dapat menganggu fungsi saraf anak-anak pada konsentrasi yang bahkan jauh lebih rendah yaitu sekitar >0,38 µg/L dalam darah dan >0,1802 µg/L dalam urin (Charkiewicz dkk., 2023).

C. Tinjauan Umum Kreatinin

1. Definisi Ginjal

Ginjal adalah salah satu organ penting untuk menjaga komposisi darah dengan cara mencegah terjadinya penumpukan limbah dan menjaga keseimbngan cairan didalam tubuh, serta berfungsi untuk memproduksi dapat membantu mengendalikan tekanan darah dengan memproduksi hormon dan enzim. Seseorang bertambah usia dan produktif, maka funsi ginjalnya akan mengalami penurunan (Febrianti dkk., 2023).

Faktor- faktor yang akan mempengaruhi terjadinya penurun funsi ginjal yaitu olahraga dan konsumsi yang mengandung protein tinggi. Gagal ginjal kronis dan penyakit gagal ginjal akut adalah gangguan yang terjadi pada ginjal, sehingga menyebabkan terjadinya penurun fungsi ginjal dan

meningkatnya metabolisme senyawa nitrogen seperti ureum, kreatinin, dan asam urat (Febrianti dkk., 2023).

2. Definisi Kreatinin

Kreatinin adalah produk dari menguraikan kreatinin sehingga menyediakan pemasok energi untuk otot. Kreatinin merupakan zat yang didapatkan dari dari hasil kontraksi otot normal yang akan dilepaskan kedalam darah, selanjutnya akan diekskresikan didalam ginjal. Kerusakan ginjal dilihat dari konsentrasi kreatinin didalam serum dan urine (Febrianti dkk., 2023).

Kreatin, produk akhir metabolisme, terutama disintesis oleh hati, ditemukan dalam otot rangka sebagian besar dalam bentuk fosfokreatin, senyawa penyimpanan energi, atau kreatin fosfat. Pemeriksaan kreatinin dalam darah adalah salah satu parameter penting untuk mengetahui fungsi ginjal dan dapat membantu kebijakan melakukan terapi pada penderita gangguan fungsi ginjal. Kreatinin dalam darah yang tinggi atau rendah dapat digunakan sebagai indikator penting untuk menentukan apakah seseorang dengan gangguan fungsi ginjal memerlukan hemodialisis (Rachmad & Setyawati, 2023).

3. Kreatinin sebagai penanda biologis

Kreatinin merupakan produk dari metabolik yang secara enzimatis tidak diproduksi oleh kreatinin dan fosfokreatinin, Dimana dalam kondisi yang normal dapat menghasilkan rasa dari otot tubuh. Molekul kecil 113 dalton yang tidak ada sirkulasi akan menyatu dengan protein plasma,

hingga glomelurus tingkat tinggi. Tidak terjadi penyerapan, tetapi tubulus proksimal mengsekresi dalan variabel presentase, sehingga meningkatkan insufisiensi ginjal, yang menentukan pembersihan kreatinin dan nilai VFG yang sebenarnya, yang meningkatkan tingkat kesehatan di mana kemajuan kegagalan ginjal terjadi. Faktor-faktor independen dari VFG, seperti masa otot, konsumsi pelindung, latihan, dan penggunaan obat yang menghambat sekresi tubular, seperti waktu dan trimetoprim, menentukan keterbatasan kreatinin lainnya sebagai penanda biologis (Huidobro dkk., 2018).

4. Metabolisme Kreatinin

Kreatinin adalah produk akhir dari proses metabolisme kreatin. Sebagian besar kreatinin ditemukan di otot rangka, yang mana berfungsi sebagai kreatinin fosfat (CP) dan juga terlibat dalam penyimpanan energi dalam tubuh. Reaksi ini terjadi ketika ATP dibuat dari ADP dan akan diubah menjadi kreatinin oleh enzim kreatinin kinase (CK). Selanjutnya reaksi akan berlanjut ketika energi digunakan, dan menghasilkan kreatin fosfat. Dari proses ini, sekitar 2% kreatin diubah secara irreversible menjadi kreatinin, yang mana selanjutnya akan dikeluarkan atau dieksresikan melalui sirkulasi oleh ginjal (Kaban, 2022).

Kreatin fosfat yang dipecahkan dalam otot menghasilkan kreatinin. Jumlah kreatinin yang dihasilkan setara dengan massa otot. Glomelururs akan menyaring kreatinin dan dieksresikan didalam urin. Kreatinin serum lebih sensitive dan sebagai indikator spesifik terhadap penyakit ginjal. Ginjal mengekskresikan kreatinin melalui kombinasi sekresi dan filtrasi.

Kreatinin yang tinggi di atas tingkat normal menunjukkan bahwa fungsi ginjal terganggu (Amalia dkk., 2023). Konsentrasi kreatinin normal pada wanita berkisaran 0,5-1,0 mg/dL, sedangkan nilai normal kreatinin pada pria yaitu sekitar 0,8-1,3 mg/dl (Kaban, 2022).

5. Faktor yang mempengaruhi kadar kreatinin

Kadar kreatinin dalam darah dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti, terjadinya perubahan massa otot, melakukan diet daging sehingga kadar kreatinin akan meningkat dalam beberapa jam setelah makan, berlebihan melakukan aktifitas fisik dapat meningkatkan kadar kreatinin darah, mengonsumsi obat-obatan, usia dan jenis kelamin khususnya pada orang yang lebih tua akan membuat kadar kreatinin darah lebih tinggi dibandingkan orang yang lebih muda, serta pada laki-laki kadar kreatinin lebih tinggi dibandingkan wanita (Priyanto dkk., 2018), faktor yang lainnya yaitu pada saat terjadi akumulasi dari paparan logam berat contohnya kadmium, ini dapat mempengaruhi kerusakan pada tubulus proksimal ginjal yang akan memicu terjadinya peningkatan kadar kreatinin (Wimpy dkk., 2024).

D. Tinjauan Umum Darah

1. Definisi Darah

Darah adalah cairan yang dapat mengalir didalam tubuh manusia dan memiliki perang penting dalam proses fisiologis pada tubuh manusia. pH darah berkisar 7.35-7.45 dengan suhuh normal berkisar pada 38°C. pH sangat berperan penting karena dapat berfungsi sebagai sistem buffer untuk

menjaga keseimbangan asam dan basa yang dapat mempengaruhi sistem fisiologis manusia. Volume darah yang dimiliki manusia berbeda antara laki-laki dan perempuan. Pada laki-laki volumen darah yang dimiliki berkisaran 5-6 L, sedangkan pada perempuan yaitu 4-5 L (Rosita,dkk.2019). Darah disimpan atau dikirim pada suhu kamar 18-22 ^{o}C dan 2-8 ^{o}C pada suhu beku atau dingin (Nugraha, 2022).

Whole blood adalah sampel darah yang mengandung sel darah dan plasma. Sampel darah ini biasanya dikumpulkan dengan mendambahkan antikoagulan (Nugraha, 2022). *Whole blood* adalah komponen darah yang tersusun atas 55% plasma darah dan 45% sel-sel darah (Rosita,dkk.2019).

Serum adalah cairan yang berwarna bening kekuningan yang didapatkan dari darah yang telah dibekukan kemudian disentrifuge. Darah yang membeku terjadi karena tidak diberikan antikoagulan sehingga membuat fibrinogen membentuk benang fibring yang dapat membekukan darah. Sebelum dilakukan sentrifugasi sampel harus didiamkan 30-60 hingga menggumpal sehinggan menghasilkan serum yang baik (Nugraha, 2022).

Plasma adalah cairan yang dihasilkan dari cairan darah pada tabung dengan antikoagulan setelah dilakukan sentrifugasi. Plasma berwarna bening kekuningan dan agak keruh karena masih mengandung fibrinogen yang merupakan factor dari pembekuan darah (Nugraha, 2022).

2. Fungsi darah

Darah memiliki fungsi yang sangat penting untuk proses fisiologis. Adapun fungsi dari darah yaitu sebagai berikut :

a. Sebagai pengangkut atau mengantarkan oksigen dan nutrisi keseluruh tubuh dan jaringan yang ada dalam tubuh.
b. Untuk pembentukan pembekuan darah
c. Homeostatis
d. Membentuk antibody untuk melawan infeksi
e. Mengangkut hasil dari sisa metabolisme menuju ginjal dan hati untuk difiltrasi
f. Mengangkut hormon yang dihasilkan dari sel-sel tubuh ke organ target (Rosita,dkk.2019).

E. Hubungan kadmium (Cd) dengan kreatinin

Ketika kadmium (Cd) masuk kedalam tubuh manusia akan berikatan dengan protein metalotionin yang bersifat stabil dan dapat menyebabkan terjadinya peningkatan produksi radikal bebas pada organ ginjal sehingga ginjal akan mengalami kerusakan. Akumulasi kadmium dalam ginjal akan menimbulkan terjadinya kerusakan pada tobulus proksimal yang akan memicu terjadinya peningkatan kadar kreatinin (Wimpy dkk., 2024).

Kadmium yang berikatan dengan metalotionin dapat menimbulkan reaksi peroksidasi lipid yang dapat menyebabkan terjadinya penurunan laju filtasi glomelurus yang ditandai dengan terjadinya peningkatan kadar kreatinin darah. Kreatinin adalah hasil dari metabolisme kreatinin dan fosfokreatinin yang di

reabsobsi di tubulus ginjal. Jika terjadi kerusakan pada tubulus ginjal dan penurunan laju filtrasi glomelurus maka kemampuan ginjal untuk memfiltrasi kreatinin akan terjadi penurunan sehingga kadar kreatinin pada urin akan menurun dan kadar kreatinin dalam serum akan meningkat (Amilussolihati dkk., 2021).

F. Tinjauan Umum Pemeriksaan

1. Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) atau Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) adalah alat kimia analisis yang menggunakan prinsip energi yang diserap atom. Keadaan energi elektronik terekesitasi dihasilkan oleh atom yang menyerap radiasi. Ahli kimia Australia, bersama dengan Alkemade dan Millatz dari Belanda, mengenalkan teknik ini pada tahun 1955. Konsentrasi analit dalam sampel diukur dengan spektrofotometer serapan atom. SSA akan menyerap energi (radiasi pada panjang gelombang tertentu), dan elektron pada atom akan cepat tereksitasi ke orbital yang lebih tinggi (Sugito & Marliyana, 2021).

Metode spektrofotometri serapan atom adalah metode kuantitatif yang pengukurannya berdasarkan penyerapan cahaya dengan panjang gelombang tertentu oleh atom logam dalam keadaan bebas. Didasarkan pada penyerapan energi sinar oleh atom netral, spektrofotometer serapan atom biasanya menggunakan sinar tampak dan ultraviolet. Dalam garis besar, prinsip spektrofotometri serapan atom sama dengan prinsip spektrofotometri sinar tampak dan ultraviolet. Bentuk spektrum, metode

sampel, dan peralatan yang digunakan membuatnya berbeda (Purnama dkk., 2020).

Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) adalah alat yang digunakan dalam metode analisis untuk mengidentifikasi unsur logam dan metalloid dalam darah. (Rosmiati dkk., 2022). Prinsip spektrofotometri adalah berdasarkan penyerapan cahaya dengan panjang gelombang tertentu oleh atom untuk menentukan konsentrasi dari suatu zat terlarut didalamnya. Atom-atom akan menyerap cahaya pada panjang gelombang yang tergantung pada sifat unsurnya. Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) merupakan metode yang selektif, spesifik, dan relatif murah untuk biaya analisisnya. Metode SSA memiliki banyak keuntungan dibandingkan dengan spektrofotometer konvensional, salah satunya adalah batas deteksi yang rendah, yang memungkinkan pengukuran unsur-unsur dalam larutan yang sama. Metode ini cukup efisien dan dapat diterapkan pada berbagai jenis unsur dengan rentang batas kadar penentuan luas (dari ppm hingga %) karena pengukurannya dilakukan secara langsung terhadap sampel dan outputnya dapat dibaca secara langsung. Namun, kelemahan SSA adalah kemampuannya untuk mengubah zat menjadi atom karena SSA tidak dapat menguraikan zat menjadi atom. Contohnya adalah pengaruh fosfat terhadap Ca dan pengaruh ionisasi, yang terjadi ketika atom tereksitasi (bukan hanya disosiasi) sehingga menghasilkan emisi (Wahab dkk., 2022).



Gambar 2. 2 Spektrofotometer serapan atom
(Sumber : Siswomirhadjo dkk,. 2024)

2. *Inductively Coupled Plasma Massa Spectrometry* (ICP-MS)

ICP-MS merupakan teknik yang digunakan untuk menganalisis unsur. Teknik ini diperkenalkan pada tahun 1983, keunggulan dari ICP-MS terdapat pada deteksi instrumennya yairu dibawah bagian per triliun dan rasio isotopnya dapat digunakan dengan mudah. ICP-MS menggunakan gas argon sebagai sumber plasma sehingga dapat menghasilkan keadaan ionisasi unsur-unsur.

Secara umum ICP-MS terdiri dari beberapa bagian seperti berikut :

a. Nebulizer dan ruang semprot
b. Lampu ICP dan kumparan RF
c. Sistem antar muka vakum
d. Sistema penghilangan interferensi
e. Optik ion
f. Filtrasi
g. Detektor dan sistema pengontrol data (Mostafa dkk., 2019).



Gambar 2. 3 ICP-MS
(Sumber : Mostafa dkk., 2019)

Prinsip ICP-MS Adalah sampel dimasukkan kedalam tabung plasma argon, kemudian akan berkabut, tersolvasi, dan akan diuapkan. Proses ionisasi dan disosiasi terjadi selama transit oleh inti plasma. Vakum pompa antarfase mengangkut ion-ion dari tabung pusat plsma kedalam spektrometer massa. Disana massa ion diidentifikasi berdasarkan massa mereka terhadap rasio muatan (Irvan, dkk. 2019.

3. *Thermo Scientific Indiko*

Fotometer adalah alat yang digunakan untuk analisis kimia klinis secara semi otomatis yang berfungsi untuk memberikan solusi yang tepat. Fotometer dapat melalukan berbagai pemeriksaan seperti tes hematologi, urinalisa, dan kimia darah. Alat fotometer ini memiliki 12 panjang gelombang yang dapat dikonfigurasi. Kelebihan dari fotometer yaitu mudah digunakan, analisisnya cepat, harga terjangkau, dan kemampuan

menganalisa yang memadai, sedangkan kelemahanya yaitu tidak cocok untuk semua jenis sampel dan rentang analisis yang terbatas (Andareas dkk., 2024).

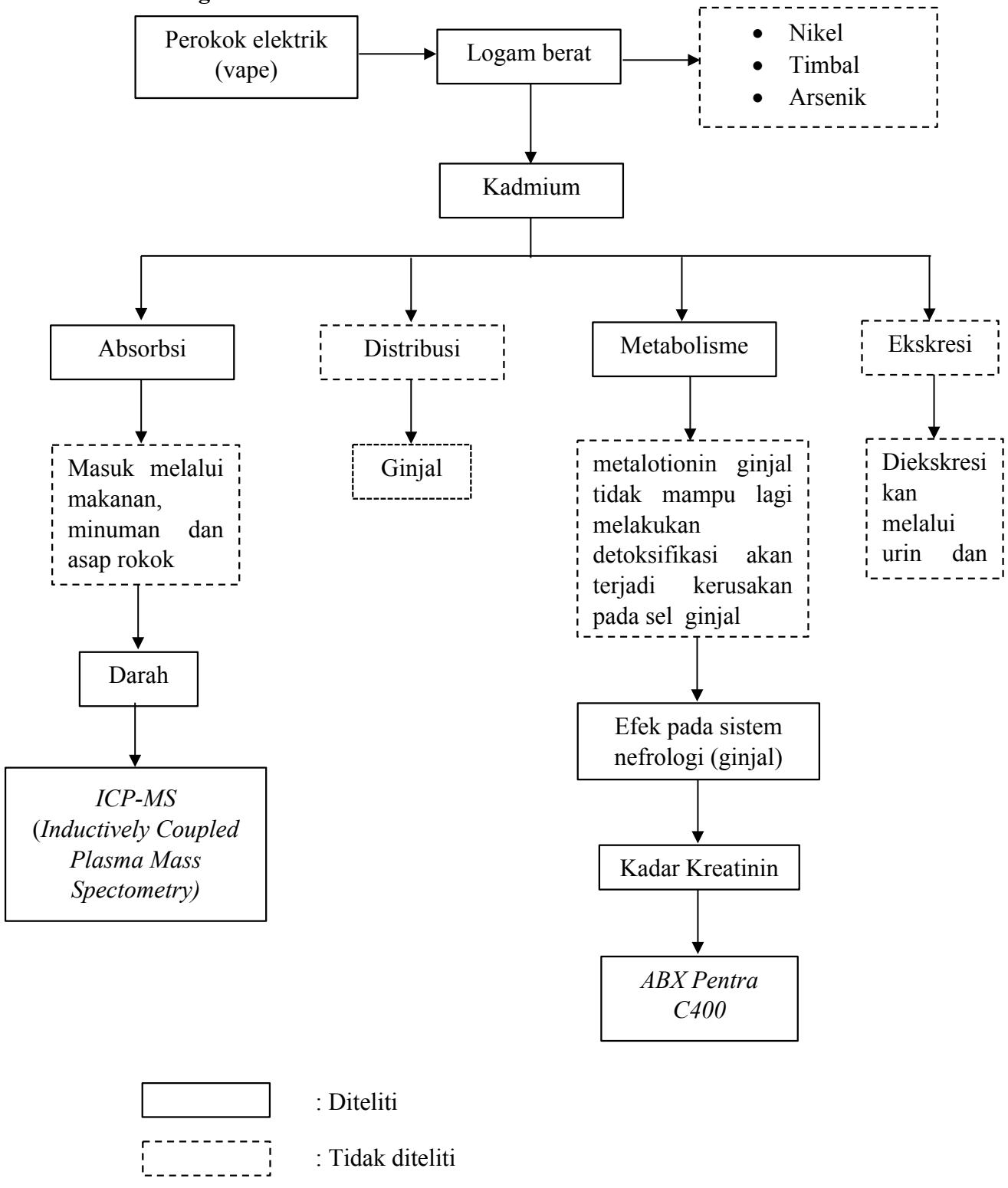
Metode *Jaffe Reaction* merupakan suatu metode yang berdasarkan reaksi antara kreatinin dengan asam pikrat membentuk senyawa kuning jingga dalam suasana basa, metode ini diukur menggunakan alat spektrofotometer. Pemeriksaan ini dapat menggunakan serum atau plasma yang telah dideproteinasi dan tanpa deproteinasi. Perbedaan kedua metode ini yaitu terdapat pada waktunya, yang mana untuk deproteinasi hanya membutuhkan waktu sekitar 30 menit sedangkan tanpa melakukan deproteinasi memrlukan waktu yang relatif singkat yaitu antara 2-3 menit (Nurfadilah dkk., 2024).

Dalam metode enzimatik, substrat dalam sampel bereaksi dengan enzim untuk membentuk senyawa enzim substrat. Prinsipnya adalah bahwa dalam lingkungan alkali, kreatinin dan asam pikrat akan bereaksi untuk membentuk senyawa kompleks berwarna kuning jingga. Intensitas warna yang dihasilkan sebanding dengan jumlah kreatinin dalam sampel. Laki-laki memiliki tingkat normal kretainin serum 0,6–1,1 mg/dL, sedangkan wanita memiliki tingkat normal 0,5–0,9 mg/dL (Natsir, 2023) .



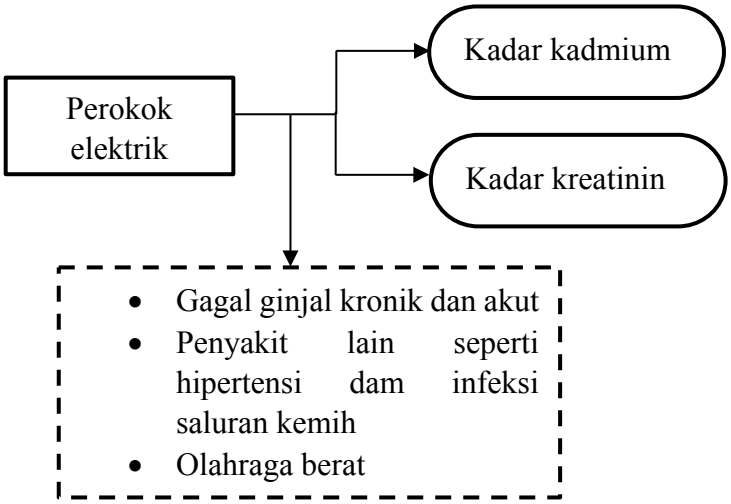
Gambar 2. 4 Alat *thermo scientific indiko*
(Sumber : Andareas, dkk., 2024)

G. Kerangka Teori



Gambar 2. 5 kerangka teori

H. Kerangka Konsep



Gambar 2. 6 Kerangka konsep

Keterangan :

: variable independent

: variabel dependent

: variabel perancu

I. Variable penelitian

1. Variable independent (bebas)

   Variable bebas dari penelitian ini adalah perokok elektrik

2. Variable dependen (terikat)

   Variable terikat dari penelitian ini adalah kadar kadmium dalam darah dan kadar kreatinin

3. Variabel perancu

   Variabel perancu penelitian ini adalah faktor yang dapat mempengaruhi hasil, seperti memiliki penyakit ginjal, memiliki riwayat penyakit hipertensi, dan melakukan olahraga berat yang membuat otot mengalami kerusakan sehingga dapat melepaskan kreatinin lebih banyak.

J. Definisi Operasional

1. Rokok elektrik adalah sebuah produk yang dapat menghasilkan aerosol setelah dipanaskan. Rokok elektrik memiliki berbagai jenis seperti *vape pod, vape mod, portable vape dan disposable vape*.
2. Kadmium (Cd) adalah logam berat yang terkandung dalan asap rokok sehingga membuat orang yang merokok ataupun yang terpapar akan membahayankan beberamasalah kesehatan. Nilai ambang batas kadmium dalam tubuh yaitu <5 µg/L.
3. Kreatinin adalah zat yang dihasilkan dari aktifitas otot. Kadar kreatinin yang terdapat dalam darah merupakan pemberitahuan mengenai fungsi ginjal. Nilai rujukan dari kreatin yaitu pada laki-laki 0,6-1,1 mg/dL pada wanita dan 0,5-0,9 mg/dL.
4. Darah lengkap (*Whole Blood*) adalah cairan yang mengandung sel darah dan plasma.
5. Serum adalah cairan yang berwarna bening kekuningan yang didapatkan dari darah yang telah dibekukan kemudian disentrifuge.

K. Hipotesis

1. Hipotesis (Ho) : tidak ada pengaruh signifikan paparan kadmium dalam darah perokok elektrik terhadap kadar kreatinin.
2. Hipotesis (H1) : ada pengaruh signifikan paparan kadmium dalam darah perokok elektrik terhadap kadar kreatinin.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian *Cross-Sectional* yaitu mengumpulkan data pada satu waktu untuk menilai variabel dari suatu kondisi tentang bagaimana cara mengukuran dan mengetahui kadar kadmium dan pengaruhnya terhadap kreatinin.

B. Waktu dan Tempat Penelitian

1. Waktu Penelitian

   Adapun waktu penelitian ini dilaksanakan pada bulan april-mei 2025.

2. Tempat Penelitian

   Untuk tempat penelitian dilakukan di Balai Besar Labolatorium Kesehatan Makassar (BBLKM), dan untuk pengambilan sampel dilaksanakan di wilayah Antang dan Bumi Tamalanrea Permai (BTP).

C. Populasi dan Sampel

1. Populasi

   Populasi dalam penelitian ini adalah pengguna rokok elektrik *(vape)* diwilayah Antang dan Bumi Tamalanrea Permai (BTP).

2. Sampel

   Sampel yang digunakan pada penelitian ini merupakan sampel darah (*whole blood* dan serum) yang diambil dari responden yaitu pengguna rokok elektrik *(vape)* diwilayah Antang dan BTP dan telah memenuhi kriteria

inklusi dan eksklusi. Jumlah sampel yang digunakan yaitu sebanyak 30 sampel dari responden yang merokok elektrik.

D. Kriteria Sampel

1. Kriteria inklusi
   a. Usia 19-25 tahun
   b. Lama merokok 6 tahun
   c. Laki-laki atau perempuan
2. Kriteria eksklusi
   a. Riwayat penyakit ginjal (penyakit ginjal kronis atau akut)
   b. Memiliki penyakit yang dapat mempengaruhi kadar kreatinin seperti hipertensi dan infeksi saluran kemih
   c. Sampel serum yang mengalami lipemik, ikterik, dan hemolisis

E. Teknik Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik *purposive sampling* dari populasi perokok elektrik disekitar wilayah antang dan Bumi Tamalanrea Permai (BTP). Sampel diperoleh dengan cara memberikan pertanyaan dengan kuisioner.

F. Instrument Penelitian

a. Alat

Alat yang akan digunakan untuk penelitian ini antara lain alat instrumen berupa, *ICP-MS,* pentra 400 *,* gelas ukur, gelas kimia, pipet tetes, labu destruksi, spoit, tabung darah EDTA, corong, kertas saring, tabung vakum tutup merah, torniquet, mikropipet 500 µl*,* dan sentrifuge.

b. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu sampel darah, larutan HNO_3 pekat, aquadest, alkohol swab, parafilm, tip biru, larutan standar kadmium, reagen ABX Pentra C400 dan reagen kreatinin

G. Prosedur Kerja Penelitian

1. Prosedur kerja Analisi Kadar Kadmium (Cd)

   a. Pengambilan sampel darah

   Pengambilan darah dilakukan dengan cara yaitu disiapakan terlebih dahulu alat dan bahan yang akan digunakan, kemudian dilakukan Teknik pengambilan sampel darah vena dengan menggunakan jarum suntik (spoit) yang steril dan setelah dilakukan pengambilan darah dimasukkan darah kedalam tabung EDTA. Jumlah sampel darah vena yang dibutuhkan yaitu sekitar 0,5 mL. Sampel darah ini dapat bertahan hingga 3 minggu dengan cara disimpan pada suhu 40°C.

   b. Proses Destruksi

   Dalam proses ini pertama dipipet 0,5 µl darah kedalam labu destruksi dan ditambahkan dengan 5 ml HNO_3 pekat proses ini dilakukan didalam lemari asam kemudian ditambahkan dengan aquadest sebanyak 50 ml dan dipanaskan atau didestruksi sampai campuran dari larutan tersebut akan berubah menjadi larutan yang jernih.

c. Pembuatan Larutan $Cd(NO_3)_2$

1) Larutan induk 1000 ppm

Pembuatan larutan induk pertama-tama disiapkan bahan yang akan digunakan yaitu kadmium nitrat $Cd(NO_3)_2$, aquadest, neraca analitik, gelas kimia, labu uku dan tabung reaksi. Tahap selanjutnya ditimbang 0,4755 gram kadmium nitrat, lalu masukkan kedalam gelas kimia dan ditambahkan dengan 100 ml aquadest kemudian dipindahkan kedalam labu ukur 1000 ml dan ditambahkan aquadest sampai batas.

2) Larutan standar $Cd(NO_3)_2$ 10 ppb, 50 ppb, 100 ppb, 150 ppb, 200 ppb, 500 ppb

a) Pembuatan larutan standar 10 ppb

Dipipet larutan standar 1 ppm sebanyak 1 ml lalu dimasukkan kedalam labu ukur 100 ml dan ditambahakan dengan aquades sampai tanda batas.

b) Pembuatan larutan standar 50 ppb

Dipipet larutan standar 1 ppm sebanyak 5 ml lalu dimasukkan kedalam labu ukur 100 ml dan ditambahakan dengan aquades sampai tanda batas.

c) Pembuatan larutan standar 100 ppb

Dipipet larutan standar 1 ppm sebanyak 10 ml lalu dimasukkan kedalam labu ukur 100 ml dan ditambahakan dengan aquades sampai tanda batas.

d) Pembuatan larutan standar 150 ppb

Dipipet larutan standar 1 ppm sebanyak 15 ml lalu dimasukkan kedalam labu ukur 100 ml dan ditambahakan dengan aquades sampai tanda batas.

e) Pembuatan larutan standar 200 ppb

Dipipet larutan standar 1 ppm sebanyak 20 ml lalu dimasukkan kedalam labu ukur 100 ml dan ditambahakan dengan aquades sampai tanda batas.

f) Pembuatan larutan standar 500 ppb

Dipipet larutan standar 1 ppm sebanyak 50 ml lalu dimasukkan kedalam labu ukur 100 ml dan ditambahakan dengan aquades sampai tanda batas.

d. Pengukuran larutan standar dan sampel menggunakan *ICP-MS*

Pengukuran larutan standar menggunakan *ICP-MS* pertama ditentukan terlebih dahulu panjang gelombang yang diinginkan yaitu 226,5 nm untuk logam Cd. Panjang gelombang yang didapatkan dari kurva absorbansi maksimum ini akan digunakan untuk mengukur kadar kadmium (Cd) pada sampel. Lalu untuk pemeriksaan sampel dipindahkan kedalam tabung reaksi dan di análisis menggunakan *ICP-MS*.

2. Prosedur kerja Kreatinin

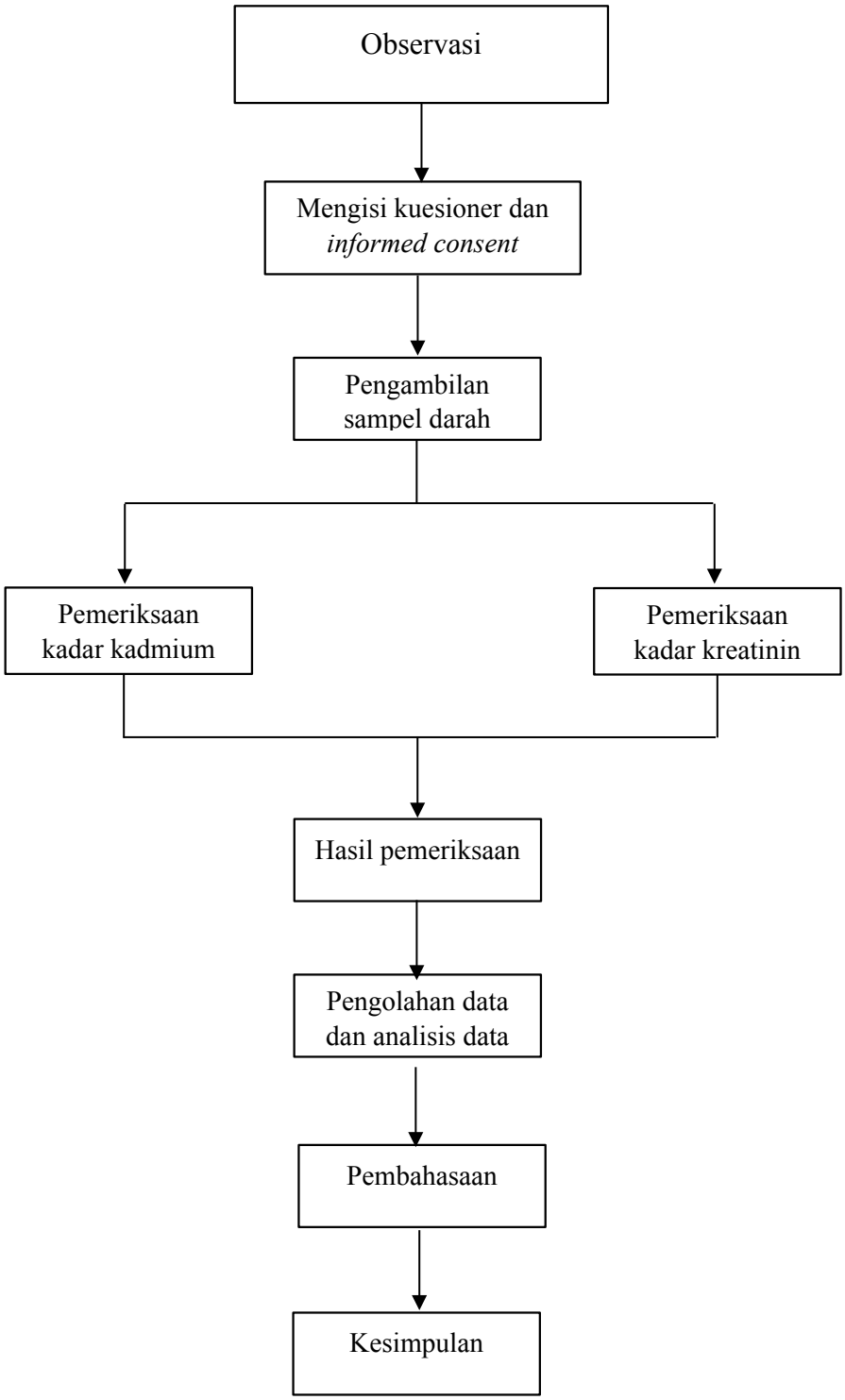
a. Pengambilan sampel darah

Pengambilan sampel darah terlebih dahulu disiapkan alat dan bahan, setelah itu dilakukan wawancara untuk mengisi kuisioner dan selanjutnya dilakukan pengisian *informed consent* pada responden. Kemudian dipasangkan tourniqet dan didesinfeksi terlebih dahulu area yang akan diambil darahnya. Selanjutnya diambil darah pasien sebanyak 3 ml dan masukkan kedalam tabung vakum tutup warna merah. Setelah itu sampel darah tadi didiamkan terlebih dahulu. Kemudian sampel tadi dimasukkan kedalam sentrifuge dengan kecepatan 3000 rpm selama 15 menit. Selanjutnya cairan yang ada pada bagian atas (serum) dipipet dan dipindahkan kedalam cup sampel yang telah disediakan.

b. Pemeriksaan sampel menggunakan alat *ABX Pentra C 400*

Setelah dilakukan pengambilan sampel darah dan diubah darah menjadi serum dengan menggunakan sentrifuge, sampel akan diperiksa menggunakan alat *ABX Pentra C 400* . Sampel yang telah disentrifuge dimasukkan kedalam cup sampel sebanyak 500 µl, kemudian sampel ditempatkan sesuai dengan posisi yang telah diinput didalam alat. Setelah itu diklik ‘start’ dan alat akan secara otomatis menganalisa.

H. Alur kerja



Gambar 3. 1 Alur penelitian

I. Teknik Pengumpulan Data

Pada penelitian ini dilakukan Teknik pengumpulan data berupa teknik pengumpulan data primer, yang mana pengumpulan data dilakukan secara langsung. Teknik pengumpulan data primer, seperti wawancara, mengisi kuisioner, dan melakukan analisis sampel darah.

J. Analisis Data

Pada penelitian ini analisis data yang digunakan yaitu menggunakan uji statistik berupa uji *Shapiro-wilk* yaitu metode yang digunakan untuk uji normalitas distribusi data. Setalah dilakukan uji normalitas data selanjutnya dilakukan uji korelasi untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh kadar kadmium terhadap kadar kreatinin dengan menggunakan dilakukan uji *spearman* karena data tidak terdistibusi normal.

K. Etika Penelitian

Sangat penting untuk mengikuti etika penelitian untuk memastikan bahwa penelitian dilakukan dengan menghormati hak dan privasi dari pasien. Penelitian ini menggunakan sampel darah, oleh karena itu calon peneliti wajib menaati kode etik dalam penelitian sebagai berikut :

1. *Informed Consent*

   Sebelum responden diminta untuk menjadi subjek penelitian, calon peneliti wajib mengajukan lembar persetujuan kepada responden yang menyatakan bahwa mereka bersedia menjadi subjek penelitian. Responden yang akan dijadikan subjek penelitian adalah mahasiswa DIV Teknologi Laboratorium Medis yang merokok menggunakan rokok elektrik.

2. Tanpa nama (*Anonymity*)

   Responden yang bersedia menjadi subjek penelitian, maka nama dari responden tidak akan dicantumkan karena calon peneliti akan menghargai hak dan kerahasiaan responden.

3. Kerahasiaan (*Confidentiality*)

   Data yang didapatkan dari responden tidak akan diinformasikan berdasarkan data individual, namun akan dilaporkan berupa data kelompok dan tidak akan disalah gunakan, serta penelitian yang akan dilakukan oleh calon peneliti tidak akn merugikan pihak manapun yang terlibat secara langsung ataupun tidak secara langsung.

4. Sukarela

   Responden yang menjadi subjek penelitian harus bersifat sukarela dan tidak ada unsur paksaan atau tekanan secara langsung maupun tidak langsung dari calon peneliti.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Pada penelitian ini telah dilakukan penelitian pengaruh kadar kadmium terhadap kadar kreatinin dalam darah perokok elektrik (*vape*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kadar timbal terhadap kadar kreatinin dalam darah perokok elektrik (*vape*) dengan menggunakan alat *Inductively Coupled Plasma Massa Spectrometry* (ICP-MS) untuk pemeriksaan logam kadmium dan alat ABX Pentra C400, untuk jumlah sampel yang dianalisis pada peneltian ini sebanyak 30 sampel. Penelitian ini dilakukan di Balai Besar Laboratorium Kesehatan (BBLK). Adapun karakteristik responden penelitian dapat dilihat pada tabel 4.1.

1. Karakteristik Responden Penelitian

Tabel 4. 1 Karakteristik responden penelitian

Karakteristik	Kategori	N	%
Umur	20-23	21	70
	24-26	9	30
Total		30	100
Lama merokok	6	15	50
	7	9	30
	8	6	20
Total		30	100

Berdasarkan tabel 4. 1 karakteristik responden penelitian ini melibatkan sebanyak 30 responden perokok elektrik (*Vape*). Ditinjau berdasarkan umur, reponden berada pada 2 kelompok umur yaitu 20-23 tahun sebanyak 70% dan kelompok umur 24-26 sebanyak 9 orang 30%. Jika dilihat berdasarkan lama merokok elektrik (*Vape)* didapatkan responden

yang telah merokok vape selama 6 tahun sebanyak 15 orang dengan persentase 50% dan responden yang merokok selama 7 tahun berjumlah 9 orang dengan persentase 30% dan responden yang merokok 8 tahun dengan persentase 20% sebanyak 6 orang.

2. Hasil Pengukuran Logam Kadmium (Cd)

Tabel 4. 2 Hasil pengukuran kadar logam kadmium (Cd) dalam darah perokok elektrik

Kode sampel	Kadar kadmium mg/L	Ket	Kode sampel	Kadar kadmium mg/L	Ket
1	0,0035	Dibawah NAB	16	0,0046	Dibawah NAB
2	-0,0009	Dibawah NAB	17	0,0006	Dibawah NAB
3	-0,0002	Dibawah NAB	18	0,0041	Dibawah NAB
4	-0,0017	Dibawah NAB	19	0,0054	Diatas NAB
5	-0,0005	Dibawah NAB	20	0,0070	Diatas NAB
6	-0,0012	Dibawah NAB	21	0,0036	Dibawah NAB
7	-0,0015	Dibawah NAB	22	0,0055	Diatas NAB
8	-0,0020	Dibawah NAB	23	0,0053	Diatas NAB
9	-0,0029	Dibawah NAB	24	-0,0006	Dibawah NAB
10	-0,0007	Dibawah NAB	25	0,0046	Dibawah NAB
11	-0,0023	Dibawah NAB	26	-0,0011	Dibawah NAB
12	-0,0010	Dibawah NAB	27	0,0039	Dibawah NAB
13	0,0062	Diatas NAB	28	0,0001	Dibawah NAB
14	-0,0020	Dibawah NAB	29	0,0010	Dibawah NAB

15	0,0022	Dibawah NAB	30	0,0045	Dibawah NAB

Ket : Nilai ambang batas (Cd) (OSHA) : < 5 µg/L = <0,005 mg/L

Berdasarkan tabel 4.2 hasil pengukuran kadar kadmium (Cd) didapatkan bahwa dari 30 responden perokok elektrik, Sebagian besar memiliki kadar kadmium dibawah nilai ambang batas (NAB) yaitu menurut OSHA NAB kadmium adalah <0,005 mg/L. namun demikian, terdapat 5 responden dengan kadar kadmium yang diatas nilai ambang batas yaitu pada reponden dengan kode sampel 13 adalah 0,0062 mg/L, responden dengan kode sampel 19 yaitu 0,0054 mg/L, responden dengan kode sampel 30 dengan kadar kadmium 0,0070, pada responden dengan kode sampel 22 yaitu 0,0055 mg/L dan pada kode responden dengan kode sampel 23 yaitu 0,0053 mg/L.

3. Hasil Pemeriksaan Kreatinin

Tabel 4. 3 Hasil pemeriksaan kadar kreatinin pada perokok elektrik

Kode sampel	Kadar kreatinin (mg/dL)	Ket	Kode sampel	Kadar kreatinin (mg/dL)	Ket
1	0.8	Normal	16	1.0	Normal
2	0.7	Normal	17	1.2	Normal
3	0.9	Normal	18	1.0	Normal
4	0.9	Normal	19	1.3	Meningkat
5	1.2	Normal	20	1.1	Normal
6	0.8	Normal	21	1.1	Normal
7	0.9	Normal	22	1.1	Normal
8	1.2	Normal	23	0.9	Normal
9	0.9	Normal	24	1.0	Normal
10	1.1	Normal	25	1.3	Meningkat
11	1.1	Normal	26	1.2	Normal
12	0.9	Normal	27	1.0	Normal
13	0.8	Normal	28	1.4	Meningkat
14	0.8	Normal	29	1.2	Normal
15	1.2	Normal	30	1.1	Normal

Ket : Nilai rujukan : 0.6-1.2 mg/dL (sumber : BBLabKesmas)

Berdasarkan tabel 4.4 hasil pemeriksaan kadar kreatinin pada perokok elektrik yang dilakukan pada 30 responden didapatkan hasil 27 orang normal dan terdapat 3 responden dengan kadar kreatinin meningkat yaitu 1.3 mg/dL pada reponden dengan kode sampel 19, 25 dan 1.4 mg/dL pada responden dengan kode sampel 28.

Tabel 4. 4 Distribusi kadar kadmium (Cd) dengan kadar kreatinin pada perokok elektrik

Variabel	Rerata	Min	Max
Kadar kadmium	0.001450	-0.0002	0.0070
Kadar kreatinin	1.037	0.7	1.4

Berdasarkan tabel 4.5 distribusi kadar kadmium (Cd) dengan kadar kreatin pada perokok elektrik yaitu didapatkan nilai minimal dari kadar kadmium yaitu -0.0002 mg/L dan maksimal 0.0070 mg/L dengan rata-rata 0.001450 mg/L dan untuk kadar kreatinin didapatkan minimal 0.7 mg/dL dan maximal 1.4 mg/dL dengan rata-rata 1.037 mg/dL.

4. Analisis pengaruh kadar kadmium (Cd) terhadap kadar kreatinin dalam darah perokok elektrik

Tabel 4. 5 Uji normalitas *Shapiro wilk* sampel penelitian

Variabel	N	*P*	Ket
Kadar kadmium (Cd)	30	0,009	Tidak terdistribusi normal
Kadar kreatinin	30	0,269	Terdistribusi normal

Berdasarkan tabel 4.6 uji normalitas sampel penelitian menggunakan uji *shapiro-wilk* bahwa nilai signifikan dari kadar kadmium (Cd) diperoleh hasil p = 0,009 atau <0,05 sehingga dinyatakan bahwa kadar kadmium tidak terdistribusi secara normal sedangkan pada kadar kreatinin

nilai signifikan menunjukkan hasil p = 0,269 atau >0,05 sehingga dapat diartikan bahwa kadar kreatinin terdistribusi secara normal. Berdasarkan hasil dari uji normalitas maka selanjutnya dilakukan uji korelasi menggunakan uji *spearman*.

Tabel 4. 6 Analisis korelasi kadar kadmium (Cd) dengan kreatinin

Variabel	*P*	*R*
Kadar kadmium (Cd) dengan kreatinin	0.255	0.215

Berdasarkan tabel 4.7 analisis korelasi kadar kadmium dengan kreatinin menggunakan uji *Spearman* didapatkan nilai p=0.255 dan nilai R=0.215 atau lebih besar dari 0.05 sehingga dapat diartikan bahwa hasil yang didapatkan tidak terdapat hubungan yang bermakna antara kadar kadmium dan kadar kreatinin dalam darah perokok elektrik.

B. Pembahasan

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh dari kadar kadmium (Cd) dengan kadar kreatinin dalam darah pererokok elektrik (*vape*). Pada rokok elektrik paparan kadmium berasal dari komponen logam dalam perangkat vape, seperti kumparan pemanas (coil), solder, dan liquid yang terpapar kadmium. Ketika perangkat vape dipanaskan, partikel logam kan dapat terikut menguap sebagai aerosol dan masuk kedalam tubuh pengguna (Stratton., 2018).

Dari hasil penelitian yang didapatkan pada tabel 4.1 distribusi responden berdasarkan umur didapatkan presentase 70% untuk kelompok umur 20-23 berjumlah 21 orang dan didapatkan presentase 30% pada kelompok umur 24-26 yang berjumlah 9 orang. Umur responden yang merokok rokok elektrik

biasanya berkisaran dari umur 15-40 tahun. Hasil yang telah didapatkan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Purba & Permatasari., (2021), menyatakan bahwa presentase tertinggi terdapat pada usia 21 tahun dengan jumlah presentase 19%, pada kelompok usia 22-24 dengan persentase 11% dan pada usia 25 tahun dengan persentase 10%. Usia merupakan salah satu faktor yang berhubungan dengan kadar kadmium (Cd) dalam tubuh. Hal ini dikarenakan pada usia remaja umumnya tubuh lebih peka terhadap aktivitas kadmium, hal ini berkaitan dengan perkembangan organ dan fungsinya yang sempurna dan kekebalan tubuhnya belum menurun. Seiring dengan bertambahnya umur manusia, fungsi organ ginjal akan menurun sehingga efisiensi pembuangan kadmium akan berkurang menyebabkan peningkatan kadar kadmium dalam darah.

Berdasarkan distribusi responden berdasarkan lama merokok pada perokok elektrik didapatkan hasil 15 orang merokok selama 6 tahun dengan persentase 50%, selanjutnya responden dengan lama merokok 7 tahun dengan persentase 30% sebanyak 9 orang dan dengan persentase 20% sebanyak 6 orang yang merokok selama 8 tahun. Hal ini sejalan dengan penelitian Nurdianto & Wimpy., (2022), kadar kadmium dalam darah meningkat menjadi 0,7 g/L selama 6 tahun penggunaan rokok elektrik, 0,3 g/L selama 7 tahun, dan 0,2 g/L selama 8 tahun.

Berdasarkan tabel 4.2 hasil penelitian kadar kadmium pada perokok elektrik ditemukan 5 responden dengan kadar kadmium yang diatas nilai ambang batas menurut OSHA yaitu 0,005 mg/L. Pada respon dengan kode sampel 13 adalah

0,0062 mg/L, responden dengan kode sampel 19 yaitu 0,0054 mg/L, responden dengan kode sampel 20 dengan kadar kadmium 0,0070, pada responden dengan kode sampel 22 yaitu 0,0055 mg/L dan pada kode responden dengan kode sampel 23 yaitu 0,0053 mg/L. Responden dengan kode sampel 20 adalah responden yang memiliki kadar kadmium yang paling tinggi, hal ini dikarenakan responden telah merokok selama 7 tahun dengan frekuensi merokok lebih dari 10 kali dalam sehari. Peningkatan kadar kadmium ini disebabkan oleh Riwayat lama terpaparnya kadmium, sehingga responden yang terpapar kadmium dalam jangka panjang cenderung menunjukkan kadar kadmium tinggi. Faktor lain yang dapat menyebabkan kadar kadmium dalam tubuh meningkat seperti mengonsumsi air minum yang terdapat didaerah pertambangan yang mengandung kadmium, dan faktor lingkungan juga dapat menyebabkan kadar kadmium meningkat seperti bekerja di area pabrik baterai, peleburan logam, industri cat atau plastik. Penelitian yang dilakukan oleh Nurdianto & Wimpy., (2022), menunjukkan hasil bahwa kadar kadmium di dalam darah perokok elektrik berada dibawah nilai ambang batas berkisaran 0,0001 mg/L-0,0016 mg/L . dan logam berat kadmium akan terakumulasi lebih banyak didalam aliran darah. Hal ini membuktikan bahwa merokok elektrik tetap memiliki resiko karena kadmium bersifat akumulatif, sehingga ketika digunakan dalam jangka panjang akan berpotensi menimbulkan dampak kesehatan.

Berdasarkan tabel 4.3 hasil pemeriksaan kreatinin pada pengguna rokok elektrik, terdapat 3 responden dengan kadar kreatinin meningkat yaitu pada

responden dengan kode sampel 19 dengan kadar kreatinin 1,3 mg/dL, pada responden dengan kode sampel 25 kadar kreatininnya 1,3 mg/dL dan pada kode sampel 28 dengan kadar kreatinin tertinggi yaitu 1,4 mg/dL. Pada responden dengan kode sampel yang merupakan responden dengan kadar kreatinin tertinggi namun kadar kadmiumnya normal hal ini mungkin disebabkan oleh responden yang sering mengonsumsi daging dan melakukan aktifitas fisik yang berlebihan seperti olahrga yang berat. Kreatin diubah menjadi kreatinin ketika otot menggunakan energi yang menyebabkan peningkatan laju konversi kreatin menjadi kreatinin. Dalam penelitian ini didapatkan kadar kadmium meningkat dan kadar kreatinin juga meningkat yaitu pada responden dengan kode sampel 19 dikarenakan kadmium diketahui bersifat nefrotoksik yang menargetkan tubulus proksimal ginjal sehingga terjadi kerusakan ginjal yang ditandai dengan terjadi peningktan kreatinin. Selain logam kadmium, dalam rokok elektrik juga mengandung nikotin dan senyawa lain yang memiliki potensi nefrotoksik. Nikotin ini dapat meningkatkan tekanan darah yang mana ini berkontribusi terhadap kerusakan pada ginjal.

Berdasarkan hasil analisis menggunakan SPSS untuk uji normalitas data dengan menggunakan uji *Shapiro-Wilk* menyatakan bahwa nilai signifikan dari kadmium (Cd) diperoleh hasil p=0,009 atau <0,05 sehingga dinyatakan bahwa kadar kadmium tidak terdistribusi secara normal, namun kadar kreatinin terdistribusi secara normal yang mana menunjukkan nilai signifikan p=0,269 atau >0,05. Setelah dilakukan uji normalitas dan didapatkan hasil analisis tidak terdistribusi dengan normal maka selanjutnya dilakukan analisis kolerasi kadar

kadmium dan kadar kreatinin dengan menggunakan uji *Spearman* didapatkan nilai *p*=0,255 dan r=0,215 yaitu lebih besar dari 0,05 menandakan tidak terdapat pengaruh yang spesifik dari kadar kadmium terhadap kadar kreatinin yang berarti hipotesis Ho diterima. Hal ini sejalan dengan penelitian Ayuda, dkk., (2019), yang menyatakan bahwa korelasi antara kadmium dan kreatinin didapatkan nilai p=0,363 atau p>0,05 yang menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara kadmium dan kreatinin dalam darah.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian pengaruh kadar kreatinin terhadap kadar kreatinin dalam darah perokok elektrik (*vape)* ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Kadar kadmium dalam darah perokok elektrik dengan nilai tertinggi 0,0070 mg/L dan -0,0005 nilai terendah yang mana kadar ini masih tergolong normal karena nilai ambang batas dari kadmium yaitu 0,005mg/L.
2. Kadar kreatinin perokok elektrik tertinggi 1,4 mg/dL karena nilai rujukan dari kadar kreatinin adalah 0,6-1,2 mg/dL.
3. Tidak terdapat pengaruh kadar kadmium terhadap kadar kreatinin dalam darah perokok elektrik (*vape*) dengan nilai $p > 0,05$.

B. Saran

Adapun saran dalam penelitian ini yaitu untuk penelitian berikutnya dilakukan pemeriksaan pada logam berat yang lain seperti nikel, kromium, mangan, dan timbal, dan untuk jumlah sampel ditambahkan agar hasilnya signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

Adhani, R., & Husain. (2017). *Logam Berat Sekitar Manusia.* Banjarmasin: Lambung Mangkurat University Press.

Amalia, R. O., Yusneli, Y., Siregar, S. S., Febriyani, E., & Syailendra, A. (2023). Gambaran Kadar Kreatinin Pada Penderita Hipertensi Di Rumah Sakit Islam Siti Khadijah Palembang. *Journal Of Medical Laboratory And Science*, *3*(2), 48–59.

Ambarwati, N. F., Sinaga, E. M., & Rajagukguk, T. (2020). Analisa Perbandingan Kadar Logam Cadmium Pada Perokok Aktif Dan Perokok Pasif Di Desa Ujung Bandar Kecamatan Barus Jahe Kabupaten Karo. *Jurnal Kimia Saintek Dan Pendidikan*, *4*(2), 7–8.

Amilussolihati, O., Lestari, I., & Rahayuningsih, C. (2021). Analisis Kadar Kadmium (Cd) Dengan Pemeriksaan Faal Ginjal Sebagai Indikasi Kerusakan Ginjal Pada Pekerja Operator Spbu Di Wilayah Surabaya Utara. *Jurnal Analis Kesehatan Sains*, *8*(1), 1–7.

Andareas, P., Renjaan, J. A., Lukwaka, E. M., & Simbolon, I. P. (2024). Perbandingan Hasil Analisis Kadar Glukosa Darah, Asam Urat Dan Kolesterol Total Menggunakan Spektrofotometer Uv-Vis Dan Fotometer. *Prosiding Asosiasi Institusi Pendidikan Tinggi Teknologi Laboratorium Medik Indonesia*, *3*, 327–334.

Bhalerao, A., Sivandzade, F., Archie, S. R., & Cucullo, L. (2019). Public Health Policies On E-Cigarettes. *Current Cardiology Reports*, *21*(10), 1–6.

Charkiewicz, A. E., Omeljaniuk, W. J., Nowak, K., Garley, M., & Nikliński, J. (2023). Cadmium Toxicity And Health Effects—A Brief Summary. *Molecules*, 28(18). 2-6.

Dewi, C. H. (2020). Perbedaan Kadar Kadmium (Cd) Dalam Darah Dan Tekanan Darah Pada Pengelas Dan Non Pengelas Di Pt. X Surabaya. *Jurnal Wiyata*, *7*(2), 111–113.

Febrianti, D. K., Zaetun, S., Bagus, I., Wiadnya, R., & Getas, W. (2023). The Relationship Of Serum Creatinine Levels And Urine Creatinine In Workers In Penimbung Village. Dalam *Jilts) Journal Of Indonesias Laboratory Technology Of Student (Jilts)* 2(1), 91-97.

Hadi, M. I., Agustina, E., Andiarna, F., Nadlir, N., & Munir, M. (2019). Pengaruh Kompleks Linier Alkyl Benzene Sulfonate (Las) Dan Kadmium (Cd) Terhadap Peningkatan Akumulasi, Absorbsi Dan Toksisitas Kadmium (Cd) Pada Cyprinus Carpio L. *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*, *4*(2), 28–35.

Hayati, D. N., Kristina, S. A., & Prabandari, Y. S. (2020). Gambaran Ketergantungan Nikotin Pada Rokok Elektronik/Vape Dikalangan Mahasiswa Yogyakarta. *Majalah Farmaseutik*, *16*(2), 170.

Huidobro, J. P., Tagle, R., & Guzmán, A. M. (2018). Creatinina Y Su Uso Para La Estimación De La Velocidad De Filtración Glomerular. *Revista Médica De Chile*, *146*(3), 344–350.

Hutapea, D. S. M., & Fasya, T. K. (2021). Rokok Elektrik (Vape) Sebagai Gaya Hidup Perokok Masa Kini Di Kota Lhokseumawe. *Jurnal Ilmu Sosial Dan Ilmu Politik Malikussaleh (Jspm)*, *2*(1), 92–108.

Jain, R. B. (2019). Concentrations Of Cadmium, Lead, And Mercury In Blood Among Us Cigarettes, Cigars, Electronic Cigarettes, And Dual Cigarette-E-Cigarette Users. *Environmental Pollution*, *251*, 970–974.

Kaban, P. B. (2022). *Analisis Kadar Kreatinin Pada Pasien Gagal Ginjal Kronik Pre Dan Post Hemodilalisa Dirumah Sakit Santa Elisabeth Medan Tahun 2022*. Medan: Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Santa Elisabeth.

Kumboyono, & Wiahstuti, T. (2022). *Peran Rokok Dalam Patomekanisme Penyakit Kardiovaskuler.* Malang: Ub Press.

Lathifah, Q. A., Hermawati, A. H., & Kurniawati, D. F. R. (2023). Cadmium Levels In The Urine Of Cigarette Smokers In Bangoan Village, Tulungagung District. *Edubiotik : Jurnal Pendidikan, Biologi Dan Terapan*, *8*(01), 44–49.

Mayaserli, D., & Rahayu, J. (2018). Perbandingan Kadar Logam Kadmium (Cd) Dalam Urin Perokok Aktif Dan Pasif Di Terminal Kota Padang. *Jurnal Kesehatan Perintis* , *5*(1), 75–81.

Nafiisah, N., Laksana, A. S. D., & Mulyanto, J. (2020a). Correlations Of Cadmium Exposure With The Ureum And Creatinine Serum Levels In Baturaden Ornamental Plant Farmers. *Biomedika*, *12*(2), 79–84.

Natsir, R. M. (2023). *Buku Ajar Kimia Klinik 1.* Yogyakarta: Selat Media Patners.

Nugraha, G. (2022). *Teknik Pengambilan Dan Penagan Spesimen Darah Vena Manusia Untuk Penelitian.* Jakarta: Lipi Press.

Nurdianto, S., & Wimpy. (2022). Perbandingan Kadar Kadmium (Cd 2+) Dalam Darah Antara Pengguna Rokok Elektrik Metode Direct To Lung Dan Metode Mouth To Lung Pada Komunitas Vapor Di Kota Bandar Lampung Sefri Nurdianto, Wimpy. *Jurnal Analis Kesehatan* 11(2), 64-70.

Nurfadilah, L., Arwie, D., & Muriyati. (2024). Gambaran Kadar Kreatinin Darah Pada Penderita Jantung Koroner Berdasarkan Jenis Kelamin Metode Jaffe

Reaction Di Rsud H.A Sulthan Daeng Radja Kab. Bulukumba Tahun 2022. *Journal Of Pharmacy, Medical And Health Science*, *5*(1), 13–20.

Priyanto, I., Budiwiyono, I., & Suci, N. (2018). Hubungan Kadar Kreatinin Dengan Formula Huge (Hematocrit, Urea, Gender) Pada Pasien Penyakit Ginjal Kronik. *Media Medika Muda*, *3*(2), 1–6.

Purnama, R. C., Retnaningsih, A., & Putri, H. R. (2020). Penetapan Kadar Timah (Sn) Pada Susu Kemasan Kaleng Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (Ssa). *Jurnal Analis Farmasi*, *5*(1), 51–58.

Puspodewi, D., Faizal, I. A., & Kusumawati, D. D. (2021). Profil Kreatinin Untuk Skrining Penyakit Ginjal Kronis (Pgk) Pada Karyawan Stikes Al-Irsyad Al-Islamiyyah Cilacap. *Pharmaqueous: Jurnal Ilmiah Kefarmasian*, *3*(2), 17–20.

Rachmad, B., & Setyawati, R. (2023). Gambaran Kadar Kreatinin Dan Ureum Pada Penderita Diabetes Mellitus. *Jurnal Medical Laboratory* , *2*(2), 38–45.

Rahimzadeh, M. R., Rahimzadeh, M. R., Kazemi, S., & Moghadamnia, A. A. (2017). Cadmium Toxicity And Treatment: An Update. *Caspian Journal Of Internal Medicine*, 8(3),135-145.

Rosmiati, K., Lasmini, T., Kurnia Hikmatul Adha, S., Purba, Y., Rahmawati, R., Kesehatan, A., & Kesehatan John Paul, A. (2022). Perbandingan Kadar Logam Kadmium (Cd) Pada Urin Perokok Aktif Dan Perokok Pasif Di Desa Air Emas, *Jurnal Saintek,* 11(2), 70-77.

Rusman, & Efrozal (Ed.). (2019). *Logam Berat, Penyebab Dan Penanggulangannya*. Jawa Timur: Uwais Inspirasi Indonesia.

Santoso, S., Lestari, S., Prayoga, L., Kamsinah, K., & Rochmatino, R. (2019a). Efek Paparan Kadmium (Cd) Terhadap Fungsi Ginjal Pekerja Bengkel Las. *Kesmas Indonesia*, *11*(1), 1–8.

Santoso, S., Lestari, S., Prayoga, L., Kamsinah, K., & Rochmatino, R. (2019b). Efek Paparan Kadmium (Cd) Terhadap Fungsi Ginjal Pekerja Bengkel Las. *Kesmas Indonesia*, *11*(1), 1–8.

Santoso, U., Setyaningsih, W., Ningrum, A., & Ardhi, A. (2021). *Analisis Pangan*. Yogyakarta: Ugm Press.

Siregar, N. R., Rismawany, P., Azzahra, S., & Sari, Y. (2024a). Kajian Bahan Kimia Berbahaya Pada Rokok Elektrik Serta Dampaknya Pada Kesehatan. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin Terpadu*, *8*(6), 553–570.

Siregar, N. R., Rismawany, P., Azzahra, S., & Sari, Y. (2024b). Kajian Bahan Kimia Berbahaya Pada Rokok Elektrik Serta Dampaknya Pada Kesehatan. Dalam *Jurnal Ilmiah Multidisiplin Terpadu* 8(6), 553-570.

Siswomihardjo, W., Widjijono, Sunarintyas, S., & Hadriyanto, W. (2024). *Pengujian Dalam Pengembangan Bahan Polimer Kedokteran Gigi.* Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Stratton, K. R. ., Kwan, L. Y. ., & Eaton, D. L. . (2018). *Public Health Consequences Of E-Cigarettes*. National Academies Press.

Sugito, & Marliyana, S. (2021). Uji Performa Spektrofotometer Serapan Atom Thermo Ice 3000 Terhadap Logam Pb Menggunakan Crm 500 Dan Crm 697 Di Upt Laboratorium Terpadu Uns. *Journal Of Laboratory Issn*, 4(2), 67-68.

Wahab, A. R. B. Z., Makmur, K., & Fakhruddin, A. (2022). Analisis Deteksi Logam Berat (Pb) Pada Sampel Pangan Segar Asal Tumbuhan (Psat) Menggunakan Metode Gfa Aas. *Filogeni: Jurnal Mahasiswa Biologi*, *2*(2), 47–52.

Wiener, R. C., & Bhandari, R. (2020). Association Of Electronic Cigarette Use With Lead, Cadmium, Barium, And Antimony Body Burden: Nhanes 2015-2016. *Journal Of Trace Elements In Medicine And Biology*, *62(2), 1-17.*

Wimpy, W., Listiawati, E., Kadam, L. N., & Oksani, T. W. (2024). Profil Kadmium, Kreatinin Dan Ureum Darah Pekerja Pasar Besi Tua Semanggi. *Jurnal Ilmiah Permas: Jurnal Ilmiah Stikes Kendal*, *14*(1), 1–10.

Yang, J., Lo, K., & Yang, A. (2022). Trends In Urinary And Blood Cadmium Levels In U.S. Adults With Or Without Comorbidities. *Nutrients*, *14*(4), 1–14.

LAMPIRAN 1 : Perhitungan Larutan $Cd(NO_3)_2$

1. Larutan induk $Cd(NO_3)_2$ 1000 ppm ⟶ volume 1000 ml

$$ppm = \frac{Mr\ Cd_{(NO_3)_2}}{Ar\ Cd} \times \frac{m\ (mg)}{V\ (L)}$$

$$1000\ ppm = \frac{236{,}42\ g/mol}{112{,}40\ g/mol} \times \frac{m\ (mg)}{1\ L}$$

$$1000\ ppm = 2{,}103\ X\ \frac{m\ (mg)}{1\ L}$$

$$m\ (mg) = \frac{1000}{2{,}103} = 475{,}51\ mg$$

$$m = 0{,}4755\ g$$

2. Larutan standar $Cd(NO_3)_2$ 100 ppm

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

$$V_1 \times 1.000 = 100\ ml \times 100\ ppm$$

$$V_1 = \frac{100\ ml \times 100\ ppm}{1.000}$$

$$V_1 = 10\ ml$$

3. Larutan standar $Cd(NO_3)_2$ 10 ppm

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

$$V_1 \times 100 = 100\ ml \times 10\ ppm$$

$$V_1 = \frac{100\ ml \times 10\ ppm}{100}$$

$$V_1 = 10\ ml$$

4. Larutan standar $Cd(NO_3)_2$ 1 ppm

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

$$V_1 \times 10 = 100\ ml \times 1\ ppm$$

$$V_1 = \frac{100\ ml \times 1\ ppm}{10}$$

$$V_1 = 10\ ml$$

5. Larutan standar $Cd(NO_3)_2$ 10 ppb

$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$

$V_1 \times 1.000 = 100 \text{ ml} \times 10 \text{ ppb}$

$$V_1 = \frac{100 \text{ ml} \times 10 \text{ ppb}}{1.000}$$

$V_1 = 1 \text{ ml}$

6. Larutan standar $Cd(NO_3)_2$ 50 ppb

$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$

$V_1 \times 1.000 = 100 \text{ ml} \times 50 \text{ ppb}$

$$V_1 = \frac{100 \text{ ml} \times 50 \text{ ppb}}{1.000}$$

$V_1 = 5 \text{ ml}$

7. Larutan $Cd(NO_3)_2$ 100 ppm

$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$

$V_1 \times 1.000 = 100 \text{ ml} \times 100 \text{ ppb}$

$$V_1 = \frac{100 \text{ ml} \times 100 \text{ ppb}}{1.000}$$

$V_1 = 10 \text{ ml}$

8. Larutan $Cd(NO_3)_2$ 150 ppb

$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$

$V_1 \times 1.000 = 100 \text{ ml} \times 150 \text{ ppb}$

$$V_1 = \frac{100 \text{ ml} \times 150 \text{ ppb}}{1.000}$$

$V_1 = 15 \text{ ml}$

9. Larutan $Cd(NO_3)_2$ 200 ppb

$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$

$V_1 \times 1.000 = 100 \text{ ml} \times 200 \text{ ppb}$

$$V_1 = \frac{100 \text{ ml} \times 200 \text{ ppb}}{1.000}$$

$V_1 = 20 \text{ ml}$

10. Larutan $Cd(NO_3)_2$ 500 ppb

$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$

$V_1 \times 1.000 = 100 \text{ ml} \times 500 \text{ ppb}$

$$V_1 = \frac{100 \text{ ml} \times 500 \text{ ppb}}{1.000}$$

$V_1 = 50 \text{ ml}$

LAMPIRAN 2 : Kuisioner penelitian

LEMBAR KUISIONER PENELITIAN

"PENGARUH PAPARAN KADMIUM TERHADAP KADAR KREATININ DALAM DARAH PEROKOK ELEKTRIK (*VAPE*)"

Kode responden : 29

Umur : 26 tahun

Berat badan :

Tinggi badan :

Petunjuk pengisian kuisioner :

1. Beri tanda centang di Ya atau tidak
2. Bila ada yang tidak dimengerti silahkan bertanya pada peneliti

No	Pertanyaan	Ya	Tidak	Ket
1.	Apakah anda telah merokok elektrik sudah 6 tahun atau lebih?	✓		7 thn
2.	Apakah anda merokok dalam sehari bisa sampai 10 kali?	✓		
3.	Apakah anda memiliki riwayat penyakit ginjal seperti gagal ginjal kronik atau akut?		✓	
4.	Apakah anda memiliki Riwayat penyakit hipertensi		✓	
5.	Apakah anda memiliki riwayat penyakit infeksi saluran kemih?		✓	
6.	Apakah anda sering melakukan olahraga yang berat?		✓	
7.	Apakah anda mengalami dehidrasi?		✓	

CS Dipindai dengan CamScanner

8.	Apakah anda memiliki Riwayat penyakit diabetes?		✓	
9.	Apakah anda sering mengonsumsi daging?		✓	

Dipindai dengan CamScanner

LAMPIRAN 3 : Informed Consent

LEMBAR *INFORMED CONSENT*

Yang bertanda tangan dibawah ini

Kode responden : 29

Umur : 26

Alamat : BTP

Pekerjaan :

Setelah menerima pernyataan tentang tujuan dan manfaat penelitian, dan bahwa semua informasi tentang penelitian akan dirahasiakan dan hanya digunakan untuk kepentingan peneliti, maka saya bersedia (bersedia/tidak besedia) untuk menjadi responden penelitian yang berjudul **"Pengaruh Paparan Kadmium (Cd) Terhadap Kadar Kreatinin Dalam Darah Perokok"**. Apabila terjadi kesalahan yang tidak diinginkan saya akan bertanggung jawab atas segala kerugian yang saya alami akibat penelitian ini, dan saya tidak akan mengambil Tindakan hukum apa pun di masa mendatang.

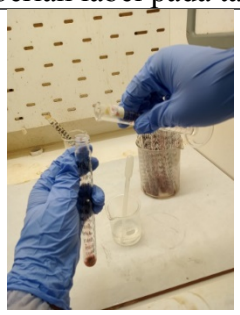
Makassar,.....2024

Responden

(.....)

Dipindai dengan CamScanner

LAMPIRAN 4 : Dokumentasi Penelitian

 Pengambilan sampel darah responden	 Pemberian label pada tabung
 Dipipet sampel darah sebanyak 0,5 ml	 Ditambahkan dengan HNO3 sebanyak 5 ml
 Dipanaskan sampai bening	 Ditambahkan aquades sebanyak 50 ml
 Disaring	 Alat ICP-MS

 Alat dan bahan pemeriksaan kreatinin	 Alat ABX Pentra C100

LAMPIRAN 5 : Surat Izin Penelitian

LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN MASYARAKAT
(LPPM)
UNIVERSITAS MEGAREZKY
SK. Menristekdikti RI. No.1194/KPT/I/2018 Terakreditasi BAN PT

Kampus II : Jalan Antang Raya No. 43 Telp. 0411 - 492 401 - 496401 Fax. 496614 Website : http://universitasmegarezky.ac.id-Email: info@universitasmegarezky.ac.id

Makassar, 22 April 2025

Nomor : 1499/07.091056/IV/2025
Lampiran : -
Perihal : **Rekomendasi Izin Penelitian**

Kepada
Yth : Bapak Gubernur Prov. SulSel
Cq. Kepala UPT P2T BKPMD-PTSP

Di
Makassar

Dengan hormat,
Dalam rangka penyelesaian tugas akhir Mahasiswa Fakultas Teknologi Kesehatan Program Studi D-VI Teknologi Laboratorium Medis Universitas Megarezky Makassar, maka bersama ini kami mohon kiranya Bapak/Ibu berkenan menerima Mahasiswa (i) kami yang tersebut namanya di bawah ini untuk melakukan Penelitian di Instansi / wilayah kerja yang Bapak/Ibu Pimpin.

Nama	**: Zahra Inayah Subroto**
N I M	**: B1D121072**
Judul Skripsi/KTI	**:Pengaruh kadar cadmium (Cd) terhadap kadar kreatinin dalam darah perokok elektrik (*Vape*)**
Pembimbing	**: 1. Dr. Santi, S.Si.,M.Si** **2. Prof. Dr.Dra.Apt.Hj.Asnah Marzuki, M. Si**
Tempat Penelitian	**: Balai Besar Laboratorium Kesehatan Mayarakat Makassar (BB Labkesmas)**

Demikian surat permohonan penelitian ini, atas bantuan dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Kepala LPPM

Ns. Syamsyuriyana Sabar, M.Kep
NIDN: 09151186 02

Tembusan Kepada Yth:

1. Yang Bersangkutan
2. Arsip

Dipindai dengan CamScanner

LAMPIRAN 6 : Surat Izin PTSP

PEMERINTAH PROVINSI SULAWESI SELATAN
DINAS PENANAMAN MODAL DAN PELAYANAN TERPADU SATU PINTU
Jl.Bougenville No.5 Telp. (0411) 441077 Fax. (0411) 448936
Website : http://simap-new.sulselprov.go.id Email : ptsp@sulselprov.go.id
Makassar 90231

Nomor : **8306/S.01/PTSP/2025**
Lampiran : -
Perihal : **Izin penelitian**

Kepada Yth.
Kepala Balai Besar Laboratorium Kesehatan (BBLK) Kota Makassar

di-
Tempat

Berdasarkan surat Kepala LPPM Universitas Megarezky, Makassar Nomor : 1249/07.091056/IV/2025 tanggal 22 April 2025 perihal tersebut diatas, mahasiswa/peneliti dibawah ini:

N a m a	:	**ZAHRA INAYAH SUBROTO**
Nomor Pokok	:	B1D121072
Program Studi	:	D-IV Teknologi Laboratorium Medis
Pekerjaan/Lembaga	:	Mahasiswa (D4)
Alamat	:	Jl. Antang Raya No. 43, Makassar

PROVINSI SULAWESI SELATAN

Bermaksud untuk melakukan penelitian di daerah/kantor saudara dalam rangka menyusun KARYA TULIS, dengan judul :

" PENGARUH KADAR KADMIUM (Cd) TERHADAP KADAR KREATININ DALAM DARAH PEROKOK ELEKTRIK (VAPE) PADA MAHASISWA "

Yang akan dilaksanakan dari : Tgl. ***28 April s/d 05 Juni 2025***

Sehubungan dengan hal tersebut diatas, pada prinsipnya kami ***menyetujui*** kegiatan dimaksud dengan ketentuan yang tertera di belakang surat izin penelitian.

Demikian Surat Keterangan ini diberikan agar dipergunakan sebagaimana mestinya.

Diterbitkan di Makassar
Pada Tanggal 28 April 2025

KEPALA DINAS PENANAMAN MODAL DAN PELAYANAN TERPADU SATU PINTU PROVINSI SULAWESI SELATAN

ASRUL SANI, S.H., M.Si.
Pangkat : PEMBINA TINGKAT I
Nip : 19750321 200312 1 008

Tembusan Yth
1. Kepala LPPM Universitas Megarezky, Makassar di Makassar;
2. *Pertinggal.*

LAMPIRAN 7 : Hasil Penelitian Kadar Kadmium (Cd)



Kementerian Kesehatan
Labkesmas Makassar I
Jl. Perintis Kemerdekaan KM. 11 Kec. Tamalanrea Makassar 90245
0811415655
www.bblabkesmasmakassar.go.id

LAPORAN HASIL UJI
Report of Analysis
No : 25010626 - 25010640 / LHU / BBLK-MKS / V / 2025

Nama Customer : **ZAHRA INAYAH SUBROTO**
Customer Name :
Alamat : Antang Raya
Address :
Jenis Sampel : Darah
Type of Sample (S) :
No. Sampel : 25010626 - 25010640
No. Sample :
Tanggal Penerimaan : 07 Mei 2025
Received Date : *May 07, 2025*
Tanggal Pengujian : 07 Mei 2025 s/d 17 Mei 2025
Test Date : *May 07, 2025* to *May 17, 2025*

HASIL PEMERIKSAAN

No	No. Lab	Kode Sampel	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Spesifikasi Metode
1	25010626	01/22/L	Cadmium (Cd)	mg/L	0,0035	IKM.KKT/140/BBLK-MKS (ICP-MS)
2	25010627	02/22/L	Cadmium (Cd)	mg/L	< 0,00003	
3	25010628	03/21/L	Cadmium (Cd)	mg/L	< 0,00003	
4	25010629	04/20/L	Cadmium (Cd)	mg/L	< 0,00003	
5	25010630	05/22/L	Cadmium (Cd)	mg/L	< 0,00003	
6	25010631	06/22/L	Cadmium (Cd)	mg/L	< 0,00003	
7	25010632	07/23/L	Cadmium (Cd)	mg/L	< 0,00003	
8	25010633	08/22/L	Cadmium (Cd)	mg/L	< 0,00003	
9	25010634	09/22/L	Cadmium (Cd)	mg/L	< 0,00003	
10	25010635	10/22/L	Cadmium (Cd)	mg/L	< 0,00003	
11	25010636	11/20/L	Cadmium (Cd)	mg/L	< 0,00003	
12	25010637	12/20/L	Cadmium (Cd)	mg/L	< 0,00003	
13	25010638	13/22/L	Cadmium (Cd)	mg/L	0,0062	
14	25010639	14/22/L	Cadmium (Cd)	mg/L	< 0,00003	
15	25010640	15/22/L	Cadmium (Cd)	mg/L	0,0022	

Catatan / Note :
1 Hasil uji ini berlaku untuk sampel yang diuji
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 seizin tertulis Laboratorium Penguji Labkesmas Makassar I
This report of analysis shall not be reproduced (copyed) except for the completed one and with theis written permission of the testing Laboratory Labkesmas Makassar I

Makassar, 23 Mei 2025
Ketua Tim Program Layanan,

dr. IRMAWATY HAERUDDIN
NIP : 19830228201012001

Kementerian Kesehatan
Labkesmas Makassar I
Jl. Perintis Kemerdekaan KM. 11 Kec. Tamalanrea
Makassar 90245
0811415655
www.bblabkesmasmakassar.go.id

LAPORAN HASIL UJI

Report of Analysis

No : 25011102 - 25011116 / LHU / BBLK-MKS / V / 2025

Nama Customer	: **ZAHRA INAYAH SUBROTO**		
Customer Name	:		
Alamat	: Antang Raya		
Address	:		
Jenis Sampel	: Darah		
Type of Sample (S)	:		
No. Sampel	: 25011102 - 25011116		
No. Sample	:		
Tanggal Penerimaan	: 09 Mei 2025		
Received Date	: *May 09, 2025*		
Tanggal Pengujian	: 09 Mei 2025	s/d	17 Mei 2025
Test Date	: *May 09, 2025*	to	*May 17, 2025*

HASIL PEMERIKSAAN

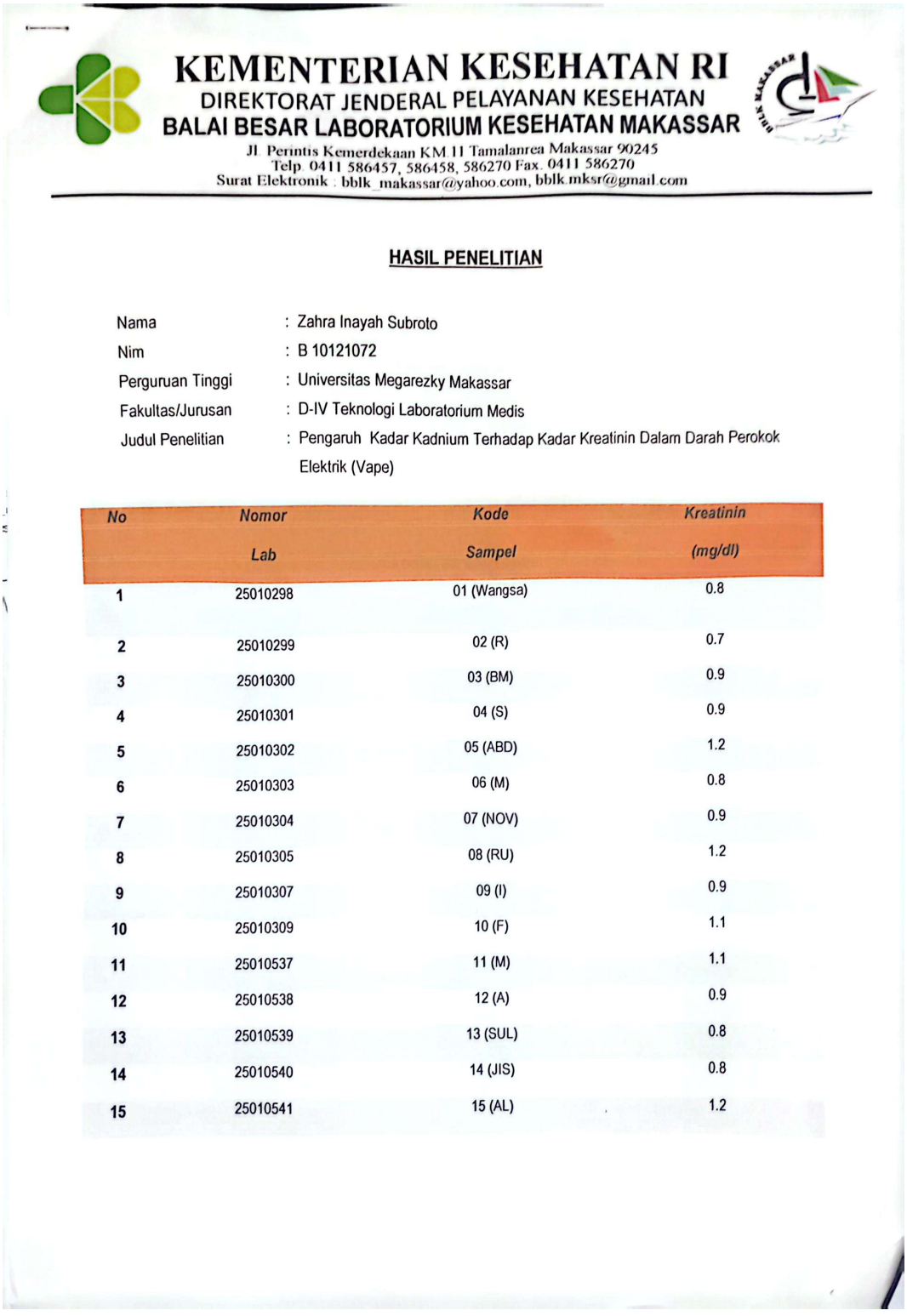
No	No. Lab	Kode Sampel	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Spesifikasi Metode
1	25011102	16	Cadmium (Cd)	mg/L	0,0046	IKM.KKT/140/BBLK-MKS (ICP-MS)
2	25011103	17	Cadmium (Cd)	mg/L	0,0003	
3	25011104	18	Cadmium (Cd)	mg/L	0,0041	
4	25011105	19	Cadmium (Cd)	mg/L	0,0054	
5	25011106	20	Cadmium (Cd)	mg/L	0,0070	
6	25011107	21	Cadmium (Cd)	mg/L	0,0028	
7	25011108	22	Cadmium (Cd)	mg/L	0,0047	
8	25011109	23	Cadmium (Cd)	mg/L	0,0045	
9	25011110	24	Cadmium (Cd)	mg/L	< 0,00003	
10	25011111	25	Cadmium (Cd)	mg/L	0,0038	
11	25011112	26	Cadmium (Cd)	mg/L	< 0,00003	
12	25011113	27	Cadmium (Cd)	mg/L	0,0031	
13	25011114	28	Cadmium (Cd)	mg/L	< 0,00003	
14	25011115	29	Cadmium (Cd)	mg/L	0,0002	
15	25011116	30	Cadmium (Cd)	mg/L	0,0037	

Catatan : 1 Hasil uji ini berlaku untuk sampel yang diuji
Note : *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 seizin tertulis Laboratorium Penguji Labkesmas Makassar I
This report of analysis shall not be reproduced (copyed) except for the completed one and with theis written permission of the testing Laboratory Labkesmas Makassar I

Makassar, 23 Mei 2025
Ketua Tim Program Layanan,

dr. IRMAWATY HAERUDDIN
NIP : 198302282010012001

LAMPIRAN 8 : Hasil Penelitian Kreatinin



KEMENTERIAN KESEHATAN RI
DIREKTORAT JENDERAL PELAYANAN KESEHATAN
BALAI BESAR LABORATORIUM KESEHATAN MAKASSAR
Jl. Perintis Kemerdekaan KM 11 Tamalanrea Makassar 90245
Telp. 0411 586457, 586458, 586270 Fax. 0411 586270
Surat Elektronik : bblk_makassar@yahoo.com, bblk.mksr@gmail.com

HASIL PENELITIAN

Nama : Zahra Inayah Subroto
Nim : B 10121072
Perguruan Tinggi : Universitas Megarezky Makassar
Fakultas/Jurusan : D-IV Teknologi Laboratorium Medis
Judul Penelitian : Pengaruh Kadar Kadnium Terhadap Kadar Kreatinin Dalam Darah Perokok Elektrik (Vape)

No	Nomor Lab	Kode Sampel	Kreatinin (mg/dl)
1	25010298	01 (Wangsa)	0.8
2	25010299	02 (R)	0.7
3	25010300	03 (BM)	0.9
4	25010301	04 (S)	0.9
5	25010302	05 (ABD)	1.2
6	25010303	06 (M)	0.8
7	25010304	07 (NOV)	0.9
8	25010305	08 (RU)	1.2
9	25010307	09 (I)	0.9
10	25010309	10 (F)	1.1
11	25010537	11 (M)	1.1
12	25010538	12 (A)	0.9
13	25010539	13 (SUL)	0.8
14	25010540	14 (JIS)	0.8
15	25010541	15 (AL)	1.2

KEMENTERIAN KESEHATAN RI
DIREKTORAT JENDERAL PELAYANAN KESEHATAN
BALAI BESAR LABORATORIUM KESEHATAN MAKASSAR
Jl. Perintis Kemerdekaan KM.11 Tamalanrea Makassar 90245
Telp. 0411 586457, 586458, 586270 Fax. 0411 586270
Surat Elektronik : bblk_makassar@yahoo.com, bblk.mksr@gmail.com

No	Nomor Lab	Kode Sampel	Kreatinin (mg/dl)
16	25010867	16 (IM)	1.0
17	25010868	17 (H)	1.2
18	25010869	18 (NA)	1.0
19	25010870	19 (IR)	1.3
20	25010871	20 (AS)	1.1
21	25010872	21 (IF)	1.1
22	25010873	22 (R)	1.1
23	25010874	23 (RAD)	0.9
24	25010875	24 (PIK)	1.0
25	25010876	25 (IRS)	1.3
26	25010877	26 (AZ)	1.2
27	25010878	27 (SO)	1.0
28	25010879	28 (J)	1.4
29	25010880	29 (L)	1.2
30	25010881	30 (RIS)	1.1

Nilai Range Normal **: 0.6 – 1.2 mg/dl**

Makassar, 14 Mei 2025
Mengetahui
Kepala Instalasi Patologi Klinik

Marhani, AMAK
NIP.19840524200604