SKRIPSI

PENGARUH KADAR ARSENIK (As) TERHADAP KADAR *SERUM GLUTAMIC OXALOACETIC TRANSAMINASE* (*SGOT*) DALAM DARAH PEROKOK ELEKTRIK (*VAPE*)

Diajukan sebagai syarat Dalam Meraih Sarjana Terapan Kesehatan (S.Tr.Kes) Pada
Program Studi D-IV Teknologi Laboratorium Medik
Fakultas Teknologi Kesehatan
Universitas Megarezky

SISKA FAHRENI
BID121071

PROGRAM STUDI D-IV TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS

FAKULTAS TEKNOLOGI KESEHATAN

UNIVERSITAS MEGAREZKY

MAKASSAR

2025

HALAMAN JUDUL

SKRIPSI

"Pengaruh Kadar Arsenik (As) Terhadap Kadar Serum Glutamic Oxaloacetic Transminase (SGOT) Dalam Darah Perokok Elektrik (Vape)"

SISKA FAHRENI
B1D121071

Dibimbing Oleh

Pembimbing I
Dr Santi, M.Si

Pembimbing II
Prof. Dr. Dra. Apt. Hj Asnah Marzuki, M.Si

Penguji
Risky Nurul Fadlila RN, S.Si., M.Si

PROGRAM STUDI D-IV TEKNOLOGI LABORATORIUM

MEDIK FAKULTAS TEKNOLOGI KESEHATAN

UNIVERSITAS MEGAREZKY

MAKASSAR

2025

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

PENGARUH KADAR ARSENIK (As) TERHADAP KADAR *SERUM GLUTAMIC OXALOACETIC TRANSAMINASE* (*SGOT*) DALAM DARAH PEROKOK ELEKTRIK (*VAPE*)

Disusun dan diajukan oleh

Siska Fahreni

Nomor Induk Mahasiswa B1D121071

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi

Pada tanggal 04 Juli 2025

Dan diyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui

Tim Penguji	**Tanda Tangan**
1. Risky Nurul Fadlila RN, S.Si.,M.Si	( )
2. Dr. Santi S. Si., M, Si	( )
3. Prof. Dr. Dra.apt.Hj. Asnah.Marzuki,M.Si	( )

Mengetahui,

Dekan
Fakultas Teknologi Kesehatan

Prof. Dr. Dra. apt. Hj. Asnah Marzuki, M.Si
NUPTK. 1350727628230013

Ketua Program Studi
DIV Teknologi Laboratorium Medis

Dr. Nirmawati Angria, S.Si., M.Kes
NUPTK. 6950765666230332

PLAGIARISM SCAN REPORT

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.591 /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 : Siska Fahreni

NIM : B1D121071

Prodi : D-IV Teknologi Laboratorium Medik

Judul Skripsi/KTI : Pengaruh kadar arsenik (As) terhadap kadar Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase (SGOT) dalam darah perokok elektrik (vape)

Telah melalui uji *similarity* dengan software *Turnitin* dan dinyatakan lolos dengan **persentase 19%** 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

Segala bentuk kesyukuran penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala nikmat yang Allah berikan kepada penulis, baik nikmat sehat dan keberkahan waktu terlebih lagi nikmat iman sehingga penulis diberikan kesempatan untuk mampu menyelesaikan skripsi ini, menjadi syarat mendapatkan gelar sarjana. Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Pertama-tama saya ucapkan terima kasih kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang selalu senantiasa ada disamping saya dalam hal apapun itu sehingga saya bisa menyelesaikan semua proses mulai dari penyusunan proposal, penelitian hingga skripsi.
2. Teruntuk cinta pertamaku Bapak Sutrisno dan Ibunda tercinta Ibu Suci Sumarni yang selalu menjadi sumber kekuatan dalam setiap langkah ku, doa, dukungan dan cinta tanpa syarat kalian adalah cahaya yang menerangi jalanku hingga titik ini. Terima kasih atas setiap pengorbanan, atas kesabaran dan kasih sayang yang tiada henti. Semoga karya ini menjadi awal dari langkah-langkah lain yang membanggakan kalian berdua.
3. Teruntuk Saudara ku Faizul Anwar Sutrisno, Terima kasih sudah menjadi teman berbagi cerita, tempat mengeluh sekaligus peneyemangat di saat-saat sulit. Tawa dan dukunganmu selalu membuat hari-hari terasa lebih ringan. Semoga sedikit pencapaian ini bias ikut membanggakan kamu.
4. Teruntuk keluarga Riyadi, Keluarga Riyanto, Keluarga Mesiran, Keluarga Suwarno dan nenek tercinta nenek Mesinem, Terima kasih banyak atas doa dan semangat nya. Kalian mungkin tidak selalu kelihatan, tapi saya tahu kalian selalu ada di belakang ku. Semoga hasil kecil ini bias buat kalian ikut bangga, meskipun masih banyak yang harus aku pelajari kedepannya.
5. Teruntuk diriku sendiri terima kasih karena sudah mampu bertahan sampai sejauh ini meskipun dengan perjalanan yang tidak mudah.

MOTTO

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

{QS Al-baqarah : 286}

“Apapun yang engkau berikan kepada orang lain, akan kembali kepadamu”

{Estee Lauder}

“Winners never quit, and quitters never win”

CURRICULUM VITAE



A. Biodata Pribadi

1. Nama : Siska Fahreni
2. NIM : B1D121071
3. Jenis Kelamin : Perempuan
4. Tempat Tanggal Lahir : Randangan, 23 Juni 2003
5. Agama : Islam
6. Jurusan : D-IV Teknologi Laboratorium Medis
7. Fakultas : Teknologi Kesehatan
8. Alamat : Antang Raya
9. No Telp : 085348224806
10. Email : siskafahreni2303@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. SD : SD Negeri 08 Randangan
2. SMP : SMP Negeri 1 Randangan
3. SMK : SMK Kesehatan Muhammadiyah Randangan
4. Perguruan Tinggi : Universitas Megarezky

C. Pesan

Proses penyusunan skripsi ini memberikan pengalaman berharga dalam memahami metode penelitian dan penerapan teori secara nyata. Meskipun terdapat berbagai hambatan, proses ini telah memperkaya wawasan saya sebagai seorang mahasiswa.

D. Kesan

Skripsi merupakan bagian penting dalam perjalanan akademik yang menuntut kesabaran, kerja keras, dan komitmen. Saya berharap semoga pengalaman ini dapat menjadi bekal yang bermanfaat di masa depan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini yang berjudul:"Pengaruh Kadar Arsenik [As] Terhadap Kadar *Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase [SGOT]* Dalam Darah Perokok Elektrik [*Vape*]" Penyusunan Skripsi ini merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan Program Sarjana Terapan D-IV Teknologi Laboratorium Medis pada Fakultas Teknologi Kesehatan , Universitas Megarezky Makassar. Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak, karya tulis ini tidak akan dapat terselesaikan dengan baik.

Dengan penuh rasa hormat dan cinta, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang tak terhingga kepada kedua orang tua tercinta **Bapak Sutrisno & Ibu Suci Sumarni**, yang senantiasa mendoakan, mendampingi, serta memberikan semangat, kasih sayang, dan dukungan moril maupun materil 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 pengembangan 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. **Prof. Dr. Dra. Apt. Hj. 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 TLM, atas bimbingan akademik yang berkelanjutan dan inspiratif.
7. **Dosen Pembimbing 1 Dr Santi, M.Si dan II Prof. Dr. Dra. Apt. Hj. Asnah Marzuki, M.Si** , yang telah memberikan arahan, saran, dan evaluasi dalam penyusunan skripsi ini dengan penuh kesabaran dan keikhlasan.
8. **Dosen Penguji Ibu Risky Nurul Fadlila RN, S.Si., M.Si** yang telah memberikan masukan dan saran dalam skripsi ini.
9. **Ibu Arlitha Dekayana, S.Si.,M.Kes** sebagai Pembimbing Akademik (PA), atas pendampingan 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 Masyarakat Makassar 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 karya ilmiah ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan karya ilmiah ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan karya ini di masa mendatang.Akhir kata, semoga karya ilmiah ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, serta menjadi kontribusi yang berarti dalam pengembangan ilmu pengetahuan.

Makassar, 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ..... **i**
HALAMAN PENGESAHAN ..... **ii**
PLAGIARISM SCAN REPORT ..... **iii**
HALAMAN PERSEMBAHAN ..... **iv**
MOTTO ..... **v**
CURRICULUM VITAE ..... **vi**
KATA PENGANTAR ..... **viii**
DAFTAR ISI ..... **x**
ABSTRAK ..... **xii**
ABSTRACT ..... **xiii**
DAFTAR GAMBAR ..... **xiv**
DAFTAR TABEL ..... **xv**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xvi**
DAFTAR SINGKATAN ..... **xvii**
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 (Vape) 6
B. Gambaran Umum Darah 17
C. Tinjauan Umum Arsenik 18
D. Tinjauan Umum Organ Hati 23
E. Tinjauan Umum SGOT 28
F. Hubungan Arsenik dengan SGOT 32
G. Tinjauan Umum Alat Pemeriksaan Logam Arsenik dan Pemeriksaan SGOT 33

H. Kerangka Teori 40
I. Kerangka Konsep 41
J. Variabel Penelitian 41
K. Definisi Operasional 42
L. Hipotesis 42
BAB III METODE PENELITIAN 43
A. Jenis Penelitian 43
B. Lokasi dan Waktu Penelitian 43
C. Populasi dan Sampel 43
D. Kriteria Sampel 44
E. Teknik Pengambilan Sampel 44
F. Instrumen Penelitian 44
G. Prosedur Kerja Penelitian 45
H. Teknik Pengumpulan Data 48
I. Analisis Data 48
J. Alur Penelitian 49
K. Etika Penelitian 50
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 51
A. Hasil Penelitian 51
B. Pembahasan 56
BAB V PENUTUP 60
A. Kesimpulan 60
B. Saran 60
DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

ABSTRAK

Siska Fahreni B1D121071 "Pengaruh Kadar Arsenik (As) Terhadap Kadar *Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase* (SGOT) Dalam Darah Perokok Elektrik *(Vape)*". Dibimbing Oleh Santi Dan Asnah Marzuki

Di Indonesia, tren penggunaan rokok elektrik mulai terlihat signifikan. Rokok elektrik dianggap sebagai alternatif untuk mengurangi ketergantungan terhadap rokok konvensional pada perokok. Perangkat Rokok Elektrik [vape] yang bersentuhan langsung dengan cairan *e-liquid* memiliki potensi melarutkan logam-logam berat ke dalam uap yang dihasilkan, salah satunya adalah arsenik (As). Arsenik dikenal sebagai salah satu unsur toksik yang bisa ditemukan secara alami di lingkungan, baik dalam tanah, air, maupun udara. Paparan arsenik telah terbukti dapat menyebabkan hepatomegali atau pembesaran hati, yang ditandai peningkatan kadar enzim hati misalnya *Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase* (SGOT) dan Se*rum Glutamic Pyruvic Transaminase* (SGPT) secara bersamaan. Hati merupakan target utama untuk metabolisme arsenik. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis sejauh mana kadar arsenik (As) mempengaruhi kadar serum *glutamic oxaloacetic* transaminase (SGOT) dalam darah perokok yang menggunakan rokok elektrik (*vape*). Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan *cross-sectional.* Sampel yang digunakan pada penelitian ini menggunakan sampel darah perokok elektrik (*Vape*). yang berjumlah 30 sampel. Untuk analisa kadar arsenik dalam darah menggunakan alat *ICP-MS* dan untuk kadar SGOT menggunakan alat *ABX Pentra C400.* Teknik statistik menggunakan metode uji normalitas *Shapiro Wilk* dan uji korelasi Spearman. Hasil penelitian di peroleh pengaruh dari kadar arsenik dan kadar SGOT tidak signifikan . Tidak ada hubungan signifikan antara kadar arsenik dan kadar SGOT, menurut uji korelasi Spearman, yang menunjukkan p = **0,883** dan r =**0,883**.

Kata Kunci : Kadar Arsenik, Kadar SGOT, Perokok Elektrik (Vape)

ASBTRACT

Siska Fahreni. B1D121071 "The Effect of Arsenic (As) Levels on Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase (SGOT) Levels in the Blood of Electronic Cigarette Smokers (Vapors). Supervised by Santi and Asnah Marzuki.

In Indonesia, the trend of e-cigarette use is starting to become significant. E-cigarettes are considered an alternative to reduce smokers' dependence on conventional cigarettes. E-cigarette (vape) devices that come into direct contact with e-liquid have the potential to dissolve heavy metals into the vapor produced, one of which is arsenic (As). Arsenic is known as a toxic element that can be found naturally in the environment, both in soil, water, and air. Exposure to arsenic has been shown to cause hepatomegaly or liver enlargement, which is characterized by increased levels of liver enzymes such as Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase (SGOT) and Serum Glutamic Pyruvic Transaminase (SGPT). The liver is a target for arsenic metabolism. The purpose of this study was to analyze the extent to which arsenic (As) levels affect serum glutamic oxaloacetic transaminase (SGOT) levels in the blood of smokers who use e-cigarettes (vape). This study used a quantitative method with a cross-sectional approach. The sample used in this study was the blood samples of 30 e-cigarette smokers. Arsenic levels in the blood were analyzed using an ICP-MS device, and SGOT levels using an ABX Pentra C400 device. Statistical analysis used the Shapiro-Wilk normality test method and Spearman's correlation test. The results of the study showed that the effect of arsenic levels and SGOT levels was not significant. There was no significant relationship between arsenic levels and SGOT levels, according to the Spearman correlation test, which showed $p = 0.883$ and $r = 0.883$.

Keywords: Arsenic Levels, SGOT Levels, Electronic Cigarettes (Vape)



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jenis Vape MOD 11
Gambar 2.2 Jenis Vape POD 12
Gambar 2.3 Jenis Vape AIQ 12
Gambar 2.4 Arsenik 18
Gambar 2.5 Alat ICP-MS 35
Gambar 2.6 Alat ABX Pentra C400 38
Gambar 2.7 Bagan Kerangka Teori 40
Gambar 2.8 Bagan Kerangka Konsep 41
Gambar 3. 9 Alur Penelitian 49

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Karakteristik Berdasarkan Umur Responden 51
Tabel 4.2 Karakteristik Berdasarkan Lama Merokok 52
Tabel 4.3 Hasil Pemeriksaan Kadar Arsenik 53
Tabel 4.4 Hasil Pemeriksaan Kadar SGOT 54
Tabel 4.5 Distribusi Kadar Arsenik dengan SGOT 55
Tabel 4.6 Uji Normalitas Shapiro Wilk Sampel Penelitian 55
Tabel 4.7 Analisis Korelasi Kadar Arsenik Dengan SGOT 56

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan Pembuatan Larutan As 65
Lampiran 2 Kuesioner Penelitian 67
Lampiran 3 *Informed Consent* 69
Lampiran 3 Hasil Penelitian Kadar Arsenik 70
Lampiran 4 Hasil Penelitian Kadar SGOT..... 72
Lampiran 5 Surat Izin Penelitian 74
Lampiran 6 Surat PTSP 75
Lampiran 7 Dokumentasi Penelitian 76

DAFTAR SINGKATAN

IARC	; *International Agency for Research on Cancer*
WHO	*: World Health Organization*
NIOSH	*: National Institute for Occupational Safety and Health*
SGOT	*: Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase*
AASLD	*: American Associaton for the Study of Liver Disease*
SGPT	*: Serum Glutamic Pyruvic Transaminase*
FCTC	*: Framework Convention on Tobacco Controll*
NRT	*: Nicotine Replacement Therapy*
ENDS	*: Electronic Nicotine Delivery System*
ATSDR	: *Agency for Toxic Substance and Disease Registry*
DMA	*: Dimethylarsinic Acid*
MMA	*: Monomethylarsonic Acid*
NADH	*: Nikotimnida Adenosine Dinuklotida*
ATP	: Adenosin Tri Posfat
SOR	: Spesies Oksigen Reaktif
PPARG	*: Peroxisome Proliferator Actived Receptor Gamma*
PDH	*: Piruvat Dehidrogenase*
DNA	*: Deoxyribonucleic Acid*
AST	*: Aspartate Aminotransferase*
GPT	*: Glutamate piruvat transaminase*
CVA	*: Cerebrovascular Accident*
IMA	: Infark Miokard Akut
GJK	: Gagal Jantung Kongestif
IM	: Injeksi Intramuskular
Eritrosit	: Sel Darah Merah
Leukosit	: Sel Darah Putih
Trombosit	: Keping-keping Darah

EDTA *: Ethylen Diamin Tetra Acetate Acid*
NaF : Natrium Flourida
RNA *: Ribonucleic Acid*
NYT : *National Youth Tobacco*
PG : Propilen Glikol
VG : Gliserin Nabati
FDA : *Food and Drug Administration*
PAHs : *Policyclic Aromatic Hydrocarbons*
AhR : Reseptor Aryl Hidrokarbon
EUC *: Education University of California*
CO : Karbon Monoksida
AAN ; Analisis Aktivasi Neutron
IFCC : *International Federation of Clinical Chemistry*
MDH : Malate Dehidrogenase
SSA : Spektrofotometer Serapan Atom
HCL : *Hollow Cathode Lamp*

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kebiasaan merokok sudah menjadi bagian dari kehidupan sehari-hari yang umum dijumpai di masyarakat. Meningkatnya jumlah perokok aktif menjadi permasalahan serius dalam bidang kesehatan, karena diperkirakan lebih dari 7 juta kematian terjadi setiap tahunnya akibat konsumsi rokok, di mana sebagian besar kasus tersebut berasal dari negara-negara berkembang. Indonesia sendiri termasuk dalam kategori tersebut serta kini menduduki peringkat kedua sebagai negara dengan jumlah perokok tertinggi di kawasan Asia Tenggara (Cleopatra, dkk., 2018).

Angka prevalensi perokok di Indonesia terus menunjukkan tren kenaikan. Berdasarkan hasil Survei Kesehatan Indonesia (SKI) tahun 2023 oleh Kementerian Kesehatan (Kemenkes), diperkirakan terdapat sekitar 70 juta perokok aktif di Indonesia, dengan sekitar 7,4% di antaranya merupakan kelompok usia remaja, yaitu antara 10-18 tahun (Kemenkes. 2024).

Sebagai langkah penanggulangan terhadap tingginya konsumsi rokok, *World Health Organization* (WHO) menginisiasi WHO *Framework Convention on Tobacco Control* (WHO-FCTC) sebagai strategi global dalam menanggulangi epidemi tembakau. Salah satu metode yang diusung adalah *Nicotine Replacement Therapy* (NRT), yang mencakup penggunaan *Electronic Nicotine Delivery System* (ENDS), dikenal secara luas sebagai vape ataupun rokok elektrik. Produk ini

pertama kali dikembangkan di Tiongkok pada tahun 2004 dan sejak saat itu penyebarannya meningkat tajam melalui berbagai media digital dan sosial.

Di Indonesia, tren penggunaan rokok elektrik mulai terlihat signifikan. Rokok elektrik dianggap sebagai alternatif untuk mengurangi ketergantungan terhadap rokok konvensional pada perokok aktif. Meski telah lama diciptakan, perangkat ini baru mendapatkan pengakuan paten di sejumlah negara, termasuk Indonesia, dalam beberapa tahun terakhir. Aktivitas "*vaping*" kini bahkan dipandang sebagai bagian dari gaya hidup modern, dengan berbagai toko dan komunitas *vape* tersebar di hampir seluruh kota sebagai ruang interaksi sosial (Hutapea & Fasya, 2021).

Namun demikian, perangkat *vape* yang bersentuhan langsung dengan cairan *e-liquid* memiliki potensi melarutkan logam-logam berat ke dalam uap yang dihasilkan, salah satunya adalah arsenik (As) (Bracken-Clarke et al., 2021). Arsenik dikenal sebagai salah satu unsur toksik yang bisa ditemukan secara alami di lingkungan, baik dalam tanah, air, maupun udara (Liono, dkk., 2022).

Menurut *World Health Organization* (WHO), paparan arsenik dalam jangka panjang pertama kali menunjukkan gejala pada kulit, yang dapat muncul dalam rentang waktu hingga lima tahun setelah paparan. Dalam kasus paparan ekstrem, arsenik bahkan bisa menyebabkan kematian. Meski dalam kadar rendah, unsur ini tetap berbahaya karena berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan pada organ hati, ginjal, sistem peredaran darah, saluran cerna, dan sistem pernapasan (WHO, 2022).

Paparan arsenik telah terbukti dapat menyebabkan hepatomegali atau pembesaran hati, yang ditandai peningkatan kadar enzim hati misalnya *Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase* (SGOT) dan *Serum Glutamic Pyruvic Transaminase* (SGPT) secara bersamaan (Islam et al., 2021). Menurut *American Association for the Study of Liver Diseases* (AASLD), indikator adanya kerusakan pada hati ditunjukkan dengan kadar SGPT yang meningkat lebih dari tiga kali lipat dari batas normal, serta kadar bilirubin total yang melebihi dua kali lipat dari ambang normal. Selain itu, peningkatan kadar SGOT juga diakui sebagai salah satu tanda adanya gangguan fungsi hati (Wabula, dkk., 2024).

Penelitian yang dilakukan (Islam, dkk., 2021) kadar aktivitas enzim *serum glutamic oxaloasetic transaminase* (SGOT) juga meningkat pada kelompok dengan paparan arsenik yang lebih tinggi pada rambut dan kuku. Penelitian yang dilakukan oleh Qomariyah (2022) menunjukkan bahwa konsentrasi arsen (As) tertinggi ditemukan pada individu dengan profesi sebagai juru parkir, yakni sebesar 0,32. Temuan tersebut juga mengungkap adanya keterkaitan antara kadar arsen dengan masa kerja, durasi waktu bekerja, serta kepatuhan dalam penggunaan alat pelindung diri (APD).

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, peneliti merasa tertarik mengeksplorasi lebih lanjut mengenai Pengaruh Paparan Arsenik (As) Terhadap Kadar *Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase* (SGOT) Dalam Darah Perokok Elektrik (*Vape*).

B. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Berapakah kadar arsenik (As) pada perokok elektrik (*vape*)?
2. Berapakah kadar serum glumatic oxaloacetic transaminase pada perokok elektrik (*vape*)?
3. Bagaimanakah pengaruh kadar arsenik (As) terhadap kadar *serum glutamic oxaloacetic (*SGOT) pada perokok elektrik (*vape*)?

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui kadar arsenik (As) pada perokok elektrik (*vape*).
2. Untuk mengetahui kadar serum glutamic oxaloacetic transaminase (SGOT) pada perokok elektrik (*vape*).
3. Untuk mengetahui pengaruh kadar arsenik (As) terhadap kadar *serum glutamic oxaloacetic (*SGOT) pada perokok elektrik (*vape*).

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

   Secara teoritis penelitian ini diharap bisa memberi sumbangan penelitian dan pengaplikasian ilmu yang telah didapat selama proses perkuliahan dalam bidang Tekniologi Laboratorium Medis mengenai pengaruh paparan Arsenik (As) terhadap kadar *Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase* (SGOT) dalam darah perokok elektrik (*vape*).

2. Manfaat Untuk Institusi

   Bagi pihak akademis sebagai tambahan bukti referensi pengetahuan mengenai pengaruh paparan Arsenik (As) terhadap kadar *Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase* (SGOT) dalam darah perok perokok elektrik (*vape*).

3. Manfaat Praktis

   Sebagai ilmu tambahan bagi masyarakat mengenai pengaruh paparan Arsenik (As) terhadap kadar *Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase* (SGOT) dalam darah perokok elektrik (*vape*).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum Rokok Elektrik (*Vape*)

1. Definisi Rokok Elektrik (*Vape*)

Remaja adalah mereka yang berada pada tahap transisi antara masa kanak-kanak dan dewasa. Batas usia remaja menurut WHO adalah antara 10 sampai 24 tahun. Masa remaja merupakan masa peralihan antara masa kehidupan anak-anak dan masa kehidupan orang dewasa yang ditandai dengan pertumbuhan dan perkembangan biologis dan psikologis. Masa remaja memiliki karakteristik yang berbeda dikarenakan pada masa remaja akhir individu telah mencapai transisi perkembangan yang lebih mendekati dewasa. Usia remaja adalah masa kritis dalam pertumbuhan dan perkembagan manusia, dilihat dari terjadinya perubahan psikologis remaja yaitu ketidakstabilan emosi ketika menghadapi sesuatu dan timbul rasa penasaran sehingga rentan untuk mengadopsi perilaku lingkungan sosial seperti perilaku merokok (Hadirama. 2021).

Merokok merupakan kebiasaan yang tidak asing lagi di lingkungan masyarakat dimana menurut para penggunanya dapat memberikan rasa nikmat, namun kebiasaan ini tentu memberikan dampak negatif bagi penggunanya maupun orang yang ada disekitarnya. Rokok merupakan salah satu bahan adiktif yang dapat menimbulkan ketergantungan bagi pemakainya. Semua ahli kesehatan termasuk *World Health Organization* (WHO) telah lama

menyimpulkan, bahwa secara kesehatan rokok banyak menimbulkan dampak negatif, lebih bagi remaja dan masa depannya. Rokok mengandung 4000 zat kimia dengan 200 jenis di antaranya bersifat karsinogenik (dapat menyebabkan kanker). Bahan racun ini didapatkan pada asap utama yaitu asap rokok yang terhisap langsung masuk keparu-paru perokok maupun asap samping yaitu asap rokok yang dihasilkan oleh ujung rokok yang terbakar, misalnya karbon monoksida, benzopiren, dan amoniak (Hadirama. 2021).

Merokok dalam jangka panjang menjadi penyebab utama penyakit yang mematikan seperti serangan jantung, kanker, dan penyakit pada paru-paru. Berdasarkan data dari WHO ada 1,3 milyar orang yang merokok di dunia rokok elektrik (*vape*) terdiri dari 3 bagian yaitu baterai, atomizer (bagian yang memanaskan dan menguapkan nikotin), dan *catridge* (berisi larutan nikotin). Kandungan yang terdapat dalam rokok elektrik (*vape*) yaitu berupa nikotin, propylene glicol, gliserol, air, dan berbagai bahan perasa. *Vape* mengandung *Tobacco Specific Nitrosamine* (TSNA) yang bersifat toksik/racun dan *Diethylene Glycil* (DEG) yang dikenal sebagai karsinogen, beberapa zat berbahaya lainnyayaitu logam, zat karbonil, dan zat lainnya (kumarin, tadalafin, rimonabant, serat silika) (Hadirama. 2021).

Penggunaan rokok elektrik (*vape*) memiliki kerugian yang lebih banyak dari rokok konvensional yaitu memicu berbagai masalah kesehatan yang serius seperti radang paru-paru, jantung, meningkatkan tekanan darah, menghambat perkembangan otak, dan kanker yang dapat berujung kematian.

Rokok elektrik juga dapat dimasukkan bahan berbahaya secara ilegal seperti peredaran narkoba dalam cairan rokok elektrik yang pernah ditemukan oleh kepala BNN tahun 2017. Selain itu rokok elektrik menimbulkan masalah adiksi dari nikotin yang terdapat dalam cairan liquid, beredarnya berbagai zat perisa (*flavoring*) dalam liquid yang menimbulkan iritasi pernapasan, dan meningkatkan adanya perokok pemula. Hal ini disebabkan karena stigma yang salah dari masyarakat yang menganggap bahwa penggunaan rokok elektrik lebih aman dibandingkan rokok konvensional atau sebagai alternatif untuk berenti merokok . Penggunaan rokok elektrik tentu mempengaruhi remaja sebagai generasi penerus bangsa yang seharusnya memiliki kesehatan dan perilaku yang positif, namun pada saat ini mereka sudah menggunakan rokok elektrik (*vape*) maka kesehatan mereka sudah terpapar oleh zat-zat kimia yang ada di rokok elektrik (*vape*) yang dapat menyebabkan berbagai penyakit berbahaya dan mematikan (Hadirama. 2021).

Pencegahan dan penanggulangan perilaku merokok pada remaja sangat penting untuk memutus generasi perokok pemula. Selain itu upaya pencegahan dan penanggulangan perilaku merokok pada remaja baik konvensional maupun elektrik (*vape*) sangat penting dalam menyiapkan sumber daya manusia sebagai generasi penerus bangsa yang berkualitas. Upaya pencegahan konsumsi rokok elektrik yang dilakukan oleh kementerian kesehatan adalah mendorong pemerintah agar bersinergi lintas kementerian dan lembaga, dalam hal ini kemenetrian perdagangan ikut mengendalikan konsumsi rokok elektrik

lewat cara pembatasan penjualan dan mengatur harga eceran. Namun berdasarkan informasi dari JKKI (Jaringan Kebijakan Kesehatan Indonesia) tahun 2019, belum ada regulasi resmi terkait penggunaan rokok elektrik karena belum dikategorikan sebagai produk kesehatan dan disebutkan termasuk barang elektronik sehingga belum ada regulasi khusus terkait hal tersebut (Hadirama. 2021).

Rokok elektrik, atau yang dikenal sebagai *vape*, yakni perangkat bertenaga listrik dengan berbagai desain dirancang untuk memanaskan cairan *e-liquid* sehingga menghasilkan aerosol dimana bisa dihirup. Cairan ini biasanya mengandung nikotin, propilen glikol, gliserin, serta beragam zat aditif perasa. Popularitas *vape* meningkat karena adanya anggapan jika rokok elektrik lebih aman serta sehat di banding rokok konvensional. Dalam beberapa tahun terakhir, perangkat ini berkembang pesat dan dianggap sebagai alternatif dalam mengurangi dampak negatif konsumsi rokok tembakau (Widyantari & Lestari, 2023).

Sejak pertama kali diperkenalkan, rokok elektrik mengalami lonjakan popularitas yang cukup signifikan, terutama di kalangan remaja dimana sebelumnya belum pernah merokok, serta di antara perokok dewasa mencoba beralih dari produk tembakau. Survei yang dilakukan oleh *National Youth Tobacco* (NYT) menunjukkan bahwa penggunaan vape meningkat tajam pada periode 2011 hingga 2013 di kelompok remaja tanpa riwayat merokok sebelumnya (Widyantari & Lestari, 2023). *Vape* tersedia dalam berbagai tipe

dan fungsi. Secara umum, terdapat tiga kategori utama dari perangkat ini, yakni: MOD, POD, serta AIO. Ketiga jenis tersebut mempunyai karakteristik yang berbeda, baik dari segi cara penggunaan, jenis liquid yang dipakai, hingga bentuk fisiknya.

MOD merupakan tipe vape pertama kali populer di Indonesia. Jenis ini dibagi lagi menjadi dua varian, yakni MOD mekanik dan MOD elektrik. Meskipun prinsip kerjanya serupa, keduanya memiliki perbedaan di desain serta komponen dipakai. Untuk mengoperasikan MOD, pengguna perlu memiliki sejumlah perlengkapan tambahan seperti baterai, atomizer, *coil*, kapas, *liquid*, dan pengisi daya. Banyaknya perlengkapan ini membuat MOD terkesan mahal saat awal pembelian. Meski demikian, hal ini tidak menjadi masalah bagi pengguna vape (*vaper*), sebab MOD dikenal mampu menghasilkan rasa dianggap paling memuaskan di antara jenis *vape* lainnya walaupun cita rasa tersebut juga sangat bergantung pada keterampilan pengguna dalam merakit coil secara tepat. Harga *vape* jenis MOD bervariasi, mulai dari sekitar Rp 500.000 sampai jutaan rupiah, tergantung pada merek dan kualitas perangkat dipilih (Anstalova, 2020).



Gambar 2.1 Vape Jenis MOD
(Sumber: (Anstalova. 2020).

POD, yang juga dikenal dengan istilah *closed system*, merupakan hasil pengembangan dari jenis MOD. Dari segi desain, POD memiliki bentuk yang lebih ringkas dan portabel, sehingga memudahkan pengguna untuk membawanya ke berbagai tempat. Sistem penggunaannya juga berbeda dengan MOD. Bila MOD biasanya dioperasikan dengan teknik *direct to lung* (DTL), maka POD menggunakan metode *mouth to lung* (MTL), yang lebih menyerupai cara mengisap rokok biasa. Oleh karena itu, banyak perokok aktif yang ingin beralih ke rokok elektrik lebih cenderung memilih POD sebagai langkah awal. Kemudahan penggunaan menjadi salah satu alasan utama pemula lebih memilih jenis POD. Perangkat ini tidak memerlukan banyak perlengkapan tambahan seperti MOD. Pengguna hanya membutuhkan perangkat POD, *cartridge*, dan *liquid* untuk mengoperasikannya. Selain kemudahan dalam pemakaian dan perawatannya, POD juga dinilai mampu memberikan kepuasan nikotin yang lebih maksimal dibandingkan MOD. Dari segi harga, POD tergolong lebih ekonomis, dengan kisaran harga antara Rp 100.000-Rp 500.000, tergantung merek dan spesifikasinya (Anstalova, 2020).



Gambar 2.2 Vape Jenis POD
(Sumber: (Anstalova. 2020).

AIO, atau *All in One*, merupakan jenis vape yang merupakan hasil pengembangan lanjutan dari perangkat POD. Perangkat ini dirancang untuk menghadirkan pengalaman penggunaan yang menggabungkan karakteristik dari MOD dan POD dalam satu alat. Dengan demikian, pengguna memiliki fleksibilitas untuk merasakan sensasi seperti menggunakan MOD maupun POD sesuai preferensi. Selain itu, ukuran AIO yang masih tergolong ringkas menjadi salah satu keunggulan tersendiri. Dari segi harga, AIO cenderung lebih terjangkau dibandingkan MOD, dengan kisaran harga antara Rp 300.000-Rp 1.000.000, tergantung pada merek serta spesifikasi perangkat dipilih (Anstalova, 2020).



Gambar 2.3 Vape Jenis AIQ
(Sumber: (Anstalova. 2020).

2. Kandungan Rokok Elektrik

a. Nikotin

Senyawa psikoaktif utama yang terkandung dalam *e-liquid* yakni nikotin. Nikotin adalah senyawa alkaloid alami memiliki sifat adiktif tinggi. Di dalam *e-liquid*, nikotin bisa hadir dalam bentuk tunggal atau sebagai hasil formulasi dari dua senyawa kimia. Salah satu bentuknya adalah *freebase nicotine*, yakni nikotin yang belum mengalami protonasi dan sering disebut sebagai nikotin murni. Jenis ini mudah menguap saat dipanaskan dan cepat diserap oleh paru-paru. Namun, kadar nikotin bebas yang terlalu tinggi dapat berbahaya, sehingga dikembangkan alternatif berupa *nicotine salt*. *Nicotine salt* yang dicampur dengan asam benzoat dalam *e-liquid* memungkinkan formulasi dengan konsentrasi nikotin yang tinggi, bahkan hingga 50 mg/mL (Overbeek et al., 2020).

b. Propilen glikol

Dua pelarut utama *e-liquid* yakni propilen glikol (PG) serta gliserin nabati (VG). Pelarut ini berfungsi untuk mengencerkan nikotin dan memfasilitasi pembentukan uap. Ketika diuapkan, propilen glikol dapat menimbulkan iritasi saluran pernapasan dan memperburuk gejala asma. Pemanasan PG dan VG juga dapat menghasilkan produk sampingan berbahaya seperti formaldehida serta hemiasetal (termasuk asetaldehida). Formaldehida dikategorikan sebagai karsinogen kelompok 1 yang dapat meningkatkan risiko kanker hingga 5–15 kali. Sementara itu, hemiasetal

berkontribusi terhadap iritasi hidung, gangguan kardiovaskular, serta kerusakan pada jaringan paru-paru (Laucks & Salzman, 2020).

c. Perasa

Lebih dari 7.000 jenis senyawa perasa telah digunakan dengan cara komersial dalam *e-liquid*. Beberapa studi menyebutkan jika senyawa perasa ini memiliki potensi toksik terhadap sel (*cytotoxic*). *Diacetyl* adalah salah satu zat yang umum digunakan dalam campuran perasa dan memberikan aroma mentega khas. Zat ini tergolong dalam kelompok diketone, dan telah dikaitkan dengan penyakit paru yang dikenal sebagai *bronchiolitis obliterans atau popcorn lung*. *Diacetyl* pernah dilaporkan menyebabkan pneumonia pada pekerja pabrik yang terpapar dalam jumlah besar. Meskipun FDA menyatakan bahwa *diacetyl* aman untuk konsumsi secara oral, belum ada kepastian mengenai keamanannya saat zat ini diuapkan dan dihirup. Profil toksikologi senyawa-senyawa perasa dalam *e-liquid* sendiri masih belum sepenuhnya terungkap (Landman et al., 2019).

d. Logam Berat

Komponen logam dalam perangkat *vape* yang bersentuhan langsung dengan *e-liquid* dapat larut ke dalam cairan, terutama saat proses pemanasan. Sejumlah logam berat misalnya kadmium, arsenik, merkuri, timbal, kromium, aluminium, besi, timah, dan nikel ditemukan dalam uap rokok elektrik dan dapat berperan sebagai pemicu kanker. Proses

pelepasan logam-logam ini terjadi akibat mobilisasi ion selama pemanasan. Senyawa logam ini dapat bereaksi dengan aldehida dan keton membentuk senyawa kompleks yang berbahaya. Efek toksiknya dapat berlangsung melalui mekanisme stres oksidatif, genotoksisitas langsung, maupun perubahan ekspresi gen serta fungsi sel punca (Bracken-Clarke et al., 2021).

e. *Policyclic Aromatic Hydrocarbons* (PAHs)

Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAHs) merupakan senyawa organik yang tersusun atas beberapa cincin aromatik yang mengandung unsur karbon dan hidrogen. Senyawa ini biasanya terbentuk akibat proses pembakaran bahan organik yang tidak berlangsung secara sempurna. Ketika tubuh terpapar PAHs, senyawa ini dapat mengaktifkan *aryl hydrocarbon receptor* (AhR), yaitu reseptor yang berperan dalam menstimulasi produksi enzim metabolik xenobiotik (XME) seperti sitokrom P450 isoenzim 1A1 dan 1B1. Enzim-enzim tersebut memiliki peran penting dalam proses metabolisme PAHs, yang dikenal memiliki potensi sebagai zat pemicu kanker (karsinogenik). Salah satu senyawa PAH yang umum ditemukan adalah naftalena, yang dikenal sebagai racun pernapasan dan bersifat karsinogen pada manusia (Traboulsi et al., 2020).

3. Bahaya Rokok Elektrik

Permasalahan terkait bahaya merokok masih menjadi isu yang belum terselesaikan. Banyak individu mengabaikan risiko kesehatan yang

ditimbulkan, dan berbagai faktor seperti tekanan sosial, lingkungan pergaulan, hingga sekadar keingintahuan menjadi pendorong seseorang mulai merokok. Di era saat ini, munculnya rokok elektrik menjadi pilihan bagi sebagian perokok yang ingin berhenti merokok konvensional. Meski demikian, risiko kesehatan dari rokok elektrik juga tidak kalah serius. Penelitian oleh *Center for Tobacco Control Research and Education* di *University of California* menunjukkan jika penggunaan *vape* bisa menyebabkan peningkatan adrenalin, tekanan darah, rasa ketagihan, risiko keracunan, pneumonia, asma, hipotensi, gagal jantung, hingga cedera akibat ledakan perangkat di mulut (Pelawi, dkk., 2023).

Nikotin adalah alasan utama mengapa orang mengonsumsi produk rokok, baik tembakau maupun versi elektronik. Zat ini dikenal dapat meningkatkan tekanan darah, detak jantung, serta curah jantung. Meskipun beberapa penelitian menunjukkan kaitan nikotin dengan penurunan risiko penyakit Parkinson dan Alzheimer, penggunaannya tetap berisiko. Baik rokok tembakau maupun rokok elektrik dapat menghasilkan senyawa toksik yang mirip, seperti *nitrosamines* dan *polycyclic aromatic hydrocarbons* (PAHs), yang telah dikenal luas sebagai karsinogen dan penyebab berbagai penyakit, termasuk gangguan kardiovaskular. Senyawa beracun lain yang ditemukan dalam uap kedua jenis rokok ini antara lain senyawa organik volatil dan senyawa anorganik seperti logam berat dan karbon monoksida (CO) (Sriyanto & Pangestu, 2022).

B. Gambaran Umum Darah

Darah adalah jaringan ikat berbentuk cair yang berwarna kekuningan pucat, disebut juga plasma darah. Di dalamnya tersuspensi berbagai komponen penting seperti trombosit, sel darah putih (leukosit), dan sel darah merah (eritrosit). Peran darah sangat vital dalam sistem kehidupan, terutama pada manusia, karena darah berfungsi mengangkut oksigen serta karbon dioksida ke semua tubuh. Ketika jumlah darah tidak mencukupi, tubuh akan mengalami kelemahan karena kekurangan oksigen yang dibutuhkan oleh jaringan tubuh. Warna merah pada darah manusia disebabkan kandungan hemoglobin berperan dalam mengikat oksigen serta karbon dioksida (Fauzi, dkk., 2019).

Secara umum, darah tersusun atas komponen seluler seperti eritrosit, leukosit, dan trombosit yang berfungsi sebagai media transportasi berbagai zat antara sel tubuh serta lingkungan eksternal. Eritrosit, ataupun sel darah merah, merupakan struktur yang mengandung hemoglobin dan dibungkus oleh membran plasma, yang berperan utama dalam pengangkutan oksigen. Sementara itu, leukosit berperan dalam sistem imun dan akan bergerak menuju lokasi cedera atau infeksi untuk melawan patogen. Adapun trombosit memiliki peran penting dalam mekanisme hemostasis, yaitu proses penghentian pendarahan saat terjadi kerusakan pembuluh darah. Gangguan pada darah akan berdampak langsung pada kelancaran proses metabolisme tubuh (Fitryadi, dkk. 2019).

Serum merupakan bagian cair dari darah yang terbentuk setelah darah mengalami koagulasi, di mana fibrin dan sel-sel darah terpisah. Berbeda dengan

plasma, serum tidak mengandung fibrinogen karena protein tersebut telah digunakan dalam proses pembekuan (Hikmah, 2021).

C. Tinjauan Umum Arsenik

1. Definisi Arsenik

Arsenik adalah golongan pertama bahan karsinogen, memiliki tingkat toksisitas yang tinggi. Arsenik dianggap sebagai senyawa yang sangat beracun karena dosis letalnya 2–20 mg/kg BB, ataupun sekitar 140–1400 mg pada orang dewasa (Reraska, 2023).

Arsen adalah unsur alami yang bisa didapatkan dengan cara bebas di alam dan biasanya ditemukan didalam bentuk kombinasi dengan unsur lain seperti mineral, logam berat, dan oksigen, klorin, dan belerang. Sebab mempunyai kedua sifat logam serta bukan logam, arsen diklasifikasikan menjadi kimia metaloid. Arsen organik bergabung dengan karbon dan hidrogen, dan arsen anorganik bergabung dengan bahan-bahan ini (Lesmana, dkk., 2019).



Gambar 2.4 Arsenik
(Sumber: Butena, 2022)

2. Klasifikasi Arsenik

Arsenik secara kimiawi tergolong sebagai metaloid, yaitu unsur yang memiliki karakteristik gabungan antara logam dan non-logam. Pada umumnya, senyawa arsenik baik yang bersifat anorganik maupun organik berbentuk bubuk putih ataupun tidak berwarna serta memiliki sifat tidak mudah menguap. Sumber alami arsenik anorganik meliputi tanah dan berbagai formasi batuan, terutama yang mengandung mineral tertentu (Hidayat, dkk., 2018).

Logam berat arsenik dapat diklasifikasikan sebagai metaloid oleh *Agency for Toxic Substance and Disease Registry* (ATSDR). Namun, arsenik lebih sering disebut menjadi logam. Arsenik dan komponen lingkungan lainnya seperti klorin, Arsenik anorganik terdiri dari oksigen dan belerang, sedangkan arsenik organik terdiri dari karbon dan hidrogen. Arsenik anorganik di bebatuan dan tanah dapat dipanaskan untuk menghasilkan arsenik trioksida, debu halus (Ratna, 2023).

3. Mekanisme Toksikinetika

Mekanisme toksikokinetik arsenik adalah absorpsi, dengan proses absorpsi berbeda sesuai dengan jenis paparan.

a. Ingesti: Makanan, minuman serta 80-905 dosis arsenik yang tertelan diserap oleh saluran pencernaan dan sistem gastrointestinal.
b. Inhalasi: arsenik dihirup dari udara dan asap rokok, mengendap di bagian atas saluran pernafasan, serta diserap saluran pencernaan.

c. Melalui transportasi serta distribusi Arsen di saluran pencernaan masuk ke peredaran darah dan beredar di semua tubuh serta terkumpul di ginjal, paru-paru, dan hati.

d. Metabolisme serta biotransformasi, Arsenik dalam bentuk arsenat (AsV) masuk ke hati dan akan di ubah menjadi Arsen trioksida kemudian diproduksi melalui reaksi reduksi serta metilasi menghasilkan *Monomethyllarsonic acid* (MMA) dan *Dimethylarsinic acid* (DMA). Selain itu, tubuh dapat memperlancar ekskresinya melalui urin dengan mengubah arsenik anorganik menjadi bentuk organik melalui proses metilasi. Urin merupakan rute ekskresi langsung lainnya untuk arsenik anorganik. Waktu paruh arsenik anorganik melalui urin adalah dua hingga tiga hari. Selain melalui feses, keringat, kuku, dan rambut, urin adalah jalur eksresi utama, meskipun tidak signifikan seperti urin. Laju pembuangan arsenik dari tubuh melalui urin bergantung pada bentuk kimianya serta jenis organisme yang terpapar. Pada individu yang terpapar arsenik dalam dosis rendah, sekitar 35% dari zat tersebut dapat dikeluarkan melalui urin dalam kurun waktu 48 jam. Sementara itu, setelah mengonsumsi makanan laut yang mengandung arsenik anorganik, antara 50-80% arsenik akan diekskresikan melalui urin dalam jangka waktu yang sama (Sari, 2023).

4. Faktor yang mempengaruhi Arsenik

Beberapa faktor mempengaruhi toksisitas arsenik, termasuk keadaan dan kemurnian bahan, kelarutan, tingkat valensi, penyerapan dan eliminasi,

serta bentuk senyawa (organik atau anorganik). Secara umum, arsenik anorganik lebih beracun dan lebih mudah diserap daripada arsenik organik. Salah satu senyawa arsenik yang paling berbahaya, gas arsine, adalah yang paling sering ditemukan saat terjadi paparan akut. MMA dan DMA adalah arsenik organik yang umum. Pada studi in vivo dan in vitro, arsenik memiliki efek diabetogenik, Paparan arsenik dapat menyebabkan berbagai gangguan fungsi pada pankreas, seperti kerusakan pada sel β, penurunan atau penghentian sekresi insulin, terhambatnya penyerapan glukosa yang bergantung pada insulin, serta munculnya resistensi terhadap insulin. Arsenik memiliki afinitas tinggi terhadap gugus tiol atau sulfhidril, yang biasanya berikatan dengan asam lipoat dalam enzim piruvat dehidrogenase. Hal ini menghambat kerja enzim tersebut, sehingga sintesis asetil-KoA dan Nikotinamida Adenosin Dinukleotida (NADH) menjadi terganggu. Akibatnya, produksi Adenosin Trifosfat (ATP) menurun, menghambat proses penyediaan energi dan mengganggu sekresi insulin yang bergantung pada ATP. Selain itu, arsenik juga meningkatkan pembentukan spesies oksigen reaktif (SOR) melalui proses oksidasi glukosa, yang dapat memicu resistensi insulin dan merusak fungsi sel-sel di pulau *Langerhans*. Kondisi ini turut menurunkan aktivitas *Peroxisome Proliferator-Activated Receptor Gamma* (PPARG), sehingga menyebabkan penurunan kemampuan tubuh dalam menyerap glukosa secara optimal (Ratna, 2023).

5. Patofisiologi Arsenik

Metabolisme arsenik berdampak langsung pada efek toksiknya, meskipun mekanisme aksi yang tepat belum sepenuhnya dipahami, ada beberapa hipotesis. Arsenat (pentavalen) dan arsenit (trivalen) adalah bentuk anorganik toksik yang paling umum; masing-masing memiliki mekanisme yang diusulkan berbeda berdasarkan keadaan valensi (Matthew & Kelly, 2023).

Arsenat (arsenik pentavalen) dapat menggantikan fosfat dalam beberapa reaksi. Arsenat memiliki struktur dan sifat yang mirip dengan fosfat. Studi in vitro menunjukkan arsenat bereaksi dengan glukosa untuk membentuk glukosa-6-arsenat, yang menyerupai glukosa-6-fosfat. Glukosa-6-arsenat merupakan substrat untuk heksokinase merupakan pemain kunci dalam glikolisis dan dapat dihambat oleh glukosa-6-fosfat dehidrogenase; serangkaian reaksi yang mengekstraksi energi dari glukosa dalam jalur anaerobik dan aerobik. ATP dihasilkan dengan adanya fosfat; namun, dengan adanya arsenat, penipisan ATP telah diamati sebagai akibat dari berkurangnya pembentukan ATP (Matthew & Kelly, 2023).

Arsenit (arsenik trivalen) dianggap sebagai bentuk anorganik yang lebih beracun dibandingkan dengan arsenat (arsenik pentavalen). Kelompok tiol dan sulfhidril, yang merupakan bahan penyusun kimia penting dari beberapa protein dan enzim yang ada di seluruh tubuh, bereaksi dengan arsenit. Protein dan enzim yang terlibat dalam proses ini mengalami disregulasi dan dihambat.

Salah satu enzim penting terpengaruh yakni piruvat dehidrogenase, dimana yakni kompleks protein yang membutuhkan asam lipoat, suatu ditiol, untuk aktivasi. Piruvat dehidrogenase (PDH) adalah enzim vital dalam siklus asam sitrat; gangguan PDH dapat menyebabkan gangguan respirasi seluler dan pembentukan ATP. Arsenit dapat mengikat secara reversibel gugus sulfhidril yang diyakini menyebabkan dilatasi dan peningkatan permeabilitas kapiler. Afinitas arsenit terhadap tiol, terutama ditiol, menyebabkan transfer arsenit yang menguntungkan ke agen khelasi, ditiol 2,3-dimerkaptosuksinat yang juga dikenal sebagai suksimer (Matthew & Kelly, 2023).

Mekanisme kerja pasti untuk efek karsinogenik arsenik masih belum terverifikasi. Mekanisme yang diusulkan meliputi perubahan perbaikan Deoxyribonucleic Acid (DNA), stres oksidatif metilasi DNA, dan genotoksisitas (Matthew & Kelly, 2023).

Arsen bekerja dalam protoplasma sel. Jika arsen tertelan dalam jumlah minim maka akan terjadi toksisitas akut yang mana gejala atau tanda bisa tidak terlihat, apabila arsen tertelan dalam jumlah banyak maka dapat menyebabkan kematian. Paparan arsen pada tubuh manusia dapat menyebabkan kerusakan pada kulit, mata, darah, dan liver (Nursafitri, 2021).

D. Tinjauan Umum Organ Hati

1. Definisi Organ Hati

Hati merupakan organ kelenjar terbesar di dalam tubuh manusia dengan berat sekitar 1,25 – 1,5kg atau lebih dari 2,5% berat badan orang dewasa

normal. Hati merupakan organ lunak yang lentur dan tercetak oleh struktur lainnya. Bagian bawah hati (hepar) berbentuk cekung dan merupakan atap dari ginjal kanan, lambung pankreas, dan usus Hati dibagi lagi dalam empat belahan (kanan, kiri, kaudata dan kwadarta), dan setiap belahan atau lobus, terdapat lobulus. Lobulus ini berbentuk polyhedral (segi banyak) dan terdiri atas sel hati berbentuk kubus. Lobulus di dalam hati terdapat sekitar 50.000 – 100.000 lobulus yang tersusun radial. Hati juga mempunyai dua jenis persedian darah yang datang melalui arteri hepatica dan vena porta. Arteri hepatika yang keluar dari aorta dan memberikan seperlima darahnya kepada hati sedangkan vena porta yang terbentuk dari vena lienalis dan vena mesenterika superior, mengantarkan empat perlimanya ke hati. Darah venaporta ini membwa kepada hati zat makanan yang telah diabsorpsi oleh usus halus. Vena hepatika mengembalikan darah dari hati ke vena kava inferior. Maka di dalam hati terdapat empat pembuluh darah utama yang menjelajahi seluruh hati, dalam pengartian dua yang masuk yaitu arteri hepatika dan vena porta sedangkan yang keluar yaitu vena hepatika dan saluran empedu (Wijaya. 2021).

Hati juga mempunyai fungsi yaitu menetralkan racun dan makanan. Sesuai dengan fungsinya, hati melaksanakan fungsi pencernaan terhadap sebagian besar bahan kimia melalui aktifitas enzim yang beraneka ragam. Hati juga menduduki urutan pertama dalam hal jumlah, kerumitan dan ragam fungsi. Hati sangat penting untuk mempertahankan fungsi hidup dan berperan

dalam hampir setiap metabolisme dan bertanggung jawab atas lebih dari 500 aktivitas berbeda (Wijaya. 2021).

Organ hepar terdiri dari ribuan enzim yang dimana beberapa dari enzim-enzim tersebut terdapat di plasma dalam konsentrasi yang sangat rendah. Peningkatan kadar enzim-enzim tersebut dalam plasmaterutama menggambarkan peningkatan laju masuknya enzim tersebut dari sel hepar yang rusak ke dalam plasma darah. Enzim aminotransferase merupakan indikator yang sensitif untuk mendeteksi adanya nekrosis hepatoselular dan sangat membantu dalam mengenali penyakit-penyakit hepatoselular seperti hepatitis (Sisjufri, 2020).

2. Metabolisme dan Fatofisiologi Organ Hati

Metabolisme adalah istlah menunjukan perubahan – perubahan kimiawi yang terjadi di dalam tubuh untuk pelaksanaan sebagai fungsi vitalnya. Setiap sel terdiri atas protoplasma yang memiliki kemampuan yang mengangkut oksigen. Bersangkutan dengan metabolisme atau cara kerja hati pada tubuh, khususnya dalam pengaruh makanan dan darah ada pun fungsi hati dijalankan oleh sel yang disebut hepatosit, menurut (Wijaya. 2021) fungsi hati adalah sebagai berikut :

a. Sebagai penampung darah
b. Membersikan darah untuk melawan infeksi
c. Memproduksi dan mengsekresikan empedu
d. Membantu menjaga keseimbangan glukosa darah

e. Membantu metabolisme lemak
f. Membantu metabolisme protein
g. Metabolisme vitamin dan mineral
h. Menetralisir zat –zat beracun dalam tubuh
i. Mempertahankan suhu tubuh

Enzim adalah biomolekul yang berupa protein atau bisa disebut protein yang hadir di seluruh tubuh, enzim bekerja dengan cara bereaksi dengan molekul substrat untuk menghasilkan senyawa melalui suatu reaksi kimia organik yang membutuhkan energi aktivitasyang lebih rendah (Chen, 1992). Hati memproduksi beberapa protein sebagai enzim, gambaran enzim transaminase ini yang digunakan untuk mengukur level beberapa jenis enzim hati, yang merupakan protein spesifik yang membantu untuk memecahkan dan menggunakan metabolisme substansi yang lain (Wijaya. 2021).

Salah satu langka awal dalam mendeteksi kerusakan hati adalah suatu tes sederhana untuk menentukan adanya enzim hati tertentu (protein) di dalam darah. Enzim ini berada di dalam hati dan ketika hati terluka karena alasan apapun, enzim ini tumpah ke dalam aliran darah dan bereksi dengan infeksi. Hati terdiri atas bermacam – macam sel. Hepatosit meliputi kurang lebih 60% sel hati, dan sedangkan sisanya terdiri dari sel – sel *ephithelial*. Hepatosit merupakan sel tubuh yang memproduksi protein dan enzim intraseluler termasuk transaminase. Enzim yang dihasilkan oleh hepatosit yaitu *Alanine Aminotransferase* (ALT) atau *Serum Glutamic Pyruvic Transaminase*

(SGPT), dan *Aspartate Aminotransferase* (AST) atau *Serum Glutamic Oksaloasetat Transaminase* (SGOT). SGPT terdapat pada sel darah merah, otot jantung, otot skelet, ginjal dan otak. Sedangkan SGOT ditemukan pada hati. Enzim tersebut akan dikelurakan dari hepatosit jika terdapat peradangan atau kerusakan pada sel tersebut. Kedua enzim ini dapat meningkat karena adanya gangguan fungsi hati, dan penenda kerusakan sel lainnya, yang salah satu penyebabnya adalah proses infeksi yang disebabkan oleh virus (Wijaya. 2021).

E. Tinjauan Umum *Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase* (SGOT)

1. Definisi *Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase* (SGOT)

Aspartate aminotransferase (AST), atau yang lebih dikenal dengan istilah *Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase* (SGOT), merupakan enzim yang sering dimanfaatkan sebagai penanda biokimia untuk mendeteksi adanya gangguan fungsi hati. Dalam kondisi normal, enzim ini tersimpan di dalam sel-sel hati. Namun, jika terjadi kerusakan pada jaringan hati, enzim SGOT akan dilepaskan ke dalam sirkulasi darah, yang menyebabkan peningkatan kadarnya. Peningkatan kadar ini menjadi indikasi adanya cedera atau kelainan pada fungsi hati (Widarti & Nurqaidah, 2019)

SGOT merupakan enzim hati yang memiliki peran penting dalam sintesis protein. SGOT merupakan enzim yang berperan dalam proses katalisis pemindahan gugus amino dari asam aspartat ke senyawa α- ketoglutarat, yang menghasilkan senyawa oksaloasetat dan glutamat. Meskipun utamanya berada

di hati, enzim ini juga terdapat di organ lain seperti jantung, otot rangka, otak, dan ginjal. Karena itu, cedera atau gangguan pada salah satu dari organ-organ tersebut dapat menyebabkan peningkatan kadar SGOT dalam aliran darah. Nilai normal SGOT berada di bawah 41 U/L. Walaupun enzim ini dapat digunakan untuk mendeteksi nekrosis sel hati, SGOT tidak sepenuhnya spesifik sebagai indikator kerusakan hati karena juga bisa meningkat akibat kelainan pada organ lain (Jumei, 2018).

SGOT (*Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase*) merupakan enzim yang dijumpai dalam otot jantung dan hati, sementara dalam konsentrasi sedang dijumpai pada otot rangka, ginjal dan pankreas. Konsentrasi rendah dijumpai dalam darah, kecuali jika terjadi cedera seluler, kemudian dalam jumlah banyak dilepaskan ke dalam sirkulasi. Pada infark jantung, SGOT/AST akan meningkat setelah 10 jam dan mencapai puncaknya 24- 48 jam setelah terjadinya infark (Alwaali, dkk. 2021).

SGOT secara alami terdapat didalam jaringan tubuh, terutama di hati dan jantung. Enzim ini dilepaskan ke aliran darah ketika terjadi kerusakan jaringan, sehingga kadar SGOT didalam serum bisa meningkat di kondisi seperti serangan jantung (infark miokard) ataupun kerusakan akut pada sel-sel hati. Pemeriksaan kadar SGOT digunakan dalam menilai kondisi dan fungsi hati serta mendeteksi adanya infeksi, cedera jaringan, atau kerusakan organ seperti hati, jantung, maupun otot (Jumei, 2018).

Terdapat dua jenis enzim dari kelompok aminotransferase yang paling sering dikaitkan dengan kerusakan hati, yakni *Aspartate Aminotransferase* (AST/SGOT) serta *Alanine Aminotransferase* (ALT/SGPT). Enzim AST berperan dalam reaksi kimia dimana melibatkan pemindahan gugus amino antara asam aspartat serta asam α-ketoglutarat. Sedangkan enzim ALT mengkatalisis reaksi antara alanin dan asam α-ketoglutarat. Kedua enzim ini sangat penting dalam proses metabolisme protein dan digunakan sebagai indikator biokimia pada kerusakan hati (Jumei, 2018).

2. Patosifiologi *Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase* (SGOT)

Kadar *Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase* (SGOT) yang sedikit melebihi batas normal tidak selalu menjadi indikasi pasti adanya penyakit, terutama gangguan pada organ hati. Peningkatan SGOT bisa saja dipicu oleh faktor lain yang tidak berkaitan langsung dengan kerusakan hati. Selain itu, kadar enzim ini bersifat fluktuatif dan bisa berubah sewaktu-waktu. Misalnya, seseorang yang sedang diperiksa mungkin menunjukkan kadar SGOT tinggi, tetapi tidak lama kemudian nilainya dapat kembali normal. Sebaliknya, individu lain bisa saja menunjukkan kadar SGOT normal saat pemeriksaan, padahal dalam kondisi tertentu biasanya berada di atas ambang normal. Sehingga, hasil dari satu kali pemeriksaan saja belum cukup kuat untuk menjadi dasar dalam menarik kesimpulan medis yang pasti (Jumei, 2018).

3. Faktor yang mempengaruhi kadar *Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase* (SGOT)

Menurut (Jumei, 2018) terdapat beberapa faktor yang bisa memengaruhi kadar *Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase* (SGOT) dalam tubuh, antara lain:

a. Istirahat tidur

Kurangnya waktu tidur, terutama pada penderita hepatitis yang tidak mendapatkan istirahat yang cukup misalnya tidur kurang 7-8 jam/malam dapat menyebabkan peningkatan kadar SGOT.

b. Kelelahan

Aktivitas fisik berlebihan, baik karena pekerjaan sehari-hari yang padat maupun olahraga yang terlalu intens, juga dapat menjadi pemicu naiknya kadar SGOT dalam darah.

c. Konsumsi obat-obatan

Beberapa jenis obat mempunyai efek samping yang bisa meningkatkan kadar SGOT. Di antaranya adalah Isoniazid, Metildopa, Phenytoin (Fenitoin), dan Asam Valproat, yang diketahui dapat memengaruhi fungsi hati secara langsung.

4. Kondisi jika *Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase* (SGOT) Meningkat

Menurut (Jumei, 2018) ada beberapa hal yang terjadi bila kadar SGOT meningkat, yakni:

a. Peningkatan tinggi (> 5 kali nilai normal): Kenaikan kadar SGOT secara drastis biasanya terjadi pada kondisi seperti kerusakan sel hati yang parah (hepatoseluler akut), serangan jantung (infark miokard), kegagalan sirkulasi sistemik, peradangan pankreas akut (pankreatitis), serta infeksi virus seperti mononucleosis.
b. Peningkatan sedang (3-5 kali nilai normal): Peningkatan SGOT tingkat sedang umumnya ditemukan pada kasus penyumbatan saluran empedu, gangguan irama jantung (aritmia), gagal jantung kongestif, adanya tumor di hati baik yang bersifat primer maupun metastatik, serta gangguan otot seperti distrofi otot.
c. Peningkatan ringan (sampai 3 kali normal): Kadar SGOT yang sedikit meningkat dapat dijumpai pada beberapa kondisi seperti peradangan selaput jantung (perikarditis), sirosis hati, emboli paru (infark paru), delirium tremens, dan gangguan pembuluh darah otak seperti stroke (CVA).

5. Masalah klinis *Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase* (SGOT)

Menurut (Jumei, 2018) ada beberapa masalah klinis pada SGOT, yakni:

a. Peningkatan kadar: Kadar SGOT dalam darah dapat meningkat akibat sejumlah kondisi medis, seperti serangan jantung akut (infark miokard),

peradangan otak (ensefalitis), kerusakan hati berat (nekrosis hepar), gangguan dan cedera pada sistem otot dan rangka, peradangan pancreas akut, ekslampsia selama kehamilan, serta gagal jantung kongestif (GJK).

b. Penurunan kadar: Sebaliknya, penurunan kadar SGOT dapat terjadi pada situasi tertentu seperti masa kehamilan, kondisi ketoasidosis diabetik, serta gangguan akibat kekurangan vitamin B1 seperti pada penyakit beri-beri.

F. Hubungan Arsenik (As) dengan *Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase* (SGOT)

Hati yakni organ target utama untuk metabolisme arsenik. Jalur metabolisme utama arsenik anorganik pada manusia adalah metilasinya di hati. Metilasi arsenik telah dibuktikan dengan adanya asam monometilarsonat (MMA) dan asam dimetilarsinat (DMA) dalam urin dan empedu. Asam monometilarsonat relatif lebih genotoksis daripada asam dimetilarsinat. Secara umum, toksisitas arsenik dianggap sebagian besar merupakan hasil reaksinya dengan gugus sulfhidril bebas dari enzim dan protein, diikuti oleh ikatan silang. Kerusakan DNA oksidatif, toleransi yang didapat terhadap apoptosis, peningkatan proliferasi sel, perubahan metilasi DNA, ketidakstabilan genom, dan sinyal estrogen yang abnormal telah dilaporkan terlibat dalam toksisitas hati yang disebabkan oleh arsenik. Kanker hati dan gangguan hati lainnya dianggap sebagai penyebab utama kematian terkait arsenik. Fungsi hati, penyakit hati, dan cedera hati akibat obat dapat dinilai melalui berbagai tes fungsi hati (LFT) yang rutin dipesan, yaitu, pemeriksaan klinis yang mengukur kadar berbagai biomarker (protein atau enzim) dalam darah.

Protein/enzim ini mencerminkan berbagai aspek fungsi hati yang normal. Misalnya, ALT dan AST menunjukkan integritas hepatosit, dan kadar ALP menunjukkan apakah ada pembentukan empedu dan albumin yang memadai untuk sintesis protein. Pengujian fungsi hati adalah pemeriksaan klinis utama paling umum dipakai dalam menilai fungsi hati. Paparan arsenik menyebabkan pembesaran hati dengan peningkatan kadar ALP, AST, dan ALT secara bersamaan (Islam, dkk., 2021).

G. Tinjauan Umum Alat Pemeriksaan Logam Arsenik (As) dan Pemeriksaan *Serum Glutamic Oxaloacetic Transminase* (SGOT)

1. Alat *Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry* (ICP-MS)

   a. Definisi *Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry* (ICP-MS)

      ICP-MS merupakan instrument gabungan dari plasma induksi (*Inductively coupled plasma*) dengan spektrometer massa (MS) yang dapat digunakan untuk mendeteksi *trace* mineral sampel lingkungan. *Instrument* ini mempunyai keunggulan diantaranya mempunyai batas deteksi lebih rendah. Bisa memberikan informasi lebih mengenai isotop, dan lebih sederhana dari AAS. ICP-MS di aplikasikan dalam menganalisis banyak unsur dengan bersamaan pada tingkat serendah 1-10 *part per trillion* atau ppt dan dipakai untukindustry makanan, minuman, logam, farmasi, lingkungan, dan air. ICP-MS sangat efektif untuk analisa logam pada konsentrasi serendah ppt [*part per trillion*], sehingga ion yang dikeluarkan dalam plasma argon. Dapat diinjeksikan kedalam MS yang dapat

memisahkan ion berdasarkan rasio massa atau muatan (Septiani, 2021).

Inductively Coupled Plasma (ICP) merupakan instrumen yang digunakan untuk menganalisis dan mendeteksi trace metals dengan prinsip utama pengatomisasian elemen sehingga memancarkan cahaya panjang gelombang tertentu. Bahan yang akan dianalisis untuk alat ini harus berwujud larutan yang homogen. ICP-OES merupakan perangkat canggih untuk penentuan logam dalam berbagai matriks sampel yang berbeda. ICP dikembangkan untuk spektrometri emisi optik oleh Fasse pada pertengahan 1960-an. Instrumen ICP-OES yang tersedia secara komersial pertama kali diperkenalkan pada tahun 1974 (Adji. 2018).

Material yang akan dianalisis dengan alat ICP harus berbentuk larutan yang homogen. Sebelum dianalisis dengan ICP, sampel harus dilarutkan terlebih dahulu menggunakan pelarut yang sesuai. Larutan dalam bentuk pelarut air lebih disukai daripada pelarut organik, karena larutan organik memerlukan perlakuan khusus sebelum diinjeksikan ke dalam ICP. Prinsip umum pada pengukuran ini adalah mengukur intensitas energi/radiasi yang dipancarkan oleh unsur-unsur yang mengalami perubahan tingkat energi atom (eksitasi atau ionisasi). Larutan dihisap dan dialirkan melalui *capillary tube* ke *nebulizer*. *Nebulizer* mengubah larutan menjadi *aerosol*. Cahaya yang dipancarkan oleh atom-atom dalam ICP dikonversi ke dalam bentuk sinyal listrik yang dapat diukur secara kuantitatif. Hal ini dilakukan dengan memecahkan

cahaya menjadi komponen radiasi (hampir selalu melalui suatu kisi difraksi) dan kemudian mengukur intensitas cahaya dengan tabung photomultiplier pada panjang gelombang yang spesifik untuk setiap baris elemen. Cahaya yang dipancarkan atom atau ion dalam ICP diubah menjadi sinyal-sinyal listrik oleh photomultiplier dalam spektrometer. Setiap unsur memiliki panjang gelombang tertentu dalam spektrum yang dapat digunakan untuk analisis (Adji. 2018).



Gambar 2.5 Alat ICP-MS
(Sumber: Septiani, 2021)

b. Prinsip *Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry* (ICP-MS)

Prinsip kerja utama dalam penentuan ion yaitu pengatomisasian ion sehingga dapat memancarkan cahaya terukur pada panjang gelombang tertentu. Bila dikombinasikan dengan teknik persiapan sampel, ICP dapat digunakan untuk penyelidikan kuantitatif berbagai matriks. Dimana larutan sampel yang masuk akan diubah menjadi butir-butir halus (<10 µm) oleh nebulizer kemudian diteruskan ke dalam plasma dalam jumlah sekitar 1-2%, sedangkan butir-butir kasar akan ditampung. Proses atau

langkah kerjanya memiliki urutan yaitu tahap pertama: ionisasi. Pada langkah kedua, yang dikenal sebagai percepatan, ion-ion akan dipercepat hingga energi kinetiknya sama. Sinar ion yang bergerak melalui mesin akan dideteksi secara elektrik oleh detektor pada langkah ketiga, pembelokan, dan tahap keempat, deteksi (Septiani, 2021).

c. Komponen *Instrumen Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry* (ICP-MS)

Menurut (Septiani, 2021) Adapun komponen instrumen ICP-MS, yaitu:

1) Plasma diolah dari pemanasan induktif gas mengalir dan induksi medan magnet.
2) Argon sebagai gas pembawa yang berfungsi menyalurkan sampel ke plasma.
3) *Nebulizer*, mengubah cairan sampel jadi aerosol.
4) Spray chamber, berfungsi menyalurkan aerosol ke plasma, proses ini aerosol akan mengalam desolvasi ataupun voltasi artinya aerosol kering yang bentuknya seragam atau proses penghilangan pelarut.
5) Detektor berfungsi untuk mendeteksi sinar-sinar ion yang melewati mesin.
6) *Interface* atau pembelokan
7) *Quadrupol*

d. Jenis ICP-MS

Ada 2 jenis ICP yakni ICP-*Optical Emission Spectrophotometer* (ICP-OES) atau ICP-*Atomic Emission Spectrophotometer* (ICP-AES) dan ICP-*Massa Spectrophotometer* (ICP-MS) (Noor, 2014). Perbedaan mendasarnya adalah padaICP-MS atom dapat dibelokkan dalam sebuah medan magnet (atom tersebut diubah menjadi ion terlebih dahulu). Karena partikel-partikel bermuatan listrik dibelokkan dalam medan magnet dan partikel-partikel yang tidak bermuatan (netral) tidak dibelokkan. Ion-ion yang bermassa ringan akan dibelokkan lebih daripada ion-ion yang bermassa berat. Selain itu, Ion yang mempunyai muatan +2 (atau lebih) akan dibelokkan lebih daripada ion-ion yang bermuatan +1. Dua faktor terebut digabungkan ke dalam perbandingan massa/muatan. Perbandingan ini mempunyai simbol m/z (atau m/e) (Adji. 2018).

e. Keuntuangan ICP-MS

Keuntungan dari ICP adalah memilki kemampuan mengidentifikasi dan mengukur konsentrasi lebih dari 80 elemen secara bersamaan dari ultratrace sampai ke tingkat komponen utama dalam jangka waktu yang singkat yaitu 30 detik dan hanya menggunakan ± 5 mL sampel. Batas deteksi ICP-OES mampu mencapai ppb sedangkan ICP-MS mencapai ppt. Walaupun secara teori, semua unsur kecuali Argon dapat ditentukan menggunakan ICP, namun beberapa unsur tidak stabil memerlukan fasilitas khusus untuk menanganinya, oleh karena itu

memerlukan biaya yang besar. ICP-MS tidak berguna dalam deteksi halogen dan sulit mendeteksi unsur bermuatan negative (Adji. 2018).

2. Alat ABX Pentra C400

a. Metode Fotometrik

Fotometri merupakan salah satu metode dalam analisis kimia yang bekerja berdasarkan prinsip pengukuran intensitas cahaya yang diserap atau diteruskan oleh suatu larutan. Teknik ini banyak digunakan di berbagai bidang karena keandalannya dalam menentukan konsentrasi senyawa. Konsep utamanya adalah bahwa setiap zat memiliki karakteristik dalam menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu. Dalam bidang analisis medis, khususnya pemeriksaan darah dan cairan biologis lainnya, metode fotometrik sering dimanfaatkan untuk menentukan kadar komponen seperti glukosa, kolesterol, protein, serta enzim tertentu (Rais, dkk., 2024).



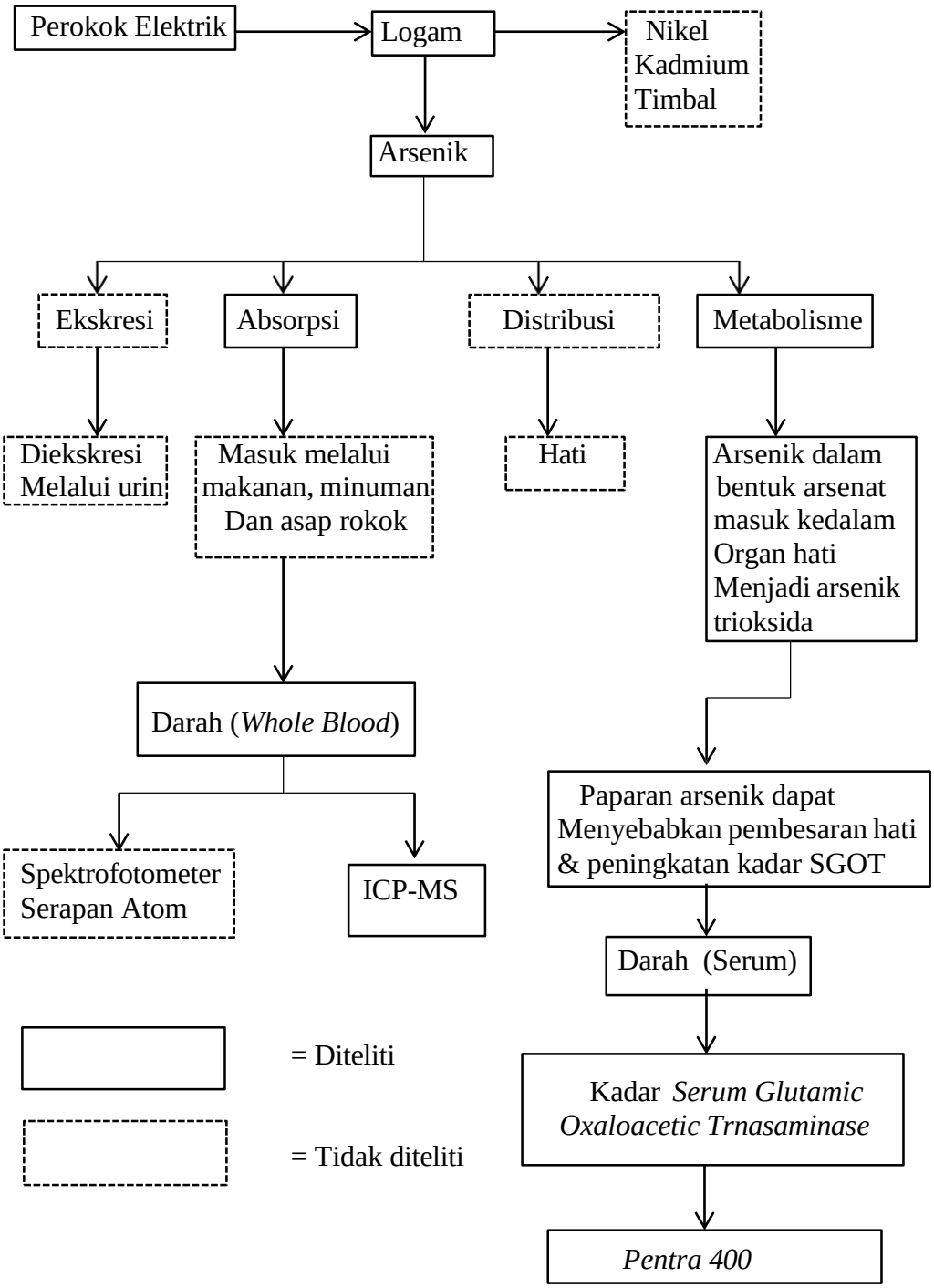
Gambar 2.6 Alat *ABX Pentra C400*
(Sumber: Fauziah, 2020)

Dalam metode fotometri, sampel yang dianalisis harus terlebih dahulu dilarutkan sehingga memungkinkan terjadinya interaksi antara cahaya dan zat yang akan diukur. Cahaya dengan panjang gelombang dalam rentang 400 hingga 800 nanometer diarahkan melewati larutan tersebut, kemudian intensitas cahaya yang keluar dari sampel diukur. Selisih antara intensitas cahaya yang masuk dan yang keluar mencerminkan jumlah cahaya yang diserap oleh zat dalam sampel, yang selanjutnya digunakan untuk menentukan konsentrasi zat tersebut (Rais et al., 2024).

b. Keuntungan Metode Fotometrik

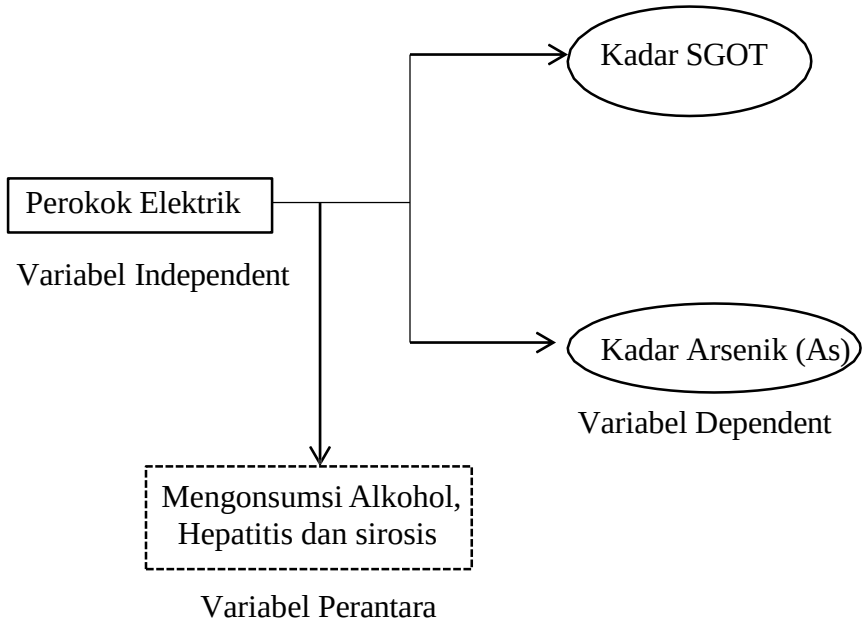
Salah satu keunggulan utama dari metode fotometri adalah tingkat akurasinya yang tinggi dalam menentukan kadar suatu zat dalam sampel. Metode ini juga dikenal memiliki sensitivitas yang baik, sehingga mampu digunakan untuk mengukur konsentrasi zat baik dalam jumlah yang besar maupun sangat kecil (Rais et al., 2024).

H. Kerangka Teori



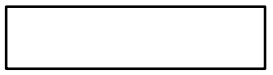
Gambar 2.7 Bagan Kerangka teori

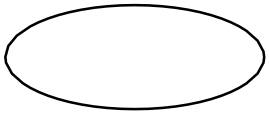
I. Kerangka Konsep



Gambar 2.8 Bagan Kerangka Konsep

Keterangan gambar:


= Variabel Independent


= Variabel Dependent


= Variabel Perantara

J. Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini, terdapat dua jenis variabel yang digunakan, yaitu variabel independen dan variabel dependen. Variabel independen dalam penelitian ini adalah kebiasaan merokok elektrik (*vape*), sedangkan variabel dependennya mencakup kadar *Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase* (SGOT) dan kadar arsenik (As) dalam darah.

K. Definisi Operasional

1. Perokok elektrik adalah perokok yang menggunakan rokok elektrik sebagai pengganti rokok konvensional yang dimana rokok elektrik atau *vape* yakni perangkat berdaya listrik saat ini sering kali digunakan di kalangan remaja atau orang yang sudah dewasa.
2. Arsenik yakni jenis logam berat terkandung dalam rokok elektrik.
3. SGOT adalah enzim paling banyak terdapat dalam organ hati. Tes darah SGOT adalah pemeriksaan medis perlu di lakukan dalam mengetahui jika terjadi kerusakan hati.

L. Hipotesis

1. Hipotesis (H0) : Tidak terdapat hubungan antara kadar arsenik dengan kadar SGOT pada perokok elektrik (*vape*).
2. Hipotesis (H1) : Terdapat hubungan antara kadar arsenik dengan kadar SGOT dalam darah perokok elektrik (*vape*).

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian kuantitatif dengan pendekatan *cross-sectional*. Pendekatan *cross-sectional* merupakan metode observasional yang bertujuan untuk menganalisis data dari variabel-variabel yang dikumpulkan pada satu waktu tertentu, terhadap sekelompok populasi atau subjek penelitian yang telah ditetapkan sebelumnya.

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

1. Lokasi penelitian

   Lokasi pengambilan sampel di wilayah Antang dan wilayah Bumi Tamalanrea Permai (BTP) dan pengerjaan sampel penelitian di Laboratorium Kimia Kesehatan dan Laboratorium Patologi di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Masyarakat (BBLKM) Makassar.

2. Waktu penelitian

   Penelitian dilaksanakan pada bulan April - Mei 2025.

C. Populasi dan Sampel

1. Populasi

   Populasi penelitian ini yakni pengguna vape berada di wilayah Antang dan wilayah Bumi Tamalanrea Permai (BTP).

2. Sampel

   Sampel yang dipakai penelitian ini yakni sampel pengguna *vape* yang

ada di wilayah Antang dan Bumi Tamalanrea Permai (BTP), jumlah sampel yang digunakan yaitu sebanyak 30 sampel perokok elektrik (*vape*).

D. Kriteria Sampel

1. Kriteria Inklusi
   a. Laki – laki usia 20-27 tahun pengguna rokok elektrik (*vape*)
   b. Lama merokok 5 tahun
2. Kriteria Eksklusi
   a. Memiliki penyakit hepatitis dan sirosis.
   b. Mengonsumsi obat obatan yang mempengaruhi SGOT seperti paracetamol, ibuprofen, naproxen dan aspirin.
   c. Mengonsumsi alcohol
   d. Perokok konvensional

E. Teknik Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel secara sengaja merupakan metode yang digunakan untuk pengambilan sampel. Salah satu metode pengambilan sampel dengan beberapa implikasi adalah pengambilan sampel secara sengaja. Pengambilan sampel di dasarkan pada kriteria atau pertimbangan tertentu yang telah di ketahui sebelumnya.

F. Instrumen Penelitian (Alat dan Bahan Penelitian)

1. Alat

   Alat yang dipakai dalam penelitian ini yaitu ICP-MS, gelas ukur 50 mL, pipet tetes, tabung destruksi, mikropipet 500µ, hot plate, kertas saring

whatmann, corong kaca, *ABX Pentra C400*, Rak sampel, Mikropipet 500 µl

2. Bahan Penelitian

Bahan yang dipakai dalam penelitian ini yakni sampel serum, Asam Nitrat (HNO3), asam sulfat (H_2SO_4), arsen trioksida (As_2O_3), *parafilm*, serta aquabidest, serum, cup sampel, tip biru, reagen *ABX Pentra C400*.

G. Prosedur Kerja Penelitian

1. Pengambilan Sampel

Peneliti mendatangi tempat penelitian yang telah ditetapkan sebagai lokasi pengambilan sampel, kemudian melakukan wawancara, lalu meminta persetujuan untuk dijadikan sebagai responden, kemudian peneliti mengambil darah vena pada perokok elektrik sebanyak 3 mL, Setelah pengambilan darah vena, darah dimasukkan kedalam tabung vacutainer bertutup merah dan ungu. Kemudian dilakukan centrifuge pada darah ditabung tutup merah untuk mendapatkan serum, lalu dimasukan serum kedalam cup sampel dan tabung sampel pada tabung ungu pun disimpan pada di cool box.

2. Pembuatan Larutan Induk As_2O_3 1000 ppm

Larutan induk konsentrasi 1000 ppm dibuat dengan cara melarutkan 0, 3787 Arsenik Trioksida (As_2O_3) dalam beaker glass 100 mL, selanjutnya di tambahkan Asam sulfat (H_2SO_4) sebanyak 7 mL kemudian larutan dipindahkan ke labu ukur 1000 mL lalu ditambahkan aquabidest sampai tanda batas.

3. Pembuatan Larutan Standar As_2O_3 100 ppm

   Untuk memperoleh larutan standar arsenik (As_2O_3) dengan konsentrasi 100 ppm, terlebih dahulu diambil sebanyak 10 mL dari larutan induk berkonsentrasi 1000 ppm menggunakan pipet volume. Larutan tersebut kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur berkapasitas 100 mL, dan diencerkan dengan aquabidest hingga mencapai tanda garis batas kemudian homogenkan.

4. Pembuatan Larutan Standar As_2O_3 10 ppm

   Selanjutnya, untuk membuat larutan standar As_2O_3 dengan konsentrasi 10 ppm, diambil 10 mL dari larutan 100 ppm menggunakan pipet, lalu dipindahkan ke dalam labu ukur 100 mL. Setelah itu, larutan diencerkan dengan aquabidest hingga volume mencapai tanda batas pada labu ukur kemudian homogenkan.

5. Pembuatan Larutan deret standar 0,01; 0,05; 0,1; 0;15; 0,2; dan 0,5 ppm

   Dipipet masing-masing 0,001; 0,005; 0,1; 0,015; 0,02; dan 0,05 mL larutan standar 10 ppm serta dimasukan kedalam masing-masing labu ukur 100 ml, selanjutnya di tambahkan aquadest hingga tanda batas dan di homogenkan.

6. Pemeriksaan Kadar Arsenik (As)

   Pipet 0,5 mL sampel darah dan masukkan ke dalam tabung destruksi kemudian tambahkan 5 mL HNO3 pekat selanjutnya destruksi hingga jernih, dinginkan dan tambahkan aquabidest sampai 50 mL dan masukkan sampel tersebut dengan memakai kertas saring ke dalam botol, lalu masukkan kembali

ke dalam tabung reaksi menggunakan ICP-MS.. Pengukuran absorbansi dilakukan terhadap larutan standar pada masing- masing konsentrasi dengan menggunakan panjang gelombang 226,5 nm. Selanjutnya, dibuat kurva kalibrasi dengan memplotkan konsentrasi pada sumbu X dan nilai absorbansi pada sumbu Y. Untuk menentukan kadar arsenik (As) dalam sampel, sampel yang telah melalui proses destruksi diukur nilai absorbansinya pada panjang gelombang yang sama, yaitu 226,5 nm.

7. Pemeriksaan Kadar SGOT

Disiapkan alat serta bahan yang dipakai, di lakukan pembacaan kontrol pada alat, kemudian dilakukan persiapan sampel serum dengan cara mengurutkan sampel sesuai kode lab terkecil, kemudian lakukan penomoran sampel dan cup sampel sesuai dengan kode lab, tempatkan cup sampel pada rak sampel, kemudian pipet sampel pada cup sampel sebanyak 500 µl dan input data pasien berdasarkan LHUS.

Cara menginput data pasien pada ABX Pentra C400 dari menu utama, pilih worklist lalu menu pasien dan klik control. Masukkan data pasien {Patient ID, Sample ID, Umur, jenis, jenis kelamin}, pilih parameter pemeriksaan dan tekan save. Letakkan sampel pad arak sampel sesuai posisi yang telah ditentukan pada workist, tutup cover alat, tekan tombol run untuk memulai pemeriksaan dan tunggu hasil keluar.

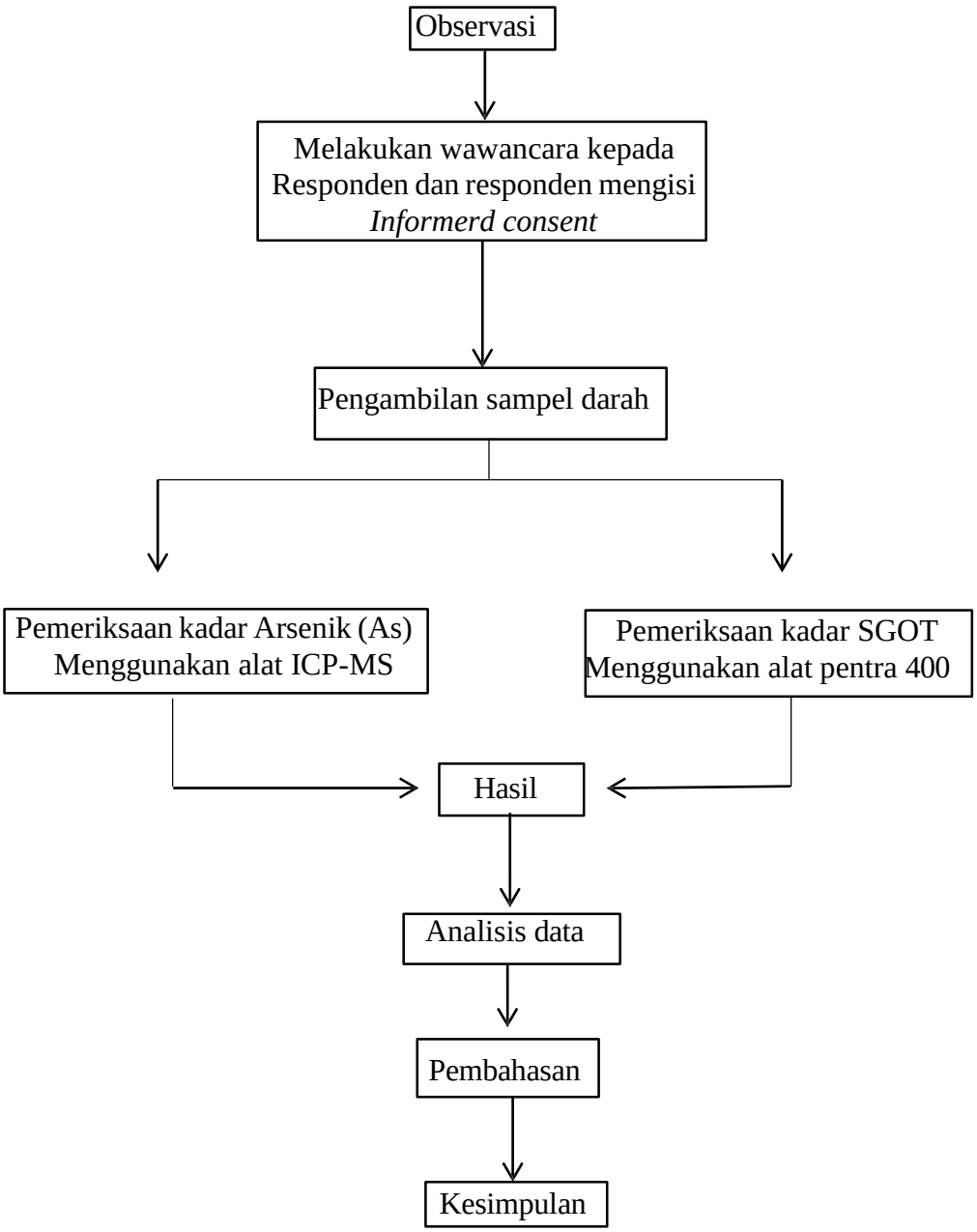
H. Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan metode pengumpulan data primer, yaitu teknik pengumpulan data yang dilakukan secara langsung dari sumber pertama. Beberapa metode yang digunakan meliputi wawancara, pengisian kuesioner, serta pengukuran langsung terhadap parameter logam Arsenik (As) dan kadar enzim SGOT dalam sampel.

I. Analisis Data

Dalam proses analisis data, digunakan uji statistik untuk menguji normalitas distribusi data dengan metode Shapiro-Wilk. Apabila hasil pengujian menunjukkan bahwa data berdistribusi normal, maka dilanjutkan dengan analisis menggunakan uji korelasi Pearson. Sebaliknya, jika distribusi data tidak normal, maka digunakan uji korelasi Spearman. Tujuan dari analisis ini adalah untuk menilai ada tidaknya pengaruh antara paparan arsenik terhadap kadar SGOT. Hasil uji dianggap signifikan jika nilai $p < 0,05$, yang menunjukkan adanya hubungan yang bermakna antara kadar arsenik dan SGOT. Sebaliknya, jika nilai $p > 0,05$, maka tidak terdapat hubungan yang signifikan antara kedua variabel tersebut.

J. Alur Penelitian



Gambar 10. Skema Alur Penelitian

K. Etika Penelitian

Sebelum penelitian ini dilakukan, maka peneliti akan senantiasa memperhatikan dan menjaga etika, yakni:

1. Informed consent (Lembaran pengesahan)

   Sebelum pelaksanaan penelitian, responden terlebih dahulu diberikan informed consent, yaitu lembar persetujuan sebagai tanda kesediaan untuk berpartisipasi dalam penelitian. Tujuan pemberian persetujuan ini adalah agar subjek memahami maksud, tujuan, serta potensi risiko atau dampak dari keterlibatannya dalam penelitian.

2. *Anonymity* (Tanpa nama)

   Prinsip *anonymity* diterapkan dengan tidak mencantumkan nama responden pada lembar pengumpulan data. Sebagai gantinya, peneliti menggunakan kode tertentu guna menjaga kerahasiaan identitas subjek.

3. *Confidentiality* (Kerahasiaan)

   Konsep *confidentiality* menekankan bahwa seluruh data dan informasi yang diperoleh dari partisipan wajib dijaga kerahasiaannya. Etika penelitian mengharuskan peneliti untuk memberikan jaminan bahwa hasil penelitian tidak akan disalahgunakan dan identitas responden tetap terlindungi.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Penelitian ini bertujuan dalam mengetahui pengaruh kadar Arsenik (As) serta SGOT dalam darah perokok elektrik (vape) di wilayah Antang dan Bumi Tamalanrea Permai (BTP), proses pengambilan sampel dilakukan melalui proses wawancara menggunakan kuesioner dan mengambil sampel darah sesuai dengan kriteia penelitian. Telah di lakukan penelitian pemeriksaan kadar Arsenik dalam darah menggunakan alat ICP-MS dan pemeriksaan SGOT menggunakan alat ABX Pentra C400, jumlah sampel sebanyak 30 sampel. Penelitian ini dilakukan di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Masyarakat (BBLKM) Makassar.

1. Karakteristik Subjek Penelitian

Berdasarkan distribusi jenis kelamin di dapatkan semua responden berjenis kelamin laki-laki 30 responden dengan nilai persentase 100%.

Tabel 4.1 Karakteristik Responden Berdasarkan Umur

Umur (Tahun)	N	Persentase (%)
20-23	21	70%
24-26	9	30%
Jumlah	**30**	100%

Berdasarkan tabel 4.1 distribusi responden berdasarkan umur di dapatkan bahwa beberapa responden terbanyak terdapat pada kelompok umur 20-23 tahun berjumlah 21 orang dengan persentase 70% dan yang paling sedikit di umur 24-26 tahun berjumlah 9 orang persentase 30%.

Tabel 4.2 Karakteristik Responden Berdasarkan Lama Merokok

Lama merokok (tahun)	N	Persentase (%)
6	15	50%
7	9	30%
8	6	20%
Jumlah	**30**	100%

Berdasarkan tabel 4.2 distribusi responden sesuai lama merokok di dapatkan 6 tahun berjumlah 15 orang berpersentase 50%, lama merokok 7 tahun berjumlah 9 orang berpersentase 30% serta responden dengan lama merokok 8 tahun berjumlah 6 orang berpersentase 20%.

2. Distribusi Hasil Pemeriksaan Kadar Arsenik (As) dan SGOT Pada Perokok Elektrik (Vape)

Berdasarkan hasil pemeriksaan yang dilakukan pada 30 responden bisa diperhatikan di tabel 3 dan 4.

Kode Sampel	Kadar Arsenik (As) (mg/L)	Keterangan
1	-0,0049	**Dibawah NAB**
2	-0,0101	**Dibawah NAB**
3	-0,0148	**Dibawah NAB**
4	-0,0150	**Dibawah NAB**
5	-0,0096	**Dibawah NAB**
6	-0,0161	**Dibawah NAB**
7	-0,0165	**Dibawah NAB**
8	-0,0163	**Dibawah NAB**
9	-0,0175	**Dibawah NAB**
10	-0,0169	**Dibawah NAB**
11	-0,0181	**Dibawah NAB**
12	-0,0149	**Dibawah NAB**
13	-0,0186	**Dibawah NAB**
14	-0,0189	**Dibawah NAB**
15	-0,0152	**Dibawah NAB**
16	0,8657	**Diatas NAB**
17	0.0721	**Diatas NAB**
18	-0,0170	**Dibawah NAB**
19	0,8985	**Diatas NAB**
20	0,8958	**Diatas NAB**
21	0,0607	**Diatas NAB**
22	0,3693	**Diatas NAB**
23	0,7872	**Diatas NAB**
24	0,0682	**Diatas NAB**
25	0,7942	**Diatas NAB**
26	0,0559	**Diatas NAB**
27	0,8250	**Diatas NAB**
28	0,0136	**Dibawah NAB**
29	0,0013	**Dibawah NAB**
30	0,8280	**Diatas NAB**

Nilai ambang batas kadar arsenik : <1,0 µl/dL / 0,01 mg/L (Sumber : ATSDR) Berdasarkan tabel 4.3 hasil pengukuran kadar Arsenik (As) di dapatkan kadar yang tinggi dengan nilai 0,8895 µg/dl pada sampel 19.

Tabel 4.4 Hasil pemeriksaan kadar SGOT Pada perokok elektrik (vape)

Kode Sampel	Kadar SGOT (U/L)	Keterangan
1	30	**Normal**
2	19	**Normal**
3	24	**Normal**
4	21	**Normal**
5	22	**Normal**
6	19	**Normal**
7	19	**Normal**
8	24	**Normal**
9	23	**Normal**
10	19	**Normal**
11	18	**Normal**
12	17	**Normal**
13	16	**Normal**
14	26	**Normal**
15	17	**Normal**
16	18	**Normal**
17	19	**Normal**
18	18	**Normal**
19	17	**Normal**
20	24	**Normal**
21	15	**Normal**
22	16	**Normal**
23	17	**Normal**
24	27	**Normal**
25	19	**Normal**
26	16	**Normal**
27	19	**Normal**
28	26	**Normal**
29	32	**Normal**
30	16	**Normal**

Keterangan : Nilai normal SGOT 0-37 U/L (Sumber : BBLab KesMas)

Berdasarkan tabel 4.4 hasil pemeriksaam SGOT pada perokok elektrik (vape) di dapatkan hasil yang tinggi dari hasil yang lain yaitu 32 U/L pada kode sampel 29.

Tabel 4.5 Distribusi Kadar Arsenik (As) dengan SGOT

Variabel	Rerata	Min	Max
Kadar Arsenik	0,2159	0,00	0,8950
Kadar SGOT	20,4	15	32

Tabel 4.5 distribusi kadar arsenik dengan kadar sgot pada perokok elektrik di komunitas vape wilayah Makassar dilihat nilai minimal dari hasil pemeriksaan kadar arsenik dengan nilai rata-rata 0,2159 dan nilai min yaitu 0 sedangkan nilai max yaitu 0,8950 kemudian dillihat nilai pemeriksaan kadar sgot dalam darah dengan nilai rata-rata 20,4 dan nilai min yaitu 15 sedangkan max yaitu 32.

3. Analisis pengaruh kadar arsenik terhadap kadar SGOT

Tabel 4.6 Uji normalitas Shapiro wilk sampel penelitian

Variabel	N	P	Keterangan
Kadar Arsenik	**30**	**0,000**	Terdistribusi tidak normal
Kadar SGOT	**30**	**0,003**	Terdistribusi tidak normal

Tabel 4.6 menyebutkan bahwa nilai signifikan dari kadar arsenik dan SGOT di peroleh nilai <0,05 hingga diartikan sebagai tidak terdistribusi normal. Sesuai hasil uji normalitas sehingga uji korelasi dilakukan memakai uji spearman.

Tabel 4.7 Analisis Korelasi Kadar Arsenik dengan SGOT

Variabel	P	R
Kadar arsenik dengan SGOT	**0,883**	0,883

Sesuai hasil uji korelasi tabel 4.7 di ketahui nilai signifikan atau sign 2 tailed sebesar 0,883 yang artinya tidak ada hubungan bermakna antara kadar arsenik dengan sgot pada perokok elektrik.

B. Pembahasan

Penelitian ini dilaksanakan di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Masyarakat (BBLKM) Makassar pada tanggal 7 Mei 2025. Pemeriksaan difokuskan pada pengukuran kadar logam berat Arsenik (As) dan enzim Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase (SGOT), dengan tujuan untuk mengetahui apakah terdapat hubungan antara kadar arsenik dengan kadar SGOT dalam darah individu yang menggunakan rokok elektrik (vape).

Berdasarkan hasil pemeriksaan yang ditampilkan pada Tabel 4.1 mengenai distribusi responden berdasarkan usia, ditemukan bahwa kelompok usia 20–23 tahun merupakan yang paling dominan, dengan jumlah 21 orang atau sekitar 70%. Sementara itu, kelompok usia 24–26 tahun hanya berjumlah 9 orang atau 30%. Temuan ini sejalan dengan studi yang dilakukan oleh Putu dan Desak (2021), yang menunjukkan bahwa pengguna rokok elektrik mayoritas berasal dari kelompok usia muda. Penelitian tersebut juga mencatat bahwa terjadi peningkatan penggunaan

rokok elektrik pada usia remaja sebesar 20,5%, serta usia 17–23 tahun dianggap sebagai kelompok yang rentan terhadap penggunaan rokok elektrik.

Berdasarkan hasil penelitian pada tabel 4.2 distribusi responden sesuai lama merokok perokok elektrik di dapatkan 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 Sari & Wimpy (2023) pada lama penggunaan rokok elektrik 6 tahun mendapatkan hasil kadar arsenik dalam darah sebesar 0,0852 µg/dL.

Berdasarkan hasil penelitian pada tabel 4.3 hasil pemeriksaan kadar arsenik dengan nilai paling tinggi sebesar 0,8950 mg/L dan nilai paling rendah sebesar 0,0013 mg/L. Hal tersebut dapat dikatakan diatas nilai ambang batas (NAB) karena kadar tersebut melebihi ambang batas arsenik. Ambang batas arsenik sebesar 1 µg/dL atau 0,01 mg/L di dalam darah. Hasil tidak normal tersebut dapat terjadi karena beberapa faktor diantaranya adalah kandungan di dalam vape yang berupa logam, Menurut Bracken-clarke et all (2021) Logam dapat meresap ke dalam cairan rokok elektrik dari perangkat rokok elektrolit yang bersentuhan dengannya. Rokok elektrik dapat mengandung logam berat yang dapat menyebabkan kanker, termasuk kadmium, arsenik, merkuri, timbal, kromium, aluminium, besi, timah, dan nikel. Pengguna mengonsumsi liquid yang di masukkan ke dalam rokok elektrik dalam jumlah yang banyak dan dalam jangka waktu yang panjang. Kemudian hasil yang normal atau dibawah nilai ambang batas dapat terjadi karena pengguna tersebut

tidak mengonsumsi rokok elektrik terlalu banyak atau pengguna baru beberapa tahun terakhir menggunakan rokok elektrik dengan ukuran liquid yang sedikit. Disamping itu pengguna melakukan olahraga yang dapat menimbulkan keluarnya keringat akibat beraktivitas merupakan salah satu cara mengeluarkan racun dari dalam tubuh.

Berdasarkan hasil penelitian pada tabel 4.4 hasil pemeriksaan kadar SGOT dengan nilai paling tinggi sebesar 32 U/L dan nilai paling rendah sebesar 16 U/L, akan tetapi hasil tersebut dapat di katakan dalam batas normal karena nilai normal dari SGOT adalah 0 – 37 U/L. Temuan ini diperkuat oleh hasil penelitian Iis dan rekan-rekannya (2023) yang menyatakan bahwa sebagian besar kadar SGOT masih berada dalam batas normal, karena hati memiliki penanda biologis (biomarker) yang spesifik. Oleh karena itu, untuk memastikan adanya kerusakan sel hati, diperlukan pemeriksaan lanjutan yang lebih mendalam dan spesifik terhadap fungsi organ tersebut. Kadar SGOT yang tetap normal dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti pengguna tidak mengonsumsi obat-obatan yang mempengaruhi peningkatan kadar SGOT seperti paracetamol, aspirin dan lain sebagainya serta pengguna tidak mengonsumsi alcohol, sistem kekebalan tubuh yang baik serta penerapan pola hidup sehat, yang secara keseluruhan dapat membantu menjaga kestabilan enzim SGOT dalam darah. Tetapi hasil normal tersebut tidak sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Yasmeen dkk (2023) yang menjelaskan jika kadar SGOT meningkat pada perokok elektrik yang menandakan ada kerusakan akut pada membrane sel hepar, yang merupakan bagian dari hati. Yasmeen dkk

(2023) juga mengatakan bahwa enzim SGOT yang meningkat dalam darah menunjukkan bahwa terjadi kerusakan pada hati akibat merokok. Namun, merokok bukanlah satu- satunya faktor yang meningkatkan kadar SGOT, penggunaan alkohol dan narkoba, serta kondisi medis lain yang dapat memengaruhi fungsi sel hati, juga merupakan faktor penyebabnya.

Berdasarkan hasil analisis uji korelasi Spearman antara kadar arsenik dan SGOT di dapatkan hasil P=0,883 (p> 0,05), dimana artinya H0 diterima hingga bisa di simpulkan jika tidak ada hubungan signifikan antara kadar logam arsenik dengan kadar SGOT pada perokok elektrik. Hasil penelitian ini tidak sejalan dengan Islam dkk (2021) yang menyatakan bahwa paparan arsenik dapat menyebabkan pembesaran hati dan peningkatan kadar SGOT dan SGPT.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dimana sudah dijelankan bisa di simpulkan jika:

1. Kadar arsenik pada perokok elektrik dengan rata-rata 0,2159 mg/L.
2. Kadar SGOT pada perokok elektrik dengan nilai rata-rata 20,4 U/L.
3. Tidak terdapat pengaruh antara kadar arsenik terhadap kadar SGOT pada perokok elektrik dengan nilai $p > 0,05$.

B. Saran

Untuk penelitian berikutnya di harapkan melakukan pemeriksaan kadar logam yang lain nya seperti merkuri, nikel dan lain sebagainya.

DAFTAR PUSTAKA

Anstalova J. A. 2020. Pengaruh *Word Of Mouth*, *Health Marketing* dan Gaya Hidup Terhadap Minat Menggunakan *Vape*. Skripsi Fakultas Bisnis & Ekonomika. Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Aridya, N. D., Yuniarti, E., Atifah, Y., & Farma, S. A. (2023). The Differences Erythrocyte and Hemoglobin Levels of Biology Students and Sports Students Universitas Negeri Padang Perbedaan Kadar Eritrosit dan Hemoglobin Mahasiswa Biologi dengan Mahasiswa Olahraga Universitas Negeri Padang Abstrak Pendahuluan. *8(1), 38–43.*

Avelintina, B. C., Fitriangga, A., & Fahdi, F. K. (2018). Factors Related To The Use Of E-Cigarettes In The West Pontianak Region. *Repositori Institusi Poltekkes Kemenkes Bandung, 1–10.*

Bracken-Clarke, D., Kapoor, D., Baird, A. M., Buchanan, P. J., Gately, K., Cuffe, S., & Finn, S. P. (2021). Vaping and lung cancer – *A review of current data and recommendations. Lung Cancer. 11–20.*

Candra, P. R., Agustina, R., & Hernanda, R. P. (2020). Penetapan Kadar Timah (Sn) Pada Susu Kemasan Kaleng Dalam Metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). *5(1), 51–58.*

Fatoki, J. O., & Badmus, J. A. (2022). Arsenik Sebagai Antagonis Lingkungan dan Kesehatan Manusia. *Jurnal Kemajuan Bahan Berbahaya. 2-11.*

Fauzi, M., Bahagia, S. N., (2019). Pengambilan Keputusan Komponen Darah dalam Pengendalian Persediaan dengan Menggunakan Metode AHP di PMI Kota Bandung. *5(2). 13-20.*

Fitryadi, K. (2019.). Pengenalan Jenis Golongan Darah Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Perceptron. *Jurnal Masyarakat Informatika. 7(1). 1-10.*

Hakkani, M. F. Al. (2019). Guideline Of Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry " ICP – MS ": Fundamentals , Practices , Determination Of The Limits , Quality Control , and Method Validation Parameters. *SN Applied Sciences, 1(7), 1–15.*

Hidayat, M. I., Manampiring, A., & Kepel, B. J. (2018.). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Resisten Arsen pada Sedimen Tanah di Pesisir Pantai Ratatotok. *6 (2). 117–122.*

Hikmah, N. (2021). Perbedaan Hasil Pemeriksaan Kadar Glukosa Darah Pada Serum

Dan Plasma Ethylen Diamin *Tetra Acetate* (EDTA) dan Natrium Flourida (NaF). Skripsi Jurusan Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis. Universitas ‘Aisyiyah Yogyakarta.

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.

Jumei, M. (2018). Gambaran Kadar Enzim Serum Glutamic Oxaloacetic Transminase (SGOT) Pada Mahasiswa Obesitas Di Poltekkes Kemenkes Kendari. Karya Tulis Ilmiah Jurusan Analis Kesehatan. Politeknik Kesehatan Kendari.

Khairil I. dkk. 2021. Hubungan Dosis-Respons Antara Paparan Arsenik Dan Enzim Serum Untuk Tes Fungsi Hati pada Individu yang Terpapar Arsenik. *Jurnal Kesehatan Lingkungan.*

Kusumawati, D.,(2020). Analisis Arsen (As) Dan Tembaga (Cu) dalam Ikan Kembung Banjar (Rastrelliger kanagurta) dari Muara Angke Secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Skripsi Jurusan Sarjana Farmasi Ekstensi. Universitas Indonesia.

Landman, S. T., Dhaliwal, I., MacKenzie, C. A., Martinu, T., Steele, A., & Bosma, K. J. (2019). Life Threatening Bronchiolitis Related to Electronic Cigarette Use In a Canadian Youth. *Cmaj, 191(48), E1321–E1331.*

Laucks, P., & Salzman, G. A. (2020). The Dangers of Vaping. Science of Medicine, April.

Lesmana O., Kusnoputranto, H., Wulandari, R. A., Masyarakat, K., Jambi, U., Kesehatan, F., & Universitas, M. (2019). Hubungan Kadar Metaloid Arsen (As) Pada Air Minum Dengan Kejadian Lesi Kulit di Pulau Obi Provinsi Maluku. *1 (1). 61–69.*

Lestari, A. I. (2019). Studies Different Ammount of Thrombocyte On Blood Storage For 24 Hours In Room And Refriregator. *Journal of Vocational Health. , 59–62.*

Liono, V. V., Joseph, W. B. S., Maddusa, S. S., Kesehatan, F., Universitas, M., & Ratulangi, S. (2022). Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Logam Berat Arsen (As) pada Masyarakat Sekitar Sungai yang Mengonsumsi Ikan Nilem (*Ostoechillus Vittatus*) dari Sungai Desa Bakan Kecamatan Lolayan Kabupaten Bolaang Mongondow. *11(2), 200–206.*

Marselina, A., Safari, W. F., & Syafaat, M. (2022). Analisis Kadar *Serum Glutamic*

Pyruvic Transaminase (SPGT) dan *Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase* (SGOT) pada penderita Demam Tifoid Di RSUD Budhi Asih. *5(3), 275–285*.

Matthew K., & Kelly M. 2023. *Book Arsenic Toxicity*. National Library of Medicine.

Nurhikmah, W., Ifdaliah, A. I., & Prasetya, D. (2024). Analisis Kadar Au , Ag , Pb , Zn Dalam Sampel Tanah Dengan Metode Atomic Absorption Spectroscopy. *4(1), 24–32*.

Nursafitri, F. (2021). Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Arsen pada Masyarakat Melalui Konsumsi Cabai Di Desa Tanjung Pering, Ogan Ilir. Skripsi Jurusan Kesehatan Lingkungan. Universitas Sriwijaya.

Pelawi, K. A.,(2023). Gambaran Pengetahuan Bahaya Rokok Elektrik (Vape) Pada Remaja Putri Di Kota Medan. *Jurnal Kesehatan. 1(2), 287–295.*

Prasthio, R., Yohannes, Devella, S., Multi, U., & Palembang, D. (2022). Penggunaan Fitur HOG Dan HSV Untuk Klasifikasi Citra Sel Darah Putih. 2(2), 120–132.

Putri, Nurul Ananda, Ikhtiar, M., & Gafur, A. (2021). Bioakumulasi Logam Berat Arsen Pada Karang Merah (Anadara Granosa) dan Sedimen di Muara Sungai Tallo Kota Makassar. Peminatan Kesehatan Lingkungan , Fakultas Kesehatan Masyarakat. *2(2), 256–263.*

Putri, A. S. (2022). Gambaran Hasil Pemeriksaan Glukosa dan Asam Urat Darah Vena Sewaktu Alat POCT dan Fotometer di Puskesmas Gamping II. Naskah Publikasi Jurusan Teknologi Laboratorium Medis. Universitas Aisyiyah Yogyakarta.

Qomari, I. N., Pradana, M. S., & Herawati, D. (2022). Perbandingan Aktivitas Enzim Aspartat Aminotransferase Antara Serum Yang Hemolisis Dan Normal Dengan Metode Kinetik-IFCC. *6(2), 45–51*.

Rais, E. E., Aziz, I. R., & Surdianah, S. (2024). Pemeriksaan total kolesterol pada sampel serum darah dengan menggunakan metode fotometrik di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Makassar. *Filogeni: Jurnal Mahasiswa Biologi, 4(1), 19–2.*

Reraska, W. (2023). Hubungan Kadar Arsenik Dengan Mikroalbumin Urin Sewaktu Perokok Aktif. *Jurnal Ilmiah Permas : Jurnal Ilmiah STIKES Kendal. 13 (4), 1427–1436.*

Sari Ratna, W. (2023). Hubungan Kadar Arsenik Dalam Darah Terhadap Kadar insulin Pada Perokok Aktif. Jurnal Ilmiah Permas : Jurnal Ilmiah STIKES Kendal.

13 (4), 1417–1426.

Sriyato, A., & Pangestu, A. P. (2022). Dampak Konsumsi Rokok Konvensional dan Rokok Elektik Terhadap Kesehatan, Penerimaan Negara. *Jurnal Perspektif Bea dan Cukai .6 (2). 428–450.*

Tari Septiani. 2021. Analisis Kadar Timbal (Pb) Terhadap Kebiasaan Merokok pada Operator SPBU di Kelurahan Margahayu Bekasi Timur. Program Studi DIII Teknologi Laboratorium Medis. Stikes Mitra Keluarga.

Wabula, S., Widyantara, A. B., Astuti, T. D. Analisis Kadar SGOT dan SGPT pada Pasien Tuberkulosis dalam Pengobatan OAT Di RSU PKU Muhammadiyah Yogyakarta. *Jurnal Kesehatan Tambusai. 5(3). 9153-9158.*

Widarti, & Nurqaidah. (2019). Analisis Kadar *Serum Glutamic Pyruvat Transaminase* (SGPT) Dan *Serum Glutamic Oxaloacetic Trnasaminase* (SGOT) pada Petani yang Menggunakan Pestisida. *10(1), 35–43.*

Widyantari, D. D., & Lestari, R. (2023). Dampak Penggunaan Rokok Elektrik (*Vape*) Terhadap Risiko Penyakit Paru. *Lombok Medical Journal. 2(1). 35-38.*

Wulandari, J. (2019). Perbedaan Hasil Pemeriksaan Glukosa Dengan Menggunakan Alat POCT Dengan Fotometer. Skripsi Jurusan Analis Kesehatan. Politeknik Kesehatan Kemenkes Kupang.

Lampiran 1. Perhitungan Pembuatan Larutan As

1. Larutan induk As_2O_3 1000 ppm ⟶ volume 1000 mL

$$ppm = \frac{Mr\ As_2O_3}{Ar\ As} \times \frac{m\ (mg)}{V\ (L)}$$

$$1000\ ppm = \frac{197{,}840\ g/mol}{74{,}9\ g/mol} \times \frac{m\ (mg)}{1\ L}$$

$$1000\ ppm = 2{,}640\ X \frac{m\ (mg)}{1\ L}$$

$$m\ (mg) = \frac{1000}{2{,}640} = 378{,}78\ mg$$

$$m = 0{,}3787\ g$$

2. Larutan standar As_2O_3 100 ppm

   V1 x M1 = V2 x M2

   V1 x 1000 = 100 mL x 100 ppm

   V1 = 10 mL

3. Larutan standar As_2O_3 10 ppm

   V1 x M1 = V2 x M2

   V1 x 100 = 100 mL x 10 ppm

   V1 = 10 mL

4. Larutan standar As_2O_3 1 ppm / 1000 ppb

   V1 x M1 = V2 x M2

   V1 x 10 = 250 mL x 1 ppm

   V1 = 25 Ml

5. Deret standar 0,01 ppm

   V1 x M1 = V2 x M2

V1 x 1 = 100 mL x 0,01 ppm

V1 = 1 mL

6. Deret standar 0,05 ppm

   V1 x M1 = V2 x M2

   V1 x 1 = 100 mL x 0,05 ppm

   V1 = 5 mL

7. Deret standar 0,1 ppm

   V1 x M1 = V2 x M2

   V1 x 1 = 100 mL x 0,1 ppm

   V1 = 10 mL

8. Deret standar 0,15 ppm

   V1 x M1 = V2 x M2

   V1 x 1 = 100 mL x 0,15 ppm

   V1 = 15 mL

9. Deret standar 0,2 ppm

   V1 x M1 = V2 x M2

   V1 x 1 = 100 mL x 0,2 ppm

   V1 = 20 mL

10. Deret standar 0,5 ppm

    V1 x M1 = V2 x M2

    V1 x 1 = 100 mL x 0,5 ppm

    V1 = 50 Ml

Lampiran 2. Kuesioner Penelitian

KUESIONER PENELITIAN

"PENGARUH PAPARAN ARSENIK (As) TERHADAP KADAR *SERUM GLUTAMIC OXALOACETIC TRANSAMINASE (SGOT)* DALAM DARAH PEROKOK ELEKTRIK (VAPE)"

Kode responden : 29

Umur : 26

Petunjuk pengisian kuesioner:

3. Berilah tanda ceklis (✓)
4. Setiap data diisi dengan data diri calon responden
5. Bila ada yang kurang dimengerti dapat ditanyakan kepada peneliti

No	Pertanyaan	Ya	Tidak	Ket
1	Apakah anda seorang perokok elektrik (vape)?	√		
2	Apakah anda telah merokok selama 5 tahun?	√		
3	Apakah anda memiliki penyakit hepatitis?		√	
4	Apakah anda memiliki penyakit sirosis?		√	
5	Apakah anda mengonsumsi alkohol?		√	
6	Apakah anda mengonsumsi obat Paracetamol?		√	

48

7	Apakah anda mengonsumsi obat ibuprofen?		✓	
8	Apakah anda mengonsumsi obat naproxen?		✓	
9	Apakah anda mengonsumsi obat aspirin?		✓	
10	Berapa mL liquid yang digunakan dalam sehari?			± 4/L.

Lampiran 3. ***Informed Consent***

LEMBAR *INFORMED CONSENT*

Yang bertanda tangan di bawah ini saya:

Kode Responden : 29

Umur : 26

Alamat :

Setelah mendapatkan penjelasan mengenai tujuan dan manfaat penelitian bahwa segala informasi tentang penelitian ini akan dirahasiakan dan hanya digunakan untuk kepentingan peneliti maka saya (bersedia/tidak bersedia) untuk menjadi responden peneliti yang berjudul "Pengaruh Paparan Arsenik (As) Terhadap Kadar *Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase (SGOT)* Pada Perokok Elektrik (*Vape*)". Apabila terjadi sesuatu yang merugikan diri saya akibat penelitian ini maka saya akan bertanggung jawab dan tidak akan menuntut dikemudian hari.

Makassar, ….. Januari 2025

Responden

(……)

Lampiran 4. Hasil Penelitian Kadar Arsenik



Kementerian Kesehatan
Direktorat Jenderal
Kesehatan Primer dan Komunitas
Balai Besar Laboratorium Kesehatan Masyarakat Makassar
Jl. Perintis Kemerdekaan KM 11 Kec. Tamalanrea, Makassar 90245
0811415655
https : www.bblabkesmasmakassar.go.id

Kemenkes
Labkesmas Makassar I

LAPORAN HASIL UJI
Report of Analysis
No : 25010610 - 25010624 / LHU / BBLK-MKS / V / 2025

Nama Customer	: SISKA FAHRENI		
Customer Name	:		
Alamat	: Paleo Raya		
Address	:		
Jenis Sampel	: Darah		
Type of Sample (S)	:		
No. Sampel	: 25010610 - 25010624		
No. Sample	:		
Tanggal Penerimaan	: 07 Mei 2025		
Received Date	: *May 07, 2025*		
Tanggal Pengujian	: 07 Mei 2025	s/d	16 Mei 2025
Test Date	: *May 07, 2025*	to	*May 16, 2025*

HASIL PEMERIKSAAN

No	No. Lab	Kode Sampel	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Spesifikasi Metode
1	25010610	01/22/L	Arsen (As)	mg/L	< 0,00001	IKM.KKT/140/BBLK-MKS (ICP-MS)
2	25010611	02/22/L	Arsen (As)	mg/L	< 0,00001	
3	25010612	03/21/L	Arsen (As)	mg/L	< 0,00001	
4	25010613	04/20/L	Arsen (As)	mg/L	< 0,00001	
5	25010614	05/22/L	Arsen (As)	mg/L	< 0,00001	
6	25010615	06/22/L	Arsen (As)	mg/L	< 0,00001	
7	25010616	07/23/L	Arsen (As)	mg/L	< 0,00001	
8	25010617	08/22/L	Arsen (As)	mg/L	< 0,00001	
9	25010618	09/22/L	Arsen (As)	mg/L	< 0,00001	
10	25010619	10/22/L	Arsen (As)	mg/L	< 0,00001	
11	25010620	11/20/L	Arsen (As)	mg/L	< 0,00001	
12	25010621	12/20/L	Arsen (As)	mg/L	< 0,00001	
13	25010622	13/22/L	Arsen (As)	mg/L	< 0,00001	
14	25010623	14/22/L	Arsen (As)	mg/L	< 0,00001	
15	25010624	15/22/L	Arsen (As)	mg/L	< 0,00001	

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 (copied) 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

Kemenkes
Labkesmas Makassar I

Kementerian Kesehatan
Direktorat Jenderal
Kesehatan Primer dan Komunitas
Balai Besar Laboratorium Kesehatan Masyarakat Makassar
Jl. Perintis Kemerdekaan KM 11 Kec. Tamalanrea, Makassar 90245
0811415655
https : www.bblabkesmasmakassar.go.id

LAPORAN HASIL UJI

Report of Analysis

No : 25011117 - 25011131 / LHU / BBLK-MKS / V / 2025

Nama Customer	: SISKA FAHRENI		
Customer Name	:		
Alamat	: Universitas Megarezky		
Address	:		
Jenis Sampel	: Darah		
Type of Sample (S)	:		
No. Sampel	: 25011117 - 25011131		
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

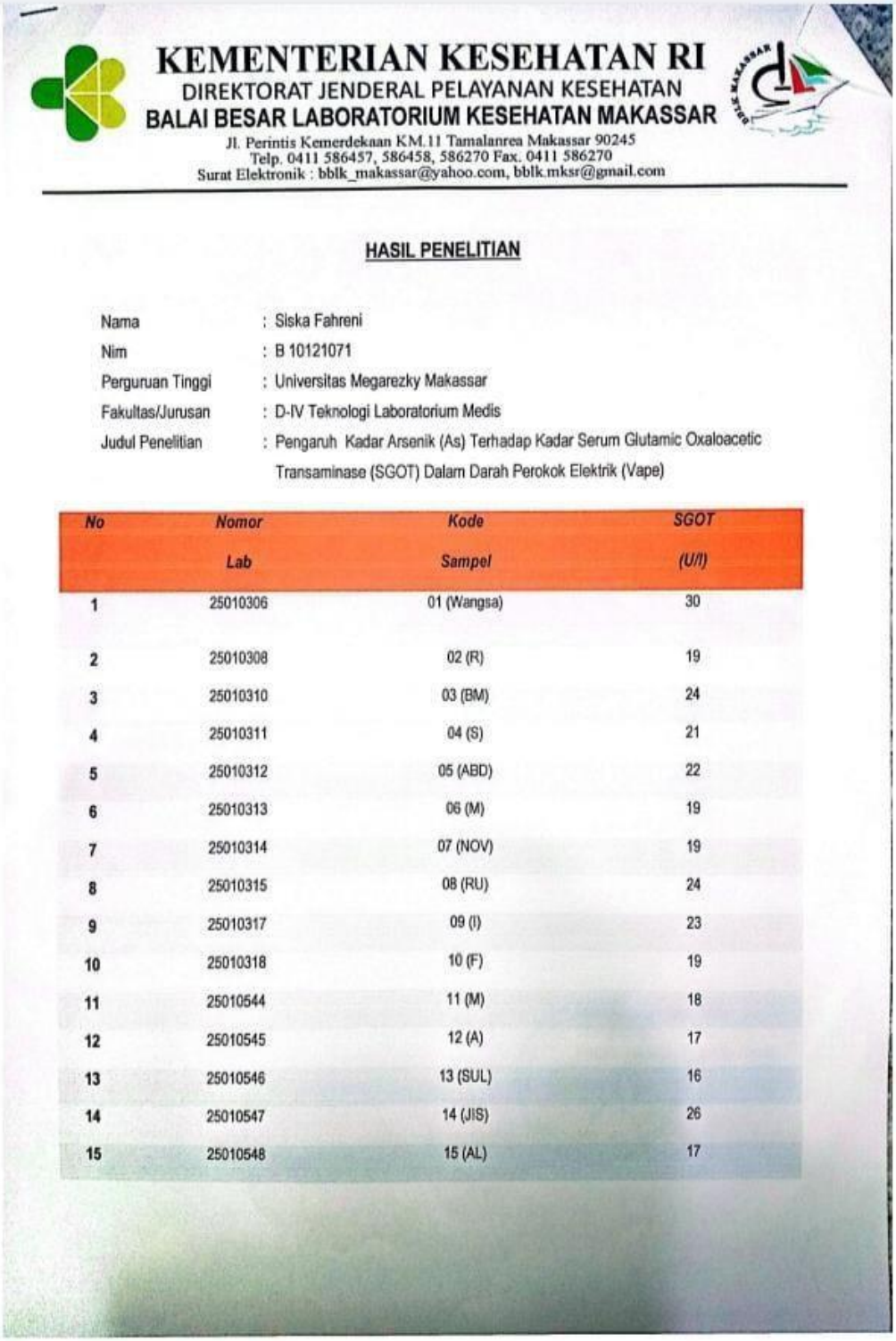
No	No. Lab	Kode Sampel	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Spesifikasi Metode
1	25011117	16	Arsen (As)	mg/L	0,8622	IKM.KKT/140/BBLK-MKS (ICP-MS)
2	25011118	17	Arsen (As)	mg/L	0,0686	
3	25011119	18	Arsen (As)	mg/L	< 0,00001	
4	25011120	19	Arsen (As)	mg/L	0,8950	
5	25011121	20	Arsen (As)	mg/L	0,8923	
6	25011122	21	Arsen (As)	mg/L	0,0572	
7	25011123	22	Arsen (As)	mg/L	0,3658	
8	25011124	23	Arsen (As)	mg/L	0,7837	
9	25011125	24	Arsen (As)	mg/L	0,0647	
10	25011126	25	Arsen (As)	mg/L	0,7907	
11	25011127	26	Arsen (As)	mg/L	0,0524	
12	25011128	27	Arsen (As)	mg/L	0,8215	
13	25011129	28	Arsen (As)	mg/L	< 0,00001	
14	25011130	29	Arsen (As)	mg/L	< 0,00001	
15	25011131	30	Arsen (As)	mg/L	0,8245	

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 their written permission of the testing Laboratory Labkesmas Makassar I

Makassar, 23 Mei 2025
Ketua Tim Program Layanan,

dr. IRMAWATY HAERUDDIN
NIP. 19830228201012001

Lampiran 5. Hasil Penelitian Kadar SGOT



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 : Siska Fahreni
Nim : B 10121071
Perguruan Tinggi : Universitas Megarezky Makassar
Fakultas/Jurusan : D-IV Teknologi Laboratorium Medis
Judul Penelitian : Pengaruh Kadar Arsenik (As) Terhadap Kadar Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase (SGOT) Dalam Darah Perokok Elektrik (Vape)

No	Nomor Lab	Kode Sampel	SGOT (U/l)
1	25010306	01 (Wangsa)	30
2	25010308	02 (R)	19
3	25010310	03 (BM)	24
4	25010311	04 (S)	21
5	25010312	05 (ABD)	22
6	25010313	06 (M)	19
7	25010314	07 (NOV)	19
8	25010315	08 (RU)	24
9	25010317	09 (I)	23
10	25010318	10 (F)	19
11	25010544	11 (M)	18
12	25010545	12 (A)	17
13	25010546	13 (SUL)	16
14	25010547	14 (JIS)	26
15	25010548	15 (AL)	17

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	SGOT (U/l)
16	25010884	16 (IM)	18
17	25010885	17 (H)	19
18	25010886	18 (NA)	18
19	25010887	19 (IR)	17
20	25010888	20 (AS)	24
21	25010889	21 (IF)	15
22	25010890	22 (R)	16
23	25010891	23 (RAD)	17
24	25010892	24 (PIK)	27
25	25010893	25 (IRS)	19
26	25010894	26 (AZ)	16
27	25010895	27 (SO)	19
28	25010896	28 (J)	26
29	25010897	29 (L)	32
30	25010898	30 (RIS)	16

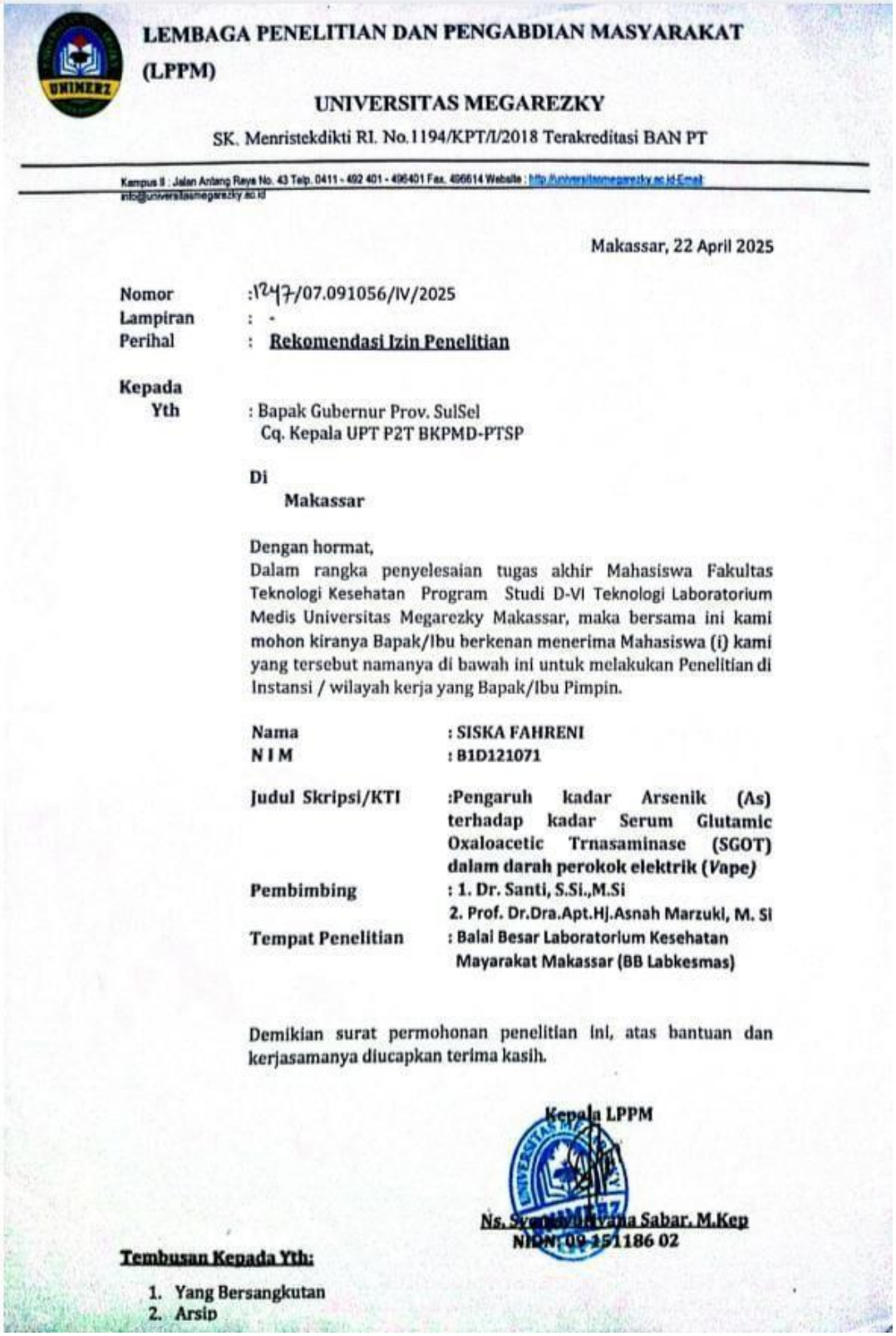
Nilai Range Normal

Laki-laki : Up To 37 (U/l)
Perempuan : Up To 31 (U/l)

Makassar, 14 Mei 2025
Mengetahui
Kepala Instalasi Patologi Klinik

Marhani, AMAK
NIP. 19840524200604

Lampiran 6. 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 E-mail: info@universitasmegarezky.ac.id

Makassar, 22 April 2025

Nomor : 1247/07.091056/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	**: SISKA FAHRENI**
N I M	**: B1D121071**
Judul Skripsi/KTI	**:Pengaruh kadar Arsenik (As) terhadap kadar Serum Glutamic Oxaloacetic Trnasaminase (SGOT) 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. Syamsuriyana Sabar, M.Kep
NIDN: 09 151186 02

Tembusan Kepada Yth:
1. Yang Bersangkutan
2. Arsip

Lampiran 7. Surat 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 : **8320/S.01/PTSP/2025**
Lampiran : -
Perihal : **Izin penelitian**

Kepada Yth.
Kepala Balai Besar Laboratorium Kesehatan Masyarakat (BB Labkesmas) Makassar

di-
Tempat

Berdasarkan surat Kepala LPPM Universitas Megarezky, Makassar Nomor : 1247/07.091056/IV/2025 tanggal 22 April 2025 perihal tersebut diatas, mahasiswa/peneliti dibawah ini:

N a m a	:	**SISKA FAHRENI**
Nomor Pokok	:	B1D121071
Program Studi	:	D-IV Teknologi Laboratorium Medis
Pekerjaan/Lembaga	:	Mahasiswa (D4)
Alamat	:	Jl. Antang Raya No. 43, Makassar

dpmptsp PROVINSI SULAWESI SELATAN

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

" PENGARUH KADAR ARSENIK (As) TERHADAP KADAR SERUM GLUTAMIC OXALOACETIC TRANSAMINASE (SGOT) DALAM DARAH PEROKOK ELEKTRIK (VAPE) "

Yang akan dilaksanakan dari : Tgl. ***28 April s/d 25 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

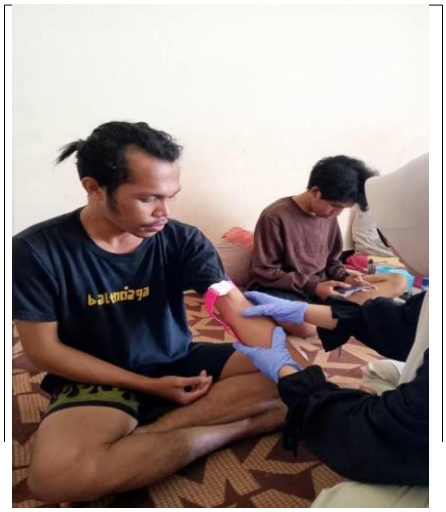
KEPALA DINAS PENANAMAN MODAL DAN PELAYANAN TERPADU SATU PINTU PROVINSI SULAWESI SELATAN

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 8. Dokumentasi Penelitian

1. Sampling



Proses pengambilan sampel

2. Prosedur Pemeriksaan Arsenik

		
1. Diberikan label pada tabung	**2. Dimasukkan sampel darah sebanyak 0,5 µ**	**3. Di tambahkan HNO3 sebanyak 5 mL**



4. Dipanaskan hingga bening



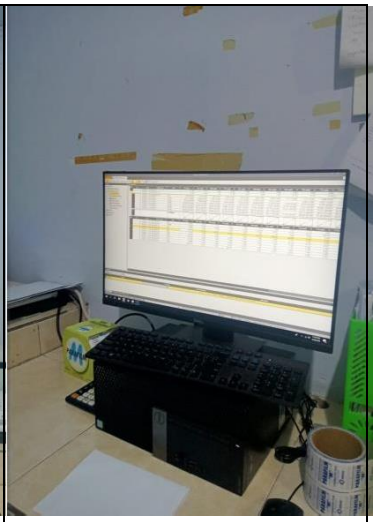
5. Di tambahkan aquadest 50 mL



6. Disaring



7. Di masukkan ke dalam alat icp- ms

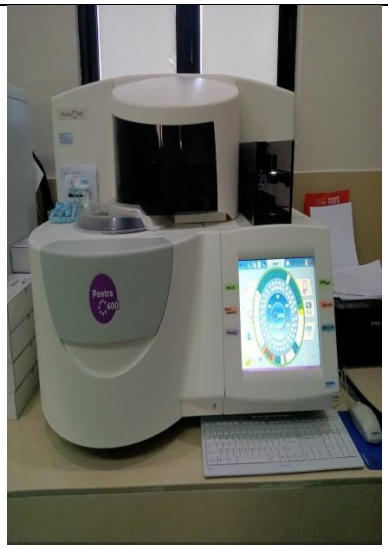


8. Di input pada computer

3. Pemeriksaan SGOT



Persiapan alat dan bahan



Alat yang di gunakan untuk analisis