SKRIPSI

ANALISIS KADAR NIKOTIN PADA SAMPEL DARAH PENGGUNA TEMBAKAU GORILLA (SINTE) MENGGUNAKAN METODE GC-MS

ANDINA. SM

B1D121027

PROGRAM STUDI D-IV TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS

FAKULTAS TEKNOLOGI KESEHATAN

UNIVERSITAS MEGAREZKY

MAKASSAR

2025

HALAMAN JUDUL

SKRIPSI

ANALISIS KADAR NIKOTIN PADA SAMPEL DARAH PENGGUNA TEMBAKAU GORILLA (SINTE) MENGGUNAKAN METODE GC-MS

Andina sm

B1D121027

Di Bimbing Oleh :

Dr. Santi S.Si., M.Si

Pembimbing I

Siti Nurul Haliza S.I.Kom., M.Sc

Pembimbing II

Nuramaniyah Taufiq, S.Si., M.Si

Penguji

PROGRAM STUDI D-IV TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS

FAKULTAS TEKNOLOGI KESEHATAN

UNIVERSITAS MEGAREZKY

MAKASSAR

2025

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

ANALISIS KADAR NIKOTIN PADA SAMPEL DARAH PENGGUNA TEMBAKAU GORILLA (SINTE) MENGGUNAKAN METODE GC-MS

Disusun dan diajukan oleh

ANDINA. SM

Nomor Induk Mahasiswa B1D121027

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Pada tangggal 22 Juli 2025

Dan diyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui

Tim Penguji	**Tanda Tangan**
1. Dr. Santi, S.Si., M.Si	( )
2. Siti Nurul Haliza, S.I.Kom., M.Sc	( )
3. Nuramaniyah Taufiq, S.Si., M.Si	( )

Mengetahui,

Dekan	**Ketua Program Studi**
Fakultas Teknologi Kesehatan	**DIV Teknologi Laboratorium Medis**
Prof. Dr. Dra. apt. Hj. Asnah Marzuki, M.Si	**Dr. Nirmawati Angria, S.Si., M.Kes**
NUPTK. 1350727628230010	**NUPTK. 6950765666230332**

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

KETERANGAN LOLOS UJI TURNITIN
No. 894/T/07.091056/VII/2025

Yang bertanda tangan di bawah ini,

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

NIDN : 0915118602

Jabatan : Ketua LPPM

Menyatakan bahwa :

Nama : Andina SM

NIM : B1D121027

Prodi : DIV Teknologi Laboratorium Medis

Judul Skripsi/KTI : Analisis Kadar Nikotin Pada Sampel Darah Pengguna Tembakau Gorilla (SINTE) Menggunakan Metode GC-MS

Telah melalui uji *similarity* dengan software *Turnitin* dan dinyatakan lolos dengan **persentase 20 %** sesuai bukti terlampir.

Demikian Surat Keterangan ini di buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, 23 Juli 2025
Ketua,

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

20% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Bibliography
- Quoted Text
- Small Matches (less than 8 words)

Top Sources

19% Internet sources
5% Publications
7% Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan segala kerendahan hari, skripsi ini kupersembahkan kepada:

Alllah subhanhu wa ta ala yang telah memberikan Kesehatan, kekuatan karunia-Nya sehingga hasil penelitian sederhana ini bisa terselesaikan. Shalawat serta salam terlimpahkan kepada baginda Nabi Muhammad shallallahu alaihi wasallam yang menjadi panutan hingga akhir hayat.

Ayahanda Syamsuddin dan pintu surgaku ibunda Mariani, terima kasih atas segala pengorbanan dan tulus kasih yang diberikan. Tak kenal lelah medoakan serta memberikan perhatian dan dukungan hingga penulis mampu menyelesaikann studinya sampai meraih gelar sarjana. Semoga ayah dan ibu sehat, Panjang umur dan Bahagia selalu.

Kepada saudara yang tidak saya sebutkan satu persatu terimahkasi selalu menjadi teladan dalam ketegasan dan tanggung jawab. Terimahkasih atas sikapmu yang tenang namun selalu ada saat dibutuhkan. Serta kepada keponakanku tersayang yang kehadirannya adalah pengigat bahwa dunia ini tetap indah dan penuh harapan. Tawa polos kalian menjadi penyemangat di tengah lelah dan jenuhku. Semoga kelak kalian tumbuh menjadi pribadi yang hebat dan membanggakan.

MOTTO

"Dengan niat yang lurus karena Allah, setiap langkah dalam menuntut ilmu adalah ibadah. Sebab ilmu bukan sekadar untuk dipahami, melainkan untuk diamalkan dan dijadikan cahaya dalam menjalani kehidupan. Tiada keberhasilan tanpa izin-Nya, dan tiada usaha yang sia-sia bila dijalani dengan ikhlas dan tawakkal kepada-Nya."

"Sesungguhnya amal itu tergantung pada niatnya, dan sesungguhnya setiap orang akan mendapatkan sesuai dengan apa yang ia niatkan."

(HR. Bukhari & Muslim)

CURRICULUM VITAE



Pogram Studi	: D-IV Teknologi Laboratorium Medis
Alamat	: Jl. Adhyaksa IX No 14
Orang Tua	
a. Ayah	: Syamsuddin, S.E
b. Ibu	: Mariani
c. Alamat	: Jl. Halim Perdana Kusuma
Riwayat Pendidikan	
a. SD	: 122 MANGOTTONG SINJAI
b. SMP	: SMP NEG 1 SINJAI UTARA
c. SMA	: SMA NEG 1 SINJAI UTARA
d. Perguruan Tinggi	: UNIVERSITAS MEGAREZKY
Kesan dan Pesan Saat Kuliah	: Saya selama kuliah di Universitas Megarezky, khususnya di jurusan DIV Teknologi Laboratorium Medis, sangat positif. Menciptakan suasana belajar yang baik. Kurikulum yang relevan dan banyaknya praktik di laboratorium sangat membantu pengembangan keterampilan. Pesan saya untuk mahasiswa baru adalah memanfaatkan fasilitas yang ada, aktif dalam kegiatan ekstrakurikuler, dan selalu memperbarui pengetahuan melalui seminar.

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: **Analisis Kadar Nikotin Pada Sampel Darah Pengguna Tembakau Gorilla (Sinte) Menggunakan Metode GC-MS.**

Penyusun karya tulis ini merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan **Program studi D-IV Teknologi Laboratorium Medis pada Fakultas Teknologi Kesehatan, Universitas Megarezky**. 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 Ayahanda Syamsuddin dan Ibunda Mariani** yang senantiasa mendoakan, mendampingi, serta memberikan semangat, kasih sayang, dan dukungan moril tanpa henti. Tanpa keiklasan dan doa dari Ayah dan Ibu, Penyusun Skripsi ini tidak akan pena 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 Megarezky**, 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 Megarezky,** atas dedikasi dan kontribusi luar biasa dalam mendirikan lembaga pendidikan yang menjadi wadah pengembangan ilmu dan karakter.
3. **Bapak Moch. Noer Alim Qalby, SH., LLM, sebagai Ketua Yayasan Pendidikan Islam Megarezky,** atas dukungan dan kebijakan strategis yang memfasilitasi proses pendidikan dan penelitian secara berkelanjutan.
4. **Bapak Prof. Dr. Anwar Ramli, S.E., M.Si sebagai Rektor Universitas Megarezky**, atas motivasi dan arahannya dalam membangun budaya akademik yang unggul dan berdaya saing.

5. **Ibu Prof. Dr. Dra. apt Hj. Asnah Marzuki, S.Si., M.Si**, **sebagai Dekan Fakultas Teknologi Kesehatan,** atas kesempatan dan dukungan yang diberikan selama masa studi.
6. **Ibu Dr. Nirmawati Angria, S.Si., M.Kes, sebagai Ketua Program Studi D-IV Teknologi Laboratorium Medis Universitas Megarezky,** atas bimbingan akademik yang berkelanjutan dan inspiratif.
7. **Ibu Dr. Santi, S.Si., M.Si, sebagai Pembimbing Akademik (PA) sekaligus Pembimbing I** yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi.
8. **Ibu Siti Nurul Haliza, S.I.Kom., M. Sc, sebagai Sekretaris Yayasan Universitas Megarezky, sekaligus Pembimbing II** yang senantiasa memberikan masukan, motivasi dan nasihat dalam penyusunan skripsi ini.
9. **Ibu Nuramaniyah Taufiq, S.Si., M.Si,** selaku penguji utama yang telah memberikan masukan serta saran bagi penulis dalam perbaikan penelitian ini.
10. **Seluruh Dosen dan Staf Akademik Universitas Megarezky**, atas ilmu, perhatian, dan pelayanan penelitian yang diberikan selama proses studi.
11. **Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin 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 skripsi ini.
13. **Komunitas MD,** yang telah bersedia menjadi responden/partisipan dalam penelitian ini.

Penulis menyaadari bahwa dalam peulisan skripsi 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 skrpsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, serta menjadi kontribusi yang berarti dalam pengembangan ilmu pengetahuan.

Makassar, 20 Juni 2025

Andina. SM

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL……. i
HALAMAN PENGESAHAN ii
HALAMAN PERSEMBAHAN iii
KETERANGAN LOLOS UJI TURNITIN iv
PLAGIARISM SCAN REPORT v
MOTTO…..... vi
CURRICULUM VITAE vii
KATA PENGANTAR viii
DAFAR ISI..... x
ABSTRAK..... xii
ABSTRACT xiii
DAFTAR GAMBAR xiv
DAFTAR TABEL..... xv
DAFTAR ISTILAH..... xvi
DAFTAR LAMPIRAN 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 Tembakau Gorilla..... 6
B. Tinjauan Umum Narkotika 11
C. Tinjauan Umum Nikotin 15
D. Tinjauan Umum Darah..... 29
E. Metode Pemeriksaan Kadar Nikotin Pada Darah 37
F. Kerangka Teori 63
G. Kerangka Konsep..... 64
H. Variabel Penelitian 64

I. Definisi Operasional 64
BAB III METODE PENELITIAN 66
A. Jenis Penelitian 66
B. Waktu dan Tempat Penelitian 66
C. Populasi dan Sampel 66
D. Alat dan Bahan 67
E. Prosedur kerja 67
F. Alur Penelitian 69
G. Teknik Sampling 70
H. Teknik Pengumpulan Data 70
I. Analisa Data 70
J. Etika Penelitian 70
BAB IV METODE PENELITIAN 72
A. Hasil Penelitian 72
B. Pembahasaan 74
BAB V METODE PENELITIAN 79
A. Kesimpulan 79
B. Saran 79
DAFTAR PUSTAKA 80
LAMPIRAN 85

ABSTRAK

Andina. SM (B1D121027), Analisis Kadar Nikotin Pada Sampel Darah Pengguna Tembakau Gorilla Menggunakan Metode *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS*).* Dibimbing oleh Santi dan Siti Nurul Haliza.

Tembakau gorilla merupakan salah satu produk tembakau sintetis yang penggunaannya semakin meningkat di kalangan masyarakat, terutama pada kelompok usia produktif. Produk ini diduga menimbulkan ketergantungan dan efek toksik sistematik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kadar nikotin dalam sampel darah pengguna tembakau gorilla menggunakan metode *Gas Cromatography-Mass Spectrometry (*GC-MS*).* Penelitian ini menggunakan desain deskriptif dengan pendekatan kuantitatif, di mana sampel darah dari lima belas responden pengguna tembakau gorilla diukur berdasarkan waktu retensi dan area relatif. Hasil menunjukkan bahwa seluruh responden memiliki kadar nikotin yang jauh melampaui ambang batas (10–50 ng/mL), dengan rentang hasil sebesar $2{,}4 \times 10^6$ hingga $7{,}89 \times 10^7$ ng/mL. Ditemukan bahwa kadar nikotin berkorelasi dengan pola penggunaan, khususnya frekuensi harian dan durasi konsumsi jangka panjang. Hasil ini menunjukkan bahwa tembakau gorilla mengandung kadar nikotin yang signifikan dan berpotensi menimbulkan efek toksik sistemik serta risiko ketergantungan yang tinggi.

Kata Kunci : Darah, **GC-MS, Nikotin, Tembakau Gorilla.**

ABSTRACT

Andina. SM (B1D121027), Analysis of Nicotine Levels in Blood Samples of Gorilla Tobacco Users Using the Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) Method. Supervised by Santi and Siti Nurul Haliza.

Gorilla tobacco is a synthetic tobacco product that the use is more increasing among the public, especially among the productive age group. This product is suspected of causing dependence and systemic toxic effects. This study aimed to analyze nicotine levels in blood samples of gorilla tobacco users using the Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) method. This study used a descriptive design with a quantitative approach, in which blood samples from fifteen respondents who used gorilla tobacco measured based on retention time and relative area. The results showed that all respondents had nicotine levels far exceeding the threshold (10-50 ng/mL), with a range of results of 2.4 x 10 to 7.89 x 10 ng/mL. It was found that nicotine levels correlated with usage patterns, particularly daily frequency and duration of long-term consumption. These results indicate that gorilla tobacco contains significant levels of nicotine and has the potential to cause systemic toxic effects and a high risk of dependence.

***Keywords**: Blood, GC-MS, Nicotine, Gorilla Tobacco*



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Tembakau Gorilla 8
Gambar 2.2. Tembakau Sintesis Ganja..... 9
Gambar 2.3. Reseptor Asteilkolnia Nikotinik (nAchR)..... 24
Gambar 2.4. Komponen Darah..... 33
Gambar 2.5. Fragmen Ion Nikotin..... 39
Gambar 2.6. Alat GC-MS..... 41
Gambar 2.7. Alat HPLC..... 52
Gambar 2.8. Bagan Teori..... 63
Gambar 2.9. Bagan Konsep..... 64
Gambar 3.1. Bagan Alur Penelitian..... 69

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Karateristik Responden Berdasarkan Usia, Jenis Kelamin, dan Frekuensi Pengguna..... 72

Tabel 4.2 Hasil Kadar Nikotin Pada Analisa GC-MS..... 74

DAFTAR SINGKATAN DAN ISTILAH

AB-CHMINACA	*Aminocarbonyl-Methylpropyl-Iohexylmethyl-Indazole-Carboxamide*
CI	*ionization*
CYP2B6	*Cytochrome P450 Family 2 Subfamili B* Anggota 6
EC	*Exchange Chromatography*
EDTA	*Ethylenediaminetetraacetic acid*
EI	*Electron impact*
FID	*Detector ionisasi flame*
GC-MS	*Gas Chromatography Mass Spectrometry*
HPLC	High Performance Liquid Chromatograpy
IEC	*Ion Exchange Chromatography*
KCKT	Kromatografi Cair Kinerja Tinggi
LLC	*Liquid Liquid Chromatography*
LSC	*Liquid Solid Chromatography*
Nac	*Nucleus accumbens*
nAChR	*Asetilkolin Nikotin*
NaOH	*Natrium Hidroksida*
NAPZA	Narkotika, Psikotropika, dan Zat Adiktif
PFC	*Profrontal cortex*
SINTE	Sintetis
SSP	Susunan Syaraf Pusat
TCD	*Detector thermal conductivity*
THC	*Tetrahydrocannabibol*
TOF	*Time-of-flight*
VTA	*Vetal tegmental area*

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Penelitian 85
Lampiran 2 Master Data Penelitian 87
Lampiran 3 Rumus Konversi 88
Lampiran 4 Hasil Krogamatogram Pada Ekstrak 9 89
Lampiran 5 Kuisioner Penelitian 90
Lampiran 6 Lembar Persetujuan Responden 91
Lampiran 7 Surat PTSP 92
Lampiran 8 Surat Izin Penelitian.....93

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tembakau gorilla, yang dikenal sebagai salah satu jenis tembakau yang memiliki kadar nikotin yang sangat tinggi sebanyak 15,50 mg nikotin , hal ini telah menjadi perhatian dalam penelitian kesehatan masyarakat dan toksikologi. Tembakau gorilla berbeda dengan rokok pada umumnya dimana tembakau gorilla ini merupakan narkoba golongan 1 yang cara penggunanya seperti rokok biasa namun kandungan yang dimiliki tembakau gorilla ini memiiliki zat-zat yang di sentetis seperti *cannabinoids* (BPOM, 2017).

Perubahan zaman yang cepat memberikan dampak besar terhadap gaya hidup masyarakat, termasuk dalam penggunaan zat adiktif. Di Indonesia, penyalahgunaan bahan-bahan berbahaya tetap menjadi masalah serius yang mengancam kesehatan masyarakat, khususnya di kalangan remaja dan orang dewasa muda. Zat adiktif seperti narkoba, psikotropika, dan zat berbahaya lainnya (NAPZA) digunakan secara ilegal dengan berbagai alasan, mulai dari tekanan dari lingkungan sosial, hasrat untuk mencoba hal baru, hingga efek menyenangkan yang ditimbulkan. Salah satu zat adiktif yang saat ini banyak disalahgunakan adalah tembakau gorilla, yang sering kali dilihat sebagai pilihan yang "lebih aman" dibandingkan ganja. Namun, kenyataannya tembakau gorilla adalah jenis tembakau sintetis yang telah dicampur dengan bahan kimia sintetis yang menyerupai kandungan cannabinoid dalam ganja. Dalam berbagai laporan, pengguna tembakau gorilla menunjukkan tanda-tanda ketergantungan,

perubahan perilaku, gangguan saraf, dan risiko overdosis. Fakta ini menunjukkan bahwa tembakau gorilla bukan sekadar produk tembakau biasa, tetapi memiliki risiko kesehatan yang jauh lebih signifikan dan kompleks.

Tembakau gorilla biasanya dijual dalam bentuk rokok linting atau kemasan siap pakai dan digunakan dengan cara dibakar dan dihisap seperti rokok biasa. Selain kandungan cannabinoid sintetis yang menyebabkan efek psikoaktif, banyak jenis tembakau gorilla juga dicampurkan dengan nikotin dalam jumlah tertentu untuk meperkuat efek ketergantungan. Nikotin, sebagai bahan aktif utama dalam tembakau, memiliki sifat adiktif yang sangat tinggi. Ketika nikotin masuk kedalam tubuh, ia akan diserap ke dalam aliran darah dan mempengaruhui sistem saraf pusat. Ini membuat pengguna merasa lebih tenang dan santai, tetapi dalam jangka Panjang dapat meyebabkan ketergantungan.

Nikotin merupakan senyawa utama rokok yang diserap dalam sistem peredaran darah dengan cepat. Nikotin pada asap rokok menyerap ke tubuh dalam kisaran waktu dari 10 sampai 20 detik dengan konsentrasi tinggi melewati paru- paru masuk ke aliran darah, hingga menggapai otak dengan rata-rata sekitar 1-1,5 mg/mL. nikotin diserap secara sistematis oleh tubuh (Marsot and Simon, 2015). Nikotin yang terserap dalam darah dengan pH sekitar 7,4 akan memiliki bentuk 31% tak terion dan 69% terion . Tubuh akan mencerna sekitar 80% nikotin dalam hati dengan bantuan enzim *Cytochrome* P450 (Lathifah dkk., 2020).

Teknik analisis dalam penentuan nikotin pada metabolit sampel biologis, seperti plasma dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Gas*

Chromatography-Mass Spectrometry. Penetapan kadar nikotin dalam plasma darah dilakukann metode kromatografi gas karena metode ini berdasarkan pada pemisahan fisik zat anorganik atau organik yang stabil terhadap panas, spesifik terhadap senyawa yang dipisahkan, membutuhkan sampel yang sedikit dan waktu analisa yang digunakan relatif cepat (Alegantina, 2017).

Berdasarkan penelitian Wiranto dan Zaky, (2023) pengguna tembakau gorilla dari tahun 2010 sebanyak 75 orang sampai tahun 2018 sebanayak 1.545 orang khususnya di daerah Jakarta Selatan, sedangkan menurut penelitian Has Muhamaad (2023) mengatakan bahwa tembakau gorilla ini khususnya dikota makassar semakin hari semakin meningkat.

Sebagai produk tidak resmi dan ilegal, komposisi tembakau gorilla tidak memiliki standar yang baku. Beberapa produsen mencampurkan tembakau murni dengan zat cannabinoid sintetis, sementara yang lain menambahkan zat psikoaktif lain seperti benzodiazepin, kafein tinggi, atau bahkan narkotika jenis lain. Hal ini membuat analisis kimia dari tembakau gorilla menjadi sangat penting, terutama dalam konteks pengawasan dan penegakan hukum.

Namun, salah satu aspek yang belum banyak diteliti adalah kadar nikotin yang terkandung dalam darah pengguna tembakau gorilla. Informasi ini penting tidak hanya untuk memahami potensi kecanduan dari produk ini, tetapi juga untuk memprediksi dampak sistemik terhadap kesehatan pengguna. Selain itu, kadar nikotin dalam darah dapat digunakan sebagai biomarker untuk mendeteksi penggunaan tembakau gorilla dalam studi populasi atau pemeriksaan medis.

Hingga saat ini, masih sangat terbatas data ilmiah yang mengungkap kadar nikotin dalam darah pada pengguna tembakau gorilla secara kuantitatif dan objektif. Penelitian yang ada lebih banyak berfokus pada efek cannabinoid sintetis, bukan nikotin. Padahal, gabungan antara cannabinoid sintetis dan nikotin berpotensi menimbulkan efek yang lebih kompleks terhadap tubuh manusia. Adapun penelitian yang telah dilaksanakan oleh Marisa dan Dewi (2018) hasil nikotin dalam plasma darah pada perokok konvensional menggunakan GC-MS berkisar 4,778 mg/ml sementara pada perokok pasif berkisar 1,936 mg/mL. Sehingga berdasarkan uraian latar belakang di atas maka penulis ingin mengangkat sebuah penelitian yang berjudul "Analisis Kadar Nikotin Pada Sampel Darah Pengguna Tembakau Gorilla dengan Metode GC-MS".

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalm penelitian ini adalah berapakah kadar nikotin yang terdapat pada sampel darah tembakau gorilla (SINTE) dalam menggunakan metode *GC-MS* ?

C. Tujuan Penelitian

Untuk menentukan kadar nikotin dalam sampel darah pada pengguna tembakau gorilla menggunakan metode *GC-MS*

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

   Hasil penelitian ini di harapkan mampu memberikan wawasan dan pengetahuan baru serta pengalaman penelitian dalam menganalisis kadar

nikotin dari sampel darah pada pengguna tembakau gorilla (SINTE) dalam metode *GC-MS.*

2. Manfaat Praktis

Menambah informasi dan pengetahuan kepada masyrakat mengenai nikotin yang terkandung pada tembakau gorilla (SINTE)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum Tembakau Gorilla

Perkembangan masyarakat Indonesia menjaga dan terus menanam tembakau ini karena digemari oleh orang Indonesia. Tembakau ini dikonsumsi dalam bentuk rokok atau lentingan seperti biasa sesuai dengan kebiasaan masyarakat Indonesia. Bersamaan dengan kemajuan teknologi dan majunya inovasi muncullah perkembangan lainnya dengan tetap mengkombinasikan tembakau yang dikenal dengan tembakau gorilla (Bintoro, 2017)

Pemberian nama "gorilla" pada tembakau ini berdasarkan efek yang ada dari barang tersebut. Efek bagi para pengguna biasanya dada terasa sesak dan kepala berasa berat seperti ditindih oleh gorilla. Kemunculan tembakau gorilla dimulai pada 2016 yang sasaran sebagian besar adalah Pulau Jawa meskipun pemasaran barang ini sampai pada NTT dan Bali. Pesatnya pengguna atau pemakai tidak lepas dari berkembangnya media sosial seperti twitter dan instagram. Terbukti beberapa daerah yang mengalami kepesatan sebagai berkembangnya media massa dalam peredaran narkoba, meliputi Papua (92%), Kalimantan Barat (79%), Sumatera Selatan (16%), NTB (84%), dan Maluku (82%) Kemudian barang tersebut juga didatangkan dari luar negeri seperti Eropa, Amerika, dan Cina (BNN, 2017)

Tembakau Gorilla ini tergolong dalam narkoba yang mengandung bahan berbahaya, yakni zat synthetic cannabinoids dan bahan kimia apesiminika. Kedua bahan tersebut digabungkan dan diimpor ke Indonesia pada 2007. Disebutkan juga tembakau gorilla adalah ganja sintetis sebab mengandung tetrahydrocannabibol (THC), seperti tanaman ganja (BNN, 2017).

AB-Fubinaca sebagian besar terkandung dalam tembakau gorilla yang meliputi *aminocarbonyl, methylproprly, fluropenylmethyl, indazole,* dan *carboxamid*. Sesuai dengan komposisi tembakaunya memiliki efek seperti badan terasa mengambang, halusinasi tinggi, perasaan tenang, dan pergerakan badan terbatas. Bagi kalangan pengguna nama ini juga akrab disebut tembakau gors atau gori sebagai nama singkatan dari gorilla. Mahasiswa dan pelajar lebih mengenal tembakau gori dibandingkan gorilla (Bakara, 2024).

Tembakau gorilla atau ganja sintetis adalah ramuan herbal atau tembakau yang disemprotkan dengan sejenis bahan kimia sintetis yang hasilnya menyerupai efek psikoaktif dari ganja *(cannabis).* Cara penggunaan tembakau gorilla sama seperti orang merokok, untuk kemasannya seperti dibungkus seperti kemasan teh. Ganja sintetis legal di beberapa negara dengan merek dagang seperti *Spice, K2, No More Mr Nice Guy,* dan lain-lain. Ganja sintetis sangat bebeda dengan ganja yang sebenarnya. Ganja sintetis mengandung bahan kimia yang disebut *cannabimimetics* yang dapat mengakibatkan efek berbahaya bagi kesehatan

dan sangat beresiko untuk disalahgunakan. Seperti kebanyakan obat-obatan terlarang lainnya, ganja sintetis tidak diuji keamanannya. Pengguna tidak tahu persis bahan-bahan apa saja yang di racik didalamnya. Ganja sintetis merupakan zat yang bisa sangat berbahaya dan adiktif (Chumbhardika dan Heykal, 2024).



Gambar 2.1. Tembakau Gorilla
(Sumber : Supratiwi, 2017).

Penggunaan tembakau gorilla yaitu dengan cara dilinting lalu dibakar, sama halnya dengan rokok maupun ganja pada umumnya. Efek yang ditimbulkan dari penggunaan tembakau gorilla tersebut adalah badan menjadi berat seperti tertimpa oleh seekor gorilla, menimbulkan halusinasi yang berlebihan, dan juga hingga pada efek ketergantungan (Bakara, 2024).



Gambar 2.2. Sintesis Tembakau Ganja
(Sumber : Handoyo, 2019).

Tembakau gorilla memiliki bentuk fisik yang berbeda dengan ganja, jika ganja berwarna agak kehijauan dan agak lembab maka tembakau gorilla memiliki warna yang kecoklatan dengan daun tembakau yang kering. Tembakau gorilla juga tidak memiliki bau yang khas terutama jika dibakar, berbeda dengan ganja yang memiliki bau yang khas terutama ketika dibakar (Wiranto dan Muhammad, 2023).

Berdasarkan pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2017 Tentang Perubahan Penggolongan Narkotika, yang didalamnya telah diuraikan jenis-jenis narkotika golongan I dan juga beberapa jenis narkotika baru yang termasuk kedalam jenis narkotika golongan I tersebut, dimana tembakau gorilla termasuk dalam kategori jenis narkotika golongan I. Hal ini dikarenakan zat yang terkandung didalam narkotika jenis tembakau gorilla tersebut merupakan zat yang sama halnya dengan yang dikandung oleh ganja, yaitu *AB-CHMINACA* dimana senyawa

ini berfungsi sebagai agonis yang kuat untuk reseptor cannabinoid CB1 dan CB2, yang terlibat dalam berbagai efek fisiologis dan psikoaktif (Bakara, 2024).

Kandungan *AB-CHMINACA* tersebut termasuk kedalam jenis *synthetic cannabinoid* atau ganja sintetis yang memiliki efek atau dampak yang sama dengan yang dimiliki oleh narkotika jenis ganja, yaitu memberikan efek halusinasi dan juga ngefly pada pemakainya. Jenis *syntthetic cannabinoid* ini dikonsumsi dengan cara dihisap seperti rokok, kemudian akan diabsorsi oleh paru-paru dan kemudian disebarkan ke organ lain terutama otak. Kandungan zat jenis ini dapat merusak sistem kerja otak pada manusia, dikarenakan pada saat menggunakannya otak akan bekerja sangat lambat dan tidak bekerja seperti biasanya sehingga membuat penggunanya menjadi lemot, badan berat seperti tertimpa oleh gorilla, mual, muntah-muntah, dan yang lebih parah lagi bahkan tidak sadarkan diri (Wiranto dan Muhammad, 2023).

Menurut Chumbhardika dan Heykal (2024) kandungan zat-zat kimia yang bisa sangat berbahaya yang tedapat didalam Ganja Sintetis antara lain:

a. Aminocarbonyl
b. Methylpropyl
c. Fluropenylmethyl
d. Indazole
e. Carboxamid

Menurut Chumbhardika dan Heykal (2024) Adapun efek yang dihasilkan setelah seseorang menggunakan Ganja Sintetis antara lain:

a. Perasaan senang berlebihan
b. Delusi
c. Paranoid
d. Kaku sekujur tubuh sementara
e. Halusinasi
f. Koma hingga kematian

B. Tinjauan Umum Narkotika

Narkotika merupakan bentuk zat yang berbeda bahan dan penggunaannya dalam ilmu kesehatan, kemudian untuk mempermudah penyebutannya, memudahkan orang berkomunikasi dan tidak menyebutkan istilah yang tergolong panjang, dengan demikian dapat disingkat dengan istilah narkoba yaitu narkotika dan obat-obatan adiktif yang berbahaya (Sinaga dkk., 2019).

Banyaknya narkotika jenis baru yang masuk di negara Indonesia juga menjadi salah satu faktor penyebab meningkatnya kasus kejahatan narkotika di Indonesia. Salah satu contoh narkotika jenis baru di Indonesia yang beberapa waktu lalu sempat menarik perhatian masyarakat yaitu tembakau gorilla. Tembakau gorilla bentuknya sama dengan tembakau pada umumnya, namun berdasarkan uji laboraturium diketahui bahwa tembakau gorilla tersebut bercampur dengan zat kimia *synthetic cannabinoids* (Sinaga dkk., 2019).

Menurut Fatahila dkk. (2022) Faktor faktor penyebab terjadinya tindak pidana narkotika dibagi menjadi 2 (dua) faktor :

1. Faktor internal pelaku salah satu penyebab terjadinya penyalahgunaan narkotika terdapat pada faktor internal, dalam faktor ini sangat berpengaruh pada faktor yang berasal dari dalam individu kejiwaan seseorang. penyebab internal tersebut adalah :
    a. Perasaan egois merupakan sifat yang dimiliki oleh setiap orang. Sifat ini mendominasi orang yang berhubungan dengan narkotika baik sebagai bandar maupun pengguna yang mendorong untuk menikmati sesuatu dari narkotika.
    b. Kehendak ingin bebas bahwa kehendak ini muncul karena adanya interaksi dengan seseorang yang berhubungan dengan narkotika. Sikap ini muncul karena adanya himpitan atau masalah yang menimpa dirinya.
    c. Goncangan jiwa bahwa adanya masalah yang tidak dapat dihadapi seseorang secara kejiwaan menyebabkan seseorang juga dapat dengan mudah terlibat tindak pidana narkotika.
    d. Rasa ingin tahu rasa ingin tahu untuk mencoba juga dapat berperan atau mendorong seseorang melakukan perbuatan tindak pidana narkotika.

2. Faktor eksternal pelaku berdasarkan hasil penelitian penulis bahwa faktor-faktor ini berasal dari luar, yaitu diantaranya:

   a. Faktor Lingkungan

      Salah satu penyebab utama mereka terjerumus dalam kejahatan narkotika yaitu disebabkan oleh Lingkungan pergaulan yang buruk menyebabkan mereka terpengaruh untuk menggunakan narkotika. para pelaku awalnya menggunakan narkotika karena pengaruh teman disekelilingnya. Berawal dari kumpul dengan teman sepermainan kemudian mencoba membeli narkotika untuk dikonsumsi secara bersama-sama. Namun ada juga yang membeli narkotika untuk dikonsumsi sendiri

   b. Faktor ketergantungan

      Apabila sudah ketergantungan pada narkotika, pelaku akan mengulangi lagi perbuatannya secara terus-menerus untuk menggunakan narkotika sehingga sangat sulit bisa terlepas dari pengaruh narkotika tersebut. Jika pelaku sudah kecanduan terhadap penggunaan narkotika dan tidak memiliki uang lagi untuk membelinya, maka tidak menutup kemungkinan bagi pelaku tersebut untuk berbuat kejahatan lain seperti mencuri agar memperoleh uang untuk membeli narkotika.

   c. Faktor keluarga

      Konflik di dalam keluarga dapat mendorong anggota keluarga merasa frustasi, sehingga terjebak memilih narkoba

sebagai solusi, biasanya yang paling rentan terhadap stres adalah anak, kemudian suami, dan istri sebagai benteng terakhir. Komunikasi yang buruk antara ayah, ibu, dan anak seringkali menciptakan konflik yang tidak berkesudahan. Solusi semua konflik adalah komunikasi yang baik, penuh pengertian, saling menghargai dan menyayangi, serta ingin saling membahagiakan.

Dalam UU No. 35 Tahun 2009 Tentang Nakrotika, Narkotika terbagi menjadi III golongan, yaitu :

I. Narkotika Golongan I

Narkotika yang hanya dapat digunakan untuk tujuan pengembangan ilmu pengetahuan dan tidak digunakan dalam terapi, serta mempunyai potensi sangat tinggi mengakibatkan ketergantungan.

II. Narkotika Golongan II

Narkotika berkhasiat pengobatan digunakan sebagai pilihan terakhir dan dapat digunakan dalam terapi dan/atau untuk tujuan pengembangan ilmu pengetahuan serta mempunyai potensi tinggi mengakibatkan ketergantungan.

III. Narkotika Golongan III

Narkotika berkhasiat pengobatan dan banyak digunakan dalam terapi dan/atau untuk tujuan pengembangan ilmu pengetahuan serta mempunyai potensi ringan mengakibatkan ketergantungan.

C. Tinjauan Umum Nikotin

a. Definisi Nikotin

Nikotin adalah zat atau bahan senyawa yang mengandung cincin *pyrrolidine* dan *piridina* yang terdapat dalam *Nicotiana tabacum, Nicotiana rustica*, dan spesies lainnya atau sintetis yang bersifat adiktif dapat mengakibatkan ketergantungan. Kandungan nikotin dalam rokok sebesar 0,5-3 mg. Nikotin menghambat aktivitas silia pada paru-paru serta memiliki efek adiktif dan psikoaktif (Munawaroh dkk., 2021).

Nikotin adalah suatu alkaloid dengan nama kimia 3-(1-metil-2 pirolidil) piridina. Saat diekstraksi dari daun tembakau, nikotin tak berwarna, tetapi segera menjadi cokelat ketika bersentuhan dengan udara. Nikotin dapat menguap dan dapat dimurnikan dengan cara penyulingan uap dari larutan yang dibasakan. Nikotin adalah bahan alkaloid toksik yang merupakan senyawa amin tersier dan bersifat basa lemah dengan pH 8,0. Pada pH tersebut, sebanyak 31% nikotin berbentuk bukan ion dan dapat melewati membran sel. Pada pH ini nikotin berada dalam bentuk ion dan tidak dapat melewati membran secara cepat sehingga di mukosa pipi hanya terjadi sedikit absorpsi nikotin dari asap rokok (Munawaroh dkk., 2021).

Nikotin merupakan salah satu zat berbahaya yang ada dalam rokok, diabsorpsi dengan cepat dari paru-paru ke dalam darah. Bahaya dari nikotin antara lain dapat merangsang pembentukan kanker karsinogenesis paru paru karena variasi genetik pada *CYP2B6.* Lebih

dari 80% nikotin yang diserap mengalami metabolisme di hati, terutama oleh *CYP2A6, UDP-glucuronosyltransferase*, dan *monooxygenase* yang mengandung flavin. Sebanyak 85-90% nikotin dimetabolisme sebelum eliminasimelalui ekskresi ginjal (Alegantina, 2017).

Nikotin berfungsi sebagai mekanisme pertahanan biologis tanaman untuk melindungi diri dari serangga. Kandungan nikotin dalam daun tembakau bervariasi tergantung varietas, umur panen, cara pengolahan, dan metode pengeringan. Secara umum, kadar nikotin dalam daun tembakau berkisar antara 0,6–3% berat kering, namun dapat meningkat setelah proses curing atau blending tertentu. Dalam industri rokok komersial, kadar nikotin biasanya diatur oleh proses pencampuran dan kontrol kualitas, sedangkan produk tembakau nonstandar dapat memiliki kadar nikotin yang tidak menentu (Munawaroh dkk., 2021).

Nikotin adalah alkaloid golongan piridin dan pirolidin yang bersifat lipofilik, mudah menguap, dan cepat diserap melalui paru-paru, mukosa mulut, maupun kulit. Setelah masuk ke tubuh, nikotin dengan cepat mencapai otak dalam waktu 7–10 detik melalui sirkulasi darah. Senyawa ini bekerja sebagai agonis pada reseptor nikotinik asetilkolin (nAChR), menyebabkan pelepasan neurotransmiter seperti dopamin, norepinefrin, dan serotonin. Aktivasi jalur dopaminergik di sistem limbik inilah yang menyebabkan efek ketergantungan dan perilaku

adiktif. Selain itu, nikotin dapat meningkatkan denyut jantung, tekanan darah, dan aktivitas sistem saraf simpatis (Alegantina, 2017).

Menurut Candra (2019). Nikotin merupakan komponen utama yang menentukan risiko fisiologis dari penggunaan tembakau gorilla. Beberapa ciri khas yang menyebabkan kadar nikotin darah pengguna tembakau gorilla cenderung lebih tinggi dibanding produk rokok industri adalah:

- Tidak adanya standarisasi dosis sehingga satu paket tembakau gorilla dapat mengandung nikotin jauh di atas batas normal.
- Metode pengolahan yang kurang terkontrol, seperti penggunaan tembakau mentah dengan kadar nikotin awal lebih tinggi.
- Teknik konsumsi yang biasanya menggunakan pembakaran langsung tanpa filter, meningkatkan efisiensi penyerapan nikotin ke dalam paru.
- Frekuensi penggunaan yang tidak stabil, seringkali lebih intens pada pengguna remaja atau pengguna pemula yang belum memahami risiko nikotin.
- Potensi adanya senyawa pengikat atau aditif yang dapat meningkatkan kelarutan nikotin dan mempercepat penyerapan.

Risiko paparan nikotin tinggi dapat memicu gejala seperti pusing, mual, palpitasi, muntah, diaforesis, hingga gangguan kognitif, dan dalam kasus ekstrem dapat menyebabkan keracunan nikotin akut.

b. Toksikokinetik Nikotin Dalam Tubuh

Mekanisme yang dilakukan oleh tubuh manusia terhadap nikotin yang masuk ke dalam tubuh terbagi menjadi empat, yaitu proses absorpsi, distribusi ke jaringan tubuh ,metabolisme dan eliminasi dari tubuh. Merokok merupakan cara yang efektif untuk memasukkan nikotin ke dalam tubuh. Nikotin memerlukan waktu sekitar 5-15 detik setelah diisap untuk menimbulkan reaksi dalam tubuh (Hanif dan Qurrotu, 2022).

1. Pada tahap absorpsi

Nikotin dapat diserap ke dalam tubuh melalui beberapa jalur, termasuk kulit, lapisan mukosa di hidung dan mulut, serta paru-paru saat dihirup. Setelah diserap, nikotin cepat masuk ke dalam aliran darah dan mencapai otak, memicu berbagai efek pada sistem saraf pusat (Rinaldi dkk., 2022).

Nikotin diabsorpsi melalui mukosa oral atau mukosa nasal karena mukosa tersebut memiliki lapisan epitel yang tipis dan kaya akan aliran darah. Jalur absorpsi ini menyebabkan peningkatan kadar nikotin yang signifikan di dalam darah karena tidak melalui metabolisme di hati. (Rinaldi dkk., 2022).

2. Pada tahap distribusi kejaringan tubuh

Pada menit-menit awal dan segera setelah absorpsi nikotin, kadar nikotin sangat tinggi dalam darah arteri dari pada vena. Perbedaan antara kadar nikotin di darah arteri dan vena telah

diobservasi pada kelinci yang telah diberikan injeksi nikotin secara intravena dan pada manusia setelah mengisap rokok. Konsentrasi nikotin pada darah vena berkurang sedikit demi sedikit menandakan bahwa terjadi redistribusi dari jaringan tubuh dan tingkat eliminasi. Rasio konsentrasi nikotin di otak dan pada darah vena menunjukkan kadar tertinggi saat dan pada akhir periode stimulasi dan menurun secara bertahap saat memasuki fase eliminasi. Berlawanan dengan absorpsi melalui proses inhalasi pada rute oral, nasal, dan transdermal menghasilkan peningkatan konsentrasi nikotin secara bertahap di otak (Fitri dkk., 2024)

3. Pada Tahap Metabolisme

Setelah merokok atau mengonsumsi tembakau, nikotin dengan cepat diserap ke dalam aliran darah melalui paru – paru, mulut, atau kulit. Kemudian masuk pada metabolisme di hati dimana sekitar 80% nikotin dipecah menjadi kotinin oleh enzim CYP2A6 di hati. Proses ini juga menghasilkan metabolit lain, meskipun kotinin adalah yang paling signifikan Kotinin memiliki waktu paruh 24 jam. Artinya, 24 jam setelah merokok, zat kotinin dalam tubuh akan tersisa setengahnya. Nikotin yang tersisa dalam darah akan disaring lewat ginjal dan dikeluarkan melalui urin (Isnaeni dkk., 2024).

Tingkat metabolisme nikotin dalam tubuh tiap individu berbeda. Pengguna tembakau gorilla dengan kelainan fungsi

enzyme ini biasanya akan merasakan efek nikotin yang lebih besar dari pengguna lain pada umumnya. Nikotin juga larut dalam air, dan dibuang melalui hati dan dapat keluar bersama dengan urin. Sebagian besar nikotin dikeluarkan dari dalam tubuh melalui urin. Sebatang rokok yang mengandung 1-3 miligram nikotin membutuhkan waktu sekitar 6 hingga 8 jam untuk dikeluarkan dari dalam tubuh. Semakin banyak mengkonsumsi nikotin maka akan semakin sulit proses pembuangan nikotin dalam tubuh. Saat berhenti merokok, tubuh memerlukan waktu 2 hingga 3 hari untuk mengeliminasi nikotin. Akan tetapi karena nikotin dalam beberapa bagian berakhir pada bagian lain tubuh, seperti sel lemak, maka pengeluaran nikotin membutuhkan waktu yang lebih lama (Isnaeni dkk, 2024).

4. Pada tahap eliminasi dalam tubuh

Eliminasi nikotin sebagian besar terjadi di hati, sebagian kecil di paru-paru, dan juga ginjal. Ekskresi nikotin melalui ginjal tergantung pada pH urin dan aliran urin, biasanya sejumlah 5-10% dari total eliminasi. Eliminasi waktu paruh nikotin rata- rata 2 jam, walaupun ada variasi waktu tertentu pada setiap individu. Metabolit primer dari nikotin adalah kotinin sebanyak 70% dan nikotin-N-oksida sebanyak 4% sisanya kemungkinan di metabolisme dalam bentuk ion isometonium dan nornikotin (Fitri dkk, 2024).

Menurut Nonik dan Gede (2019) Nikotin dalam tembakau gorilla dapat bertahan dalam tubuh selama 80-100 jam atau sekitar 3-4 hari. Untuk perokok berat, nikotin dapat terdeteksi dalam sistem hingga 30 hari setelah penggunaan terakhir. Durasi ini dapat bervariasi tergantung pada beberapa faktor antara lain :

1. Frekuensi Penggunaan

   Pengguna yang lebih sering mengonsumsi tembakau gorilla cenderung memiliki kadar nikotin yang lebih tinggi dan lebih lama terdeteksi dalam tubuh.

2. Metabolisme Individu

   Setiap orang memiliki laju metabolisme yang berbeda, yang dapat mempengaruhi seberapa cepat nikotin dipecah dan dikeluarkan dari sistem.

c. Ketergantungan Nikotin

Apabila seseorang menghentikan masukan nikotin dalam tubuh biasanya diikuti dengan reaksi ketergantungan *withdrawal syndrome* yang mungkin membutuhkan waktu sekitar satu bulan atau lebih. Hal tersebut termasuk gejalanya, yaitu muncul sifat lekas marah, terlalu sensitif, kecanduan, pengurangan fungsi kognitif tubuh dan pemusatan perhatian, serta terjadi gangguan tidur. Efek berbahaya dari mengonsumsi tembakau dan ketergantungan nikotin adalah menyebabkan kanker dan sepertiga dari semua penyakit kanker itu yakni kanker paru-paru. Penyakit ini pembunuh pertama pada pria maupun

pada wanita dan menguasai sekitar 90% dari semua kasus kanker paru-paru pada perokok (Fitri dkk., 2024)

Ketergantungan didefinisikan sebagai dorongan penggunaan obat walaupun pengguna sudah mengetahui efek buruk dari obat yang dipakai. Karakteristik utama dari ketergantungan adalah sifatnya yang sulit dihilangkan dalam jangka waktu yang sangat lama. Walaupun beberapa orang dapat menghilangkan dorongan untuk merokok tetapi sebagian besar sangat sulit disembuhkan dan terkadang cenderung mengalami kekambuhan terkait dengan faktor genetik dan nongenetik (Fitri dkk., 2024).

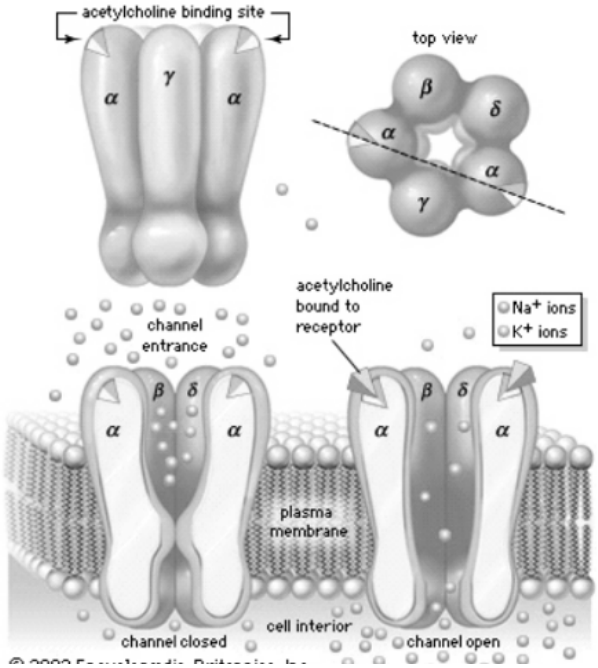
Pada saat pemaparan nikotin, dopamin dalam otak meningkat sehingga memperkuat stimulasi otak dan mengaktifkan *rewards pathway*. *Rewards system* inilah yang menimbulkan keinginan untuk menggunakan nikotin kembali dan memicu ketergantungan fisik terhadap nikotin terjadi cepat dan hebat. Apabila *rewards pathway* dalam otak telah aktif maka penghentian obat menimbulkan gejala iritabel, kejang, gelisah, sulit konsentrasi, sakit kepala dan tidak bisa tidur.

Menurut Setiawi (2020) berdasarkan mekanisme ketergatungan nikotin adalah sebagai berikut ;

1. Mekanisme utama melalui saraf kolinergik

   Potensi obat yang menyebabkan ketergantungan umumnya ditentukan oleh *reinforcing effect* dan kecepatan obat menembus otak. Semakin cepat suatu obat menembus otak maka semakin besar potensi

obat tersebut menimbulkan ketergantungan Ketika menghisap nikotin masuk dalam aliran darah melali organ paru-paru dan mencapai otak lebih cepat dibandingkan obat yang diberikan secara intravena. Nikotin terikat sebagai agonis pada *reseptor kolinergik* yaitu *asetilkolin nikotinik* (nAChR) yang terletak nAChR adalah reseptor pentamer yang terhubung kanal ion. AChR pada sel saraf terdiri dari sub unit α dan β . Reseptor ini terhubung dengan x y kanal ion Na sehingga aktivasi reseptor ini kemudian memasukkan ion Na kedalam sel dan mengaktifkan reseptor kanal ion Ca pada *retikulum sarkoplasmik* (sel otot) dan *retikulum endoplasmik* (sel saraf) sehingga ion Ca menuju ke sitosol, menimbulkan kontraksi pada otak, ganglia otonom dan *neuromuscular junction tegmental area* (VTA), *profrontal cortex* (PFC) nucleus accumbens (NAc). Glutamat yang dilepaskan terikat pada reseptor glutamat baik yang bersifat metabotropik maupun ionotropik. *Reseptor glutamat* tersebut terletak pada postsinaptik saraf dopaminergik sehingga dapat meningkatkan pelepasan dopamin. *Reseptor glutamat* metabotropik subtipe yang lain juga berpengaruh terhadap sindrom ketergantungan nikotin.



Gambar 2.3. Reseptor asetilkolin nikotinik (nAChR)
(Sumber : Setiawati, 2020).

Struktur ini memberikan sifat amina tersier yang memungkinkan nikotin terionisasi pada pH fisiologis dan tetap dapat berdifusi melewati membran sel. Sifat lipofilik nikotin memungkinkan penetrasi cepat ke dalam sirkulasi darah dan jaringan tubuh, termasuk otak. Secara farmakologis, nikotin bertindak sebagai agonis pada reseptor nikotinik asetilkolin (nAChR). Reseptor ini tersebar luas di sistem saraf pusat dan perifer, serta pada medula adrenal. Aktivasi nAChR memicu pelepasan dopamin di jalur mesolimbik, yang merupakan jalur penghargaan dalam otak. Proses ini menjadi dasar utama dari sifat adiktif nikotin. Selain dopamin, nikotin juga memengaruhi pelepasan norepinefrin, serotonin, dan beberapa neurotransmiter lain yang menyebabkan

peningkatan kewaspadaan, peningkatan denyut jantung, serta berbagai efek fisiologis lainnya.

2. Mekanisme melibatkan saraf dopaminergic

   Nikotin, seperti obat yang sering disalahgunakan lainnya, menginduksi *dopamine rewards system* dan meningkatkan neurotransmitter dopamin pada aderah *nucleus accumbens* (NAc). Dopamin inilah yang bertanggung jawab terhadap efek ketergantungan dan stimulan nikotin sistem dopaminergik yang dipengaruhi oleh nikotin adalah dopamin pada jalur mesokortikolimbik yaitu pada daerah *vental tegmental area* (VTA), *profrontal cortex* (PFC) *nucleus accumbens* (NAc)

3. *Norepinefrin*

   Nikotin dapat meningkatkan pelepasan norepinefrin pada daerah susunan saraf pusat. *Norepinefrin* dapat memodulasi fungsi dopamin pada otak tengah. Ketergantungan terhadap nikotin dapat mengubah norepinefirn pada hipotalamus dan korteks.

4. *Serotonin*

   Serotonin merupakan *neurotransmiter* yang terlibat dalam berbagai penyakit yang luas cakupannya seperti: depresi, fobia, skizofrenia, gangguan panik dan obesifkonvulsif. Serotonin dan reseptornya terdapat pada sistem saraf pusat maupu perifer dan juga dijumpai pada usus, sistem kardiovaskuler dan darah

5. Glutamat

Nikotin bekerja pada reseptor pre-sinaptik dapat meningkatkan pelepasan glutamat pada beberapa dearah otak antara lain; *vental tegmental area* (VTA), *profrontal cortex* (PFC) nucleus accumbens (NAc). Glutamat yang dilepaskan terikat pada reseptor glutamat baik yang bersifat metabotropik maupun ionotropik. *Reseptor glutamat* tersebut terletak pada postsinaptik saraf dopaminergik sehingga dapat meningkatkan pelepasan dopamin. *Reseptor glutamat* metabotropik subtipe yang lain juga berpengaruh terhadap sindrom ketergantungan nikotin.

Struktur ini memberikan sifat amina tersier yang memungkinkan nikotin terionisasi pada pH fisiologis dan tetap dapat berdifusi melewati membran sel. Sifat lipofilik nikotin memungkinkan penetrasi cepat ke dalam sirkulasi darah dan jaringan tubuh, termasuk otak. Secara farmakologis, nikotin bertindak sebagai agonis pada reseptor nikotinik asetilkolin (nAChR). Reseptor ini tersebar luas di sistem saraf pusat dan perifer, serta pada medula adrenal. Aktivasi nAChR memicu pelepasan dopamin di jalur mesolimbik, yang merupakan jalur penghargaan dalam otak. Proses ini menjadi dasar utama dari sifat adiktif nikotin. Selain dopamin, nikotin juga memengaruhi pelepasan norepinefrin, serotonin, dan beberapa neurotransmiter lain yang menyebabkan peningkatan kewaspadaan, peningkatan denyut jantung, serta berbagai efek fisiologis lainnya.

d. Keracunan Nikotin

Mula kerja gejala akut keracunan nikotin termasuk mual, salviasi, nyeri perut, muntah, diare, keringat dingin, sakit kepala, pusing, pendengaran dan penglihatan terganggu, kebingungan dan otot-otot menjadi lemah. Setelah pingsang dan kelemahan maka tekanan darah menurun, gangguan pernapasan, denyut nadi lemah, collapse yang di akhiri denagan kejang serta kematian dapat terjadi dalam waktu beberapa menit setelah kegagalan pernapasan (Sinar dan Awaru, 2023).

e. Efek penggunaan nikotin dalam tubuh

Nikotin yang terdapat di tembakau, merupakan salah satu zat aditif yang dikenal. Nikotin adalah penghambat susunan syaraf pusat (SSP) yang mengganggu keseimbangan syaraf. Ketergantungan fisik dan psikologi pada nikotin berkembang sangat cepat. Menghisap tembakau menghasilkan efek nikotin pada SSP dalam waktu kurang lebih sepuluh detik. Jika tembakau dikunyah, efek pada SSP dialami dalam waktu 3–5 menit (Tirtosastro, 2022).

Efek nikotin tembakau yang dipakai dengan cara menghisap, menguyah atau menghirup tembakau dengan sedotan, menyebabkan penyempitan pembuluh darah, peningkatan denyut jantung dan tekanan darah, nafsu makan berkurang, sebagian menghilangkan perasaan cita rasa dan penciuman serta membuat paru-paru menjadi nyeri. Penggunaan tembakau dalam jangka panjang dapat menyebabkan kerusakan pada paru–paru, jantung, dan pembuluh darah (Sinaga dan Muthe, 2019).

Nikotin membuat ketagihan. Itulah sebabnya para perokok ingin terus menghisap tembakau secara rutin karena mereka ketagihan nikotin. Ketagihan tersebut ditandai dengan keinginan yang menggebu untuk selalu mencari dan menggunakan, meskipun mengetahui akan konsekuensi negatif terhadap kesehatan (Mukti dan Yulianto, 2020).

Dari sifat ketergantungan alami yang muncul ditemukan bahwa nikotin mengaktifkan jaringan otak yang menimbulkan perasaan senang, tenang, dan rileks. Sebuah bahan kimia otak termasuk dalam perantara keinginan untuk terus mengkonsumsi, yakni neurotransmiter dopamine, dalam penelitian menunjukkan bahwa nikotin meningkatkan kadar dopamine tersebut. Efek akut dari nikotin dalam beberapa menit menyebabkan perokok melanjutkan dosis secara frekuesif per harinya sebagai usaha mempertahankan efek kesenangan yang timbul dan mempertahankan diri dari efek ketergantungan (Mukti dan Yulianto, 2020).

Nikotin dapat berlaku sebagai sebuah stimulan dan obat penenang atau penghilang rasa sakit. Secara langsung setelah kontak dengan nikotin maka timbul rangsangan terhadap kelenjar adrenal yang menyebabkan terlepasnya hormon adrenalin. Hormon adrenalin ini merangsang tubuh dan menyebabkan pelepasan glukosa secara mendadak yang akhirnya kadar gula dalam darah menurun, dan tekanan darah juga meningkat. Begitu pula pada pernapasan dan detak jantung (Rony, 2022).

Nikotin dalam metabolisme dapat menghilang dari tubuh dalam beberapa jam, namun jika perokok terus menerus merokok dan semakin lama bertambah kuat sehingga merokok hanya untuk mendapatkan rangsangan yang diinginkan. Sayangnya jika menghentikan masukan nikotin biasanya diikuti dengan reaksi ketergantungan *(withdrawl syndrome)* yang mungkin membutuhkan waktu sekitar satu bulan atau lebih. Hal tersebut termasuk gejalanya, yakni muncul sifat lekas marah, terlalu sensitif, kecanduan, pengurangan fungsi kognitif tubuh dan pemusatan perhatian, serta terjadi gangguan tidur (Sinaga dan Muthe, 2019).

Efek paling berbahaya dari mengkonsumsi tembakau dan kertergantungan nikotin adalah menyebabkan kanker dan sepertiga dari semua penyakit kanker itu yakni kanker paru-paru. Penyakit ini pembunuh pertama pada pria maupun wanita dan menguasai sekitar 90% dari semua kasus kanker paru-paru pada perokok (Musyrin dan Setiawan, 2020).

D. Tinjauan Umum Darah

Pengukuran kadar nikotin dalam darah merupakan indikator penting untuk memahami tingkat paparan, risiko toksisitas, dan pola konsumsi pada pengguna tembakau gorilla. Tidak seperti produk tembakau komersial yang memiliki kadar nikotin relatif terstandarisasi, tembakau gorilla merupakan produk nonpabrikan dengan bahan baku dan komposisi yang tidak terkontrol. Akibatnya, kandungan nikotin di dalamnya dapat sangat

berfluktuasi, sehingga menghasilkan kadar nikotin darah yang ekstrem pada sebagian pengguna (Sinaga dan Muthe, 2019).

Secara farmakokinetik, nikotin yang terhirup melalui asap tembakau gorilla akan memasuki aliran darah dalam waktu hitungan detik karena sifatnya yang lipofilik dan mudah berdifusi melalui membran alveolus[1]. Setelah diserap, nikotin terdistribusi dengan cepat ke jaringan, termasuk sistem saraf pusat, dan mencapai konsentrasi puncak plasma dalam beberapa menit. Karena tidak adanya filter atau pengendali tar/nicotine delivery pada tembakau gorilla, proses penyerapan nikotin pada produk ini sering kali lebih efisien dibanding rokok pabrikan, sehingga menyebabkan lonjakan kadar nikotin darah yang lebih tinggi (Rony, 2022).

Setelah masuk ke dalam sirkulasi sistemik, nikotin terutama dimetabolisme di hati oleh enzim CYP2A6 menjadi metabolit utama yaitu kotinin. Aktivitas CYP2A6 sangat berperan dalam menentukan konsentrasi nikotin dalam darah. Individu dengan aktivitas enzim yang rendah (poor metabolizer) akan memecah nikotin lebih lambat, sehingga kadar nikotin darah mereka dapat bertahan tinggi dalam waktu yang lebih lama. Sebaliknya, individu dengan aktivitas enzim cepat (rapid metabolizer) akan menunjukkan konsentrasi nikotin yang turun lebih cepat tetapi konsentrasi kotinin yang lebih tinggi. Pada pengguna tembakau gorilla, fenomena ini menjadi penting terutama karena kandungan nikotin awal yang sudah tinggi. Kombinasi antara dosis nikotin besar dan metabolisme lambat dapat meningkatkan risiko toksisitas nikotin (Rony, 2022).

Kadar nikotin dalam darah pengguna tembakau gorilla juga dipengaruhi oleh variabilitas komposisi produk. Beberapa campuran tembakau gorilla dilaporkan menggunakan daun tembakau mentah yang memiliki kadar nikotin lebih tinggi, atau menambahkan bahan lain yang dapat meningkatkan kelarutan dan bioavailabilitas nikotin[3]. Hal ini menjelaskan mengapa pemeriksaan menggunakan Gas Chromatography–Mass Spectrometry (GC-MS) pada studi kasus sering menunjukkan kadar nikotin yang berada di atas ambang paparan normal perokok konvensional (Rahmasari, 2023).

Darah merupakan suatu cairan yang berada di dalam pembuluh darah yang berwarna merah terang ketika terikat pada oksigen. Wama merah pada darah disebabkan oleh hemoglobin, Darah akan selamanya beredar di dalam pembuluh darah yang disebabkan kama adanya kerja jantung selama darah berada di dalam pembuluh darah maka darah itu akan tetap benbentuk cair. Darah adalah bagian cair yang homogen yang terdiri dari dua bagian (Plasma darah dan sel-sel darah). Sekitar 55% merupakan cairan yang disebut dengan plasma dan 45% merupakan unsur-unsur padat, yaitu salah satunya sel darah merah. Volume darah dari keseluruhan sekitar satu perdua belas berat badan atau sekitar 5 liter, keadaan darah pada tiap-tiap orang tidak sama, tergantung pada usia, serta keadaan jantung atau pembuluh darah (Rahmasari, 2023).

1. Peran Fisiologis Darah

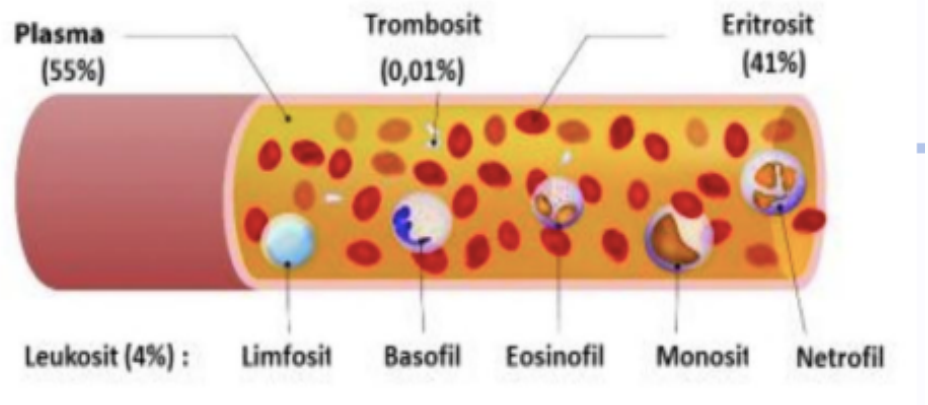
   Darah sangat penting untuk menjaga kondisi fisiologis dalam tubuh manusia. Fungsi utama darah yaitu membawa substansi- substansi yang dibutuhkan oleh sel-sel dalam tubuh, antara lain oksigen, produk metabolisme, nutrisi (glukosa, protein, lemak, inan vitamin), dan elektrolit. Darah juga berperan penting dalam penerusan transmisi sinyal yang membawa berbagai hormon ke organ target (Prambana, 2020).

2. Plasma Darah

   Plasma darah adalah bagian darah yang encer tanpa sel-sel darah, warnanya bening kekuning-kuningan. Hampir 90% dari plasma terdiri dari air. Zat-zat yang terdapat daalam plasma (91-92%) yang berperan sebagai media transport, zat padat (7-9%) yang terdiri atas protein 8% (albumin, globulin, protrombin dan fibrinogen), mineral 0,9 % (natrium, klorida, natrium bikarbonat, garam dari kalsium, fosfor, magnesium, besi dan yodium) dan sisanya diisi oleh bahan organik yaitu Glukosa, Lemak, urea, kreatinin, koleserol asam amino dan berisi gas (oksigen dan karbondioksida), hormon-hormon, enzim dan antigen (Firani, 2020).

   Apabila kadar albumin rendah dalam plasma akan berakibat penurunan tekanan, yang akan menyebabkan keluarnya cairan dari pembuluh darah atau ekstravasasi. Globulin merupakan protein yang berfungsi untuk membentuk imunoglobulin yang penting dalam sistem

imunitas tubuh terhadap benda asing maupun mikroorganisme. Penurunan kadar globulin dalam plasma darah dapat menurůnkan imunitas tubuh sehingga mudah terkena infeksi. Faktor-faktor koagulasi di dalam plasma darah berperan penting dalam proses pembekuan darah. Apabila terjadi defisiensi faktor-faktor pembekuan darah akan mengakibatkan terjadinya perdarahan dalam tubuh. Plasma darah juga berfungsi sebagai sistem penyangga tubuh atau sistem buffer yang penting untuk mempertahankan keadaan asam-basa, melalui kandungan elektrolit yang terkandung didalamnya, antara lain ion hidrogen dan bikarbonat (Firani, 2020).



Gambar 2.4. Komponen Darah

(Sumber : Marisa dan Dewi, 2018).

3. Sel – Sel Darah

Sel-Sel Darah terdiri dari sel leukosit (sel darah putih), fungsinya menjaga sistem kekebalan tubuh dan dapat membunuh bakteri atau virus yang mencoba masuk ke dalam tubuh, leukosit juga terdiri dari neutrophil, eosinophil, basophil, limfosit, dan monosit. Eritrosit (sel darah merah), Trombosit (keping-keping darah), ketiga elemen itu

mempunyai fungsi yang berbeda-beda dan mempunyai jangka hidup yang tidak sama, sel-sel yang sudah mati akan digantikan dengan sel-sel yang baru. Dalam keadaaan fisiologi destruksi sel senantiasa akan diimbangi dengan produksi sel yang baru oleh alat-alat pembentukan darah sel darah terdiri dari keping darah yang disebut dengan trombosit (Marisa dan Dewi, 2018).

Penggunaan tembakau gorilla, yang mengandung nikotin dalam konsentrasi tinggi dan berbagai bahan kimia tambahan yang tidak terstandarisasi, memberikan pengaruh langsung terhadap komponen darah manusia. Setelah dihirup melalui paru-paru, nikotin dan zat hasil pembakaran lainnya segera memasuki aliran darah dan berinteraksi dengan eritrosit. Karbon monoksida yang terbentuk selama proses pembakaran memiliki afinitas kuat terhadap hemoglobin sehingga membentuk karboksihemoglobin, yang secara signifikan menurunkan kemampuan darah dalam mengangkut oksigen, menyebabkan hipoksia jaringan (Benowitz, 2009). Nikotin juga dapat meningkatkan produksi radikal bebas, menimbulkan stres oksidatif, dan mempercepat kerusakan membran eritrosit, sehingga umur sel darah merah dapat menjadi lebih pendek (Mansour, 2013).

Hipoksia kronis akibat paparan asap tembakau membuat tubuh merespons dengan meningkatkan hematokrit, yang pada akhirnya menyebabkan peningkatan kekentalan darah. Dampak tembakau gorilla juga terlihat pada leukosit. Nikotin dapat meningkatkan ekspresi sitokin

pro-inflamasi seperti *IL*-6 dan *TNF-α*, yang mengakibatkan peningkatan jumlah leukosit sebagai bentuk reaksi inflamasi sistemik (Arnson, 2010).

Selain memicu inflamasi, nikotin juga memiliki sifat imunosupresif karena dapat mengganggu aktivasi limfosit T dan melemahkan respon imun adaptif (Sopori, 2002). Produk tembakau ilegal seperti tembakau gorilla seringkali mengandung bahan tambahan lain seperti senyawa sintetis atau herbal yang dapat memicu reaksi imun abnormal, termasuk eosinofilia dan respons alergi berat (Castaneto, 2014).

Nikotin juga memiliki peran penting dalam memengaruhi trombosit dan proses pembekuan darah. Paparan nikotin merangsang pelepasan katekolamin yang meningkatkan agregasi trombosit dan memicu vasokonstriksi, sehingga meningkatkan risiko terbentuknya trombus. Kondisi aliran darah yang lebih sempit dan turbulen akibat vasokonstriksi tersebut memperkuat kemungkinan terjadinya gangguan koagulasi. Plasma kemudian berfungsi sebagai media transport bagi nikotin maupun metabolitnya seperti kotinin dan trans-3′-hidroksikotinin, yang banyak digunakan sebagai biomarker paparan nikotin dan mendasari deteksi melalui GC-MS (Panagiotakos, 2004).

Selain metabolit, plasma juga dapat mengandung bahan kontaminan lain yang terdapat pada tembakau gorilla, misalnya logam berat ataupun senyawa kimia tambahan lainnya. Seluruh proses fisiologis ini berkaitan erat dengan aktivitas enzim *CYP2A6,* yaitu enzim utama yang

memetabolisme nikotin menjadi kotinin. Aktivitas enzim ini sangat bervariasi antar individu karena faktor genetik, sehingga kecepatan metabolisme nikotin dapat berbeda-beda. Individu dengan aktivitas *CYP2A6* rendah cenderung memiliki kadar nikotin yang lebih tinggi dalam darah, yang berarti efek toksik terhadap eritrosit, leukosit, dan trombosit dapat berlangsung lebih lama dan lebih kuat. Variasi aktivitas enzim tersebut juga menjelaskan mengapa kadar nikotin antar pengguna tembakau gorilla seringkali menunjukkan perbedaan mencolok pada hasil pemeriksaan GC-MS (Zhou, 2017).

Beberapa faktor yang mempengaruhi konsentrasi nikotin dalam darah antara lain:

- Dosis paparan – Produk ilegal seperti tembakau gorilla memiliki kadar yang tidak konsisten.
- Cara penggunaan – Inhalasi dalam atau intens meningkatkan penyerapan.
- Aktivitas enzim CYP2A6 – Polimorfisme genetik sangat berpengaruh.
- Status fisiologis – Usia, status nutrisi, penyakit hati mempengaruhi metabolisme.
- Aditif tambahan dalam produk – Zat tertentu dapat menghambat atau meningkatkan absorpsi nikotin.

4. Enzim CYP2A6 dan Peranannya dalam Metabolisme Nikotin

Metabolisme utama nikotin terjadi di hati melalui enzim CYP2A6, anggota dari keluarga cytochrome P450. Enzim ini mengonversi nikotin menjadi kotinin melalui proses oksidasi. Aktivitas CYP2A6 sangat berpengaruh terhadap:

- Kecepatan eliminasi nikotin,
- Kadar nikotin dalam darah,
- Durasi efek farmakologis,
- Potensi ketergantungan.

Polimorfisme gen CYP2A6 menyebabkan variasi individu dalam metabolisme nikotin. Individu dengan aktivitas CYP2A6 rendah akan mengalami akumulasi nikotin dalam darah sehingga kadar yang terdeteksi melalui GC-MS menjadi lebih tinggi. Sebaliknya, individu dengan aktivitas enzim tinggi cenderung lebih cepat memetabolisme nikotin sehingga kadar nikotin darah lebih rendah tetapi paparan kotinin lebih tinggi (Navisa dkk., 2020).

Pada pengguna tembakau gorilla, aktivitas CYP2A6 menjadi faktor determinan terhadap seberapa tinggi kadar nikotin yang terukur dan tingkat toksisitas yang mungkin muncul.

E. Metode Pemeriksaan Kadar Nikotin Pada Darah

1. Metode analisis *gas cromatografy mass spectrometry* (GC-MS)

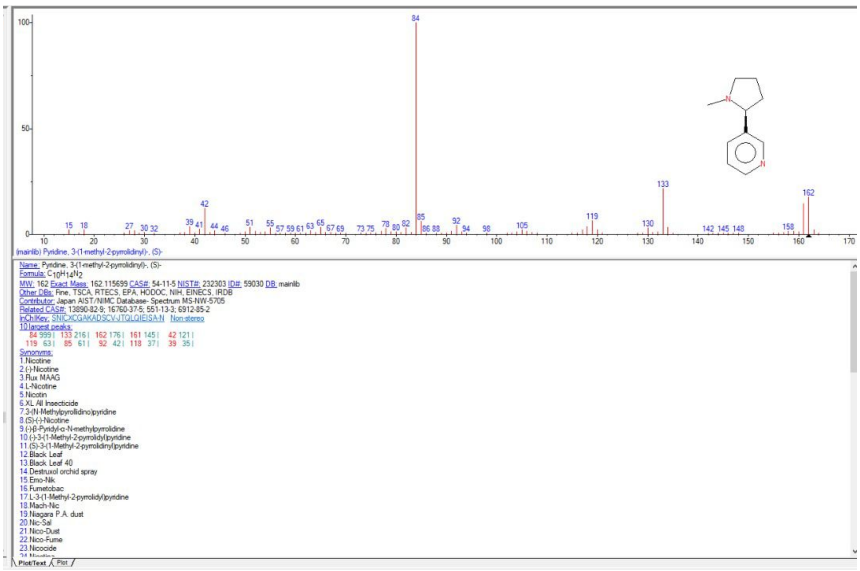
Gas Chromatography–Mass Spectrometry (GC-MS) merupakan metode analisis instrumental yang paling banyak digunakan untuk

mendeteksi dan mengukur kadar nikotin dalam sampel biologis, termasuk darah, plasma, dan urin. Teknik ini memiliki sensitivitas dan selektivitas yang tinggi terhadap senyawa volatil dan semivolatil seperti nikotin. Dalam konteks penelitian terhadap pengguna tembakau gorilla, GC-MS menjadi alat penting karena kandungan nikotin pada produk ini sangat bervariasi dan tidak terstandarisasi, sehingga diperlukan metode analisis yang mampu memberikan data kuantitatif akurat terkait paparan nikotin dalam tubuh (Navisa dkk., 2020).

Pada tahap awal analisis, sampel biologis (misalnya plasma atau darah) mengalami proses preparasi seperti protein precipitation, liquid–liquid extraction (LLE), atau solid-phase extraction (SPE). Ekstraksi ini bertujuan memisahkan nikotin dari komponen matriks yang dapat mengganggu deteksi. Senyawa internal standard seperti kotinin-d3 atau nikotin-d4 sering ditambahkan untuk meningkatkan akurasi kuantifikasi. Setelah proses ekstraksi, sampel diinjeksikan ke instrumen GC-MS melalui injektor dengan mode split atau splitless, tergantung sensitivitas yang diperlukan (Hussain, 2010).

Dalam sistem GC, senyawa nikotin dipisahkan berdasarkan volatilitas dan interaksinya dengan fase diam kolom kapiler. Kolom yang umum digunakan adalah kolom polar sedang (misalnya HP-5MS atau DB-5MS), yang mampu memberikan resolusi puncak optimal untuk nikotin maupun metabolitnya. Nikotin memiliki waktu retensi yang khas, sehingga pemisahan kromatografis memungkinkan deteksi spesifik

terhadap senyawa tersebut meskipun berada dalam matriks kompleks seperti darah (Hussain, 2010).



Gambar 2.5. Fragmen Ion Nikotin
(Sumber : UIN Alauddin 2025)

Setelah pemisahan, molekul nikotin memasuki detektor MS, di mana senyawa mengalami ionisasi—umumnya menggunakan electron ionization (EI) pada energi 70 eV. Proses ionisasi menghasilkan fragmen-fragmen ion dengan pola spektrum massa yang spesifik bagi nikotin, seperti m/z 84, 133, dan 161 yang menjadi ion karakteristik. Pendeteksian pada mode Selected Ion Monitoring (SIM) sangat umum digunakan untuk analisis nikotin karena meningkatkan sensitivitas dan menurunkan limit of detection (LOD), sehingga kadar nikotin sangat rendah sekalipun dapat terdeteksi dengan akurat (Hussain, 2010).

Data yang diperoleh dari GC-MS kemudian diolah menggunakan perangkat lunak instrumen untuk menghasilkan kromatogram dan spektrum massa. Kuantifikasi dilakukan dengan membandingkan area

puncak nikotin dalam sampel dengan kurva kalibrasi yang dibuat menggunakan standar nikotin murni pada berbagai konsentrasi. Keberadaan internal standard memastikan bahwa variabilitas ekstraksi maupun injeksi tidak mempengaruhi akurasi hasil. Pada penelitian terkait tembakau gorilla, kadar nikotin yang diperoleh sering menunjukkan nilai tinggi akibat kandungan nikotin produk yang tidak konsisten dan metode penggunaan yang lebih intensif, sehingga GC-MS menjadi metode mutlak untuk memastikan data paparan nikotin yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah (Jung,dkk 1999).

Selain sebagai alat kuantifikasi, GC-MS juga berperan penting untuk memastikan identifikasi molekul nikotin secara konfirmatif. Spektrum massa yang dihasilkan dibandingkan dengan pustaka spektra seperti NIST Library, sehingga identifikasi dapat dibuktikan secara ilmiah dan forensik. Hal ini sangat penting dalam penelitian tembakau gorilla yang sering terkait isu penyalahgunaan zat, pemalsuan produk, atau modifikasi bahan baku. Dengan kemampuan melakukan konfirmasi struktural, GC-MS menjadi metode gold standard dalam analisis nikotin (jung, dkk 1999).

Kromatografi pemisahan gas adalah cara kromatografi menggunakan gas sebagai fasa penggerak. Zat yang dipisahkan dilewatkan dalam kolom yang diisi dengan fasa tidak bergerak yang terdiri dari bahan terbagi halus yang cocok. Gas pembawa mengalir melalui kolom dengan kecepatan tetap, memisahkan zat dalam gas atau

cairan, atau dalam bentuk padat pada keadaan normal. Cara ini digunakan untuk percobaan identifikasi dan kemurnian, atau untuk penetapan kadar (Navisa dkk., 2020).



Gambar 2.6. Alat GC-MS
(Sumber : Pratama dkk., 2020).

Gas chromatography mass spectrometry (GC-MS) adalah teknis analisis yang menggabungkan pemisahan gas kromatografi dengan identifikasi dan kuantifikasi massa spektrometri (Pratama dkk., 2020).

Menurut Setiawati (2021) berikut adalah komponen utama dari alat GC-MS :

1. Injeksi Sistem

   Injeksi sistem merupakan tahap awal dalam proses analisis instrumen, terutama pada teknik kromatografi dan spektrometri, di mana sampel dimasukkan ke dalam aliran sistem secara terkontrol dan terukur. Tujuan utama dari injeksi sistem adalah memastikan bahwa volume sampel yang masuk selalu konsisten, homogen, dan

direpresentasikan secara akurat sehingga menghasilkan data analitik yang dapat direproduksi. Pada kromatografi, injeksi dilakukan menggunakan injector otomatis (autosampler) atau injektor manual, yang bekerja dengan prinsip menyuntikkan sejumlah tertentu sampel ke dalam aliran fase gerak tanpa mengganggu kestabilan tekanan maupun laju aliran sistem. Injektor harus mampu meminimalkan dispersi sampel, mencegah kontaminasi silang, dan menjaga integritas kimia sampel sebelum memasuki kolom pemisah. Ketelitian pada tahap injeksi sangat penting karena kesalahan kecil pada volume atau cara injeksi dapat menyebabkan variasi signifikan pada respon detektor maupun hasil kuantifikasi. Dengan demikian, injeksi sistem menjadi salah satu komponen krusial dalam memastikan kualitas, akurasi, dan presisi pada seluruh rangkaian analisis instrumen.

2. Kolom Kromatografi

Kolom Kromatografi merupakan komponen inti dalam sistem kromatografi yang berfungsi sebagai tempat terjadinya proses pemisahan molekul berdasarkan perbedaan interaksi antara analit dengan fase diam dan fase gerak. Kolom ini berisi material fase diam, seperti silika, polimer berpori, atau partikel yang termodifikasi secara kimia, yang menyediakan permukaan aktif untuk terjadinya adsorpsi, desorpsi, dan pembagian molekul selama proses pemisahan. Ketika sampel masuk ke dalam kolom, masing-masing senyawa dalam campuran akan bergerak dengan kecepatan berbeda karena memiliki

tingkat afinitas yang tidak sama terhadap fase diam. Senyawa yang berinteraksi kuat akan tertahan lebih lama, sedangkan senyawa dengan interaksi lemah akan bergerak lebih cepat menuju detektor. Efisiensi kolom dipengaruhi oleh ukuran partikel fase diam, panjang kolom, diameter dalam kolom, serta sifat kimia permukaan partikel. Kolom yang lebih panjang dengan ukuran partikel lebih kecil umumnya memberikan pemisahan yang lebih tajam dan resolusi lebih tinggi, namun memerlukan tekanan operasional yang lebih besar. Dengan demikian, kolom kromatografi berperan penting dalam menentukan kualitas pemisahan, sensitivitas analisis, dan ketelitian data, sehingga pemilihan kolom yang tepat menjadi faktor kritis dalam keberhasilan metode kromatografi.

3. Sistem Pemanas

Sistem pemanas dalam instrumen kromatografi, khususnya pada kromatografi gas (GC), merupakan komponen penting yang berfungsi untuk mengatur dan mempertahankan suhu kolom serta bagian-bagian tertentu yang membutuhkan kontrol termal. Pengaturan suhu yang stabil sangat penting karena proses pemisahan senyawa dalam kolom bergantung pada volatilitas dan kemampuan analit untuk menguap secara konsisten. Sistem pemanas biasanya dilengkapi dengan oven kromatografi yang mampu menaikkan suhu secara bertahap (temperature programming) atau mempertahankannya pada suhu konstan (isothermal) sesuai kebutuhan analisis. Selain mengontrol

kolom, sistem pemanas juga digunakan untuk menjaga suhu injector dan detektor agar volatilitas sampel tetap optimal dan mencegah kondensasi senyawa sebelum mencapai kolom. Stabilitas sistem pemanas sangat mempengaruhi kualitas pemisahan karena fluktuasi suhu dapat menyebabkan perubahan waktu retensi, pelebaran puncak kromatogram, dan penurunan resolusi. Oleh karena itu, presisi dan akurasi sistem pemanas menjadi faktor krusial dalam keberhasilan analisis instrumen, terutama ketika menangani sampel kompleks seperti senyawa semi-volatil atau campuran organik dengan rentang titik didih yang luas.

4. Sistem Carrier Gas

Berfungsi sebagai fase gerak untuk membawa sampel melewati kolom kromatografi menuju detektor. Carrier gas harus memiliki kemurnian tinggi, bersifat inert, dan tidak bereaksi dengan analit maupun material kolom agar pemisahan dapat berlangsung secara optimal. Gas yang umum digunakan meliputi helium, hidrogen, dan nitrogen, masing-masing dengan karakteristik berbeda dalam hal efisiensi, kecepatan alir, dan keamanan. Sistem carrier gas biasanya dilengkapi dengan regulator tekanan, flow controller, dan filter untuk memastikan aliran gas yang stabil, bebas kontaminan, serta sesuai dengan parameter metode analisis. Stabilitas aliran gas sangat penting karena perubahan tekanan atau laju alir dapat mempengaruhi waktu retensi, bentuk puncak kromatogram, dan resolusi pemisahan. Carrier

gas yang bersifat inert juga membantu menjaga integritas sampel selama proses pemanasan di dalam kolom, sehingga senyawa dapat terpisah berdasarkan volatilitas dan interaksi dengan fase diam. Dengan demikian, sistem carrier gas memiliki peranan krusial dalam menjamin keandalan, presisi, dan sensitivitas analisis dalam kromatografi gas.

5. Detektor

Berfungsi untuk mengidentifikasi dan mengukur senyawa yang keluar dari kolom setelah proses pemisahan. Ketika setiap senyawa mencapai detektor, instrumen akan mengubah sifat fisik atau kimia analit—seperti energi ionisasi, absorbansi cahaya, konduktivitas, atau perubahan massa—menjadi sinyal listrik yang kemudian direkam sebagai kromatogram. Jenis detektor yang digunakan sangat menentukan sensitivitas, selektivitas, dan akurasi hasil analisis. Pada kromatografi gas, detektor yang umum digunakan meliputi Flame Ionization Detector (FID), Thermal Conductivity Detector (TCD), dan Mass Spectrometry Detector (MS), masing-masing dengan prinsip kerja dan keunggulan yang berbeda.

FID sangat sensitif terhadap senyawa organik berbasis karbon, sedangkan TCD bersifat universal meskipun kurang sensitif. Detektor massa menyediakan informasi struktur molekul sehingga mampu mengidentifikasi senyawa secara spesifik bahkan pada konsentrasi sangat rendah. Stabilitas detektor sangat penting karena sinyal yang tidak konsisten dapat menyebabkan distorsi puncak, penurunan

resolusi, dan kesalahan kuantifikasi. Oleh karena itu, pemilihan detektor harus disesuaikan dengan karakteristik sampel, tujuan analisis, serta tingkat sensitivitas yang dibutuhkan agar hasil pengukuran dapat dipercaya dan direproduksi.

6. Spektrofotometer massa
   a. Ionizer

      Berfungsi mengubah molekul netral dalam sampel menjadi ion bermuatan, sehingga dapat dideteksi dan dianalisis oleh mass analyzer. Proses ionisasi ini dilakukan dengan memberikan energi pada molekul melalui berbagai teknik, seperti Electron Ionization (EI), Chemical Ionization (CI), atau metode ionisasi lunak seperti Electrospray Ionization (ESI). Pada teknik EI, molekul ditembak dengan elektron berenergi tinggi sehingga menghasilkan ion molekul dan fragmen-fragmen yang menjadi karakteristik senyawa, sedangkan pada CI proses ionisasi terjadi melalui reaksi kimia antara molekul sampel dengan ion pereaksi. Ionizer harus menghasilkan ion dengan efisiensi tinggi tanpa menyebabkan degradasi berlebihan yang dapat mengaburkan identitas analit.

      Peran ionizer sangat krusial karena kualitas ion yang terbentuk menentukan kejelasan spektrum massa, sensitivitas instrumen, serta akurasi identifikasi senyawa. Dengan demikian, ionizer menjadi titik awal yang menentukan keberhasilan keseluruhan proses analisis GC-MS maupun LC-MS, terutama

ketika menganalisis senyawa volatil seperti nikotin pada sampel darah.

b. Analyzer Massa

Berfungsi untuk memisahkan ion-ion yang terbentuk pada tahap ionisasi berdasarkan rasio massa terhadap muatannya (m/z). Pemisahan ini dilakukan dengan memanfaatkan prinsip medan listrik atau medan magnet, sehingga setiap ion dengan massa dan muatan berbeda akan mengikuti lintasan yang berbeda pula sebelum akhirnya mencapai detektor. Berbagai jenis mass analyzer digunakan dalam instrumen modern, seperti quadrupole, time-of-flight (TOF), ion trap, dan orbitrap, masing-masing memiliki karakteristik tersendiri dalam hal resolusi, rentang massa, dan kecepatan analisis. Quadrupole, misalnya, bekerja dengan mengombinasikan medan listrik AC dan DC untuk menyeleksi ion tertentu pada satu waktu, sehingga sangat cocok untuk analisis kuantitatif yang membutuhkan stabilitas dan sensitivitas tinggi.

Sementara itu, analyzer TOF memisahkan ion berdasarkan waktu tempuhnya dalam ruang hampa, di mana ion bermassa lebih ringan bergerak lebih cepat dibandingkan ion berat. Kinerja mass analyzer sangat menentukan ketelitian identifikasi senyawa, karena kualitas pemisahan m/z yang baik akan menghasilkan spektrum massa yang jelas, resolusi tinggi, dan akurasi yang memadai untuk menentukan struktur kimia analit. Oleh karena itu, mass analyzer

merupakan komponen krusial dalam spektrometri massa, terutama dalam analisis kompleks seperti penentuan kadar nikotin pada sampel darah menggunakan GC-MS..

c. Detektor Massa

Berfungsi menangkap ion-ion yang telah dipisahkan oleh mass analyzer berdasarkan rasio massa terhadap muatannya (m/z). Ketika ion-ion tersebut mencapai detektor, masing-masing ion menghasilkan sinyal listrik yang besarnya sebanding dengan jumlah ion yang diterima. Sinyal ini kemudian diproses dan diterjemahkan menjadi spektrum massa yang menunjukkan intensitas relatif setiap ion. Detektor massa yang paling umum digunakan adalah electron multiplier, yang bekerja dengan memperkuat sinyal ion melalui rangkaian tabung dinodes sehingga ion tunggal sekalipun dapat menghasilkan sinyal yang terukur.

Detektor massa harus memiliki sensitivitas tinggi, respon cepat, rentang dinamis luas, serta kemampuan mendeteksi ion dalam jumlah sangat kecil agar data yang dihasilkan akurat dan reproducible. Kinerja detektor massa secara langsung menentukan kualitas spektrum massa, ketepatan identifikasi senyawa, serta sensitivitas metode analisis. Pada analisis GC-MS untuk nikotin, detektor massa memungkinkan identifikasi spesifik berdasarkan pola fragmen molekul sehingga mampu membedakan nikotin dari

senyawa lain meskipun dalam konsentrasi rendah, menjadikannya alat yang sangat penting dalam analisis toksikologi dan forensik.

7. Sistem Pengolahan Data

Berfungsi untuk mengubah sinyal mentah yang dihasilkan detektor menjadi informasi analitis yang dapat dibaca, ditafsirkan, dan dilaporkan oleh analis. Pada tahap ini, perangkat lunak khusus akan menerima sinyal ion berupa kromatogram dan spektrum massa, kemudian melakukan proses pemrosesan seperti smoothing, baseline correction, integrasi puncak, serta dekonvolusi untuk memisahkan puncak-puncak yang tumpang tindih. Selain itu, sistem pengolahan data juga melakukan pencocokan spektrum massa sampel dengan pustaka (library) seperti NIST atau Wiley untuk mengidentifikasi senyawa berdasarkan pola fragmentasinya.

Hasil akhirnya ditampilkan dalam bentuk kromatogram, tabel kadar, rasio massa-muatan (m/z), serta laporan kuantitasi. Dengan demikian, sistem pengolahan data berperan penting dalam memastikan hasil analisis akurat, mudah diinterpretasi, serta memenuhi kebutuhan dokumentasi analitis yang diperlukan dalam penelitian maupun kontrol kualitas..

8. Sistem Pendingin

Sistem pendingin pada instrumen GC-MS berfungsi menjaga stabilitas suhu pada komponen-komponen sensitif, terutama pada bagian transfer line, ion source, dan detektor, agar instrumen dapat

bekerja secara optimal dan menghasilkan data yang akurat. Pendinginan ini biasanya menggunakan sistem berbasis udara atau cairan (liquid cooling) yang dirancang untuk menyerap panas berlebih yang dihasilkan selama proses ionisasi dan analisis massa. Tanpa sistem pendingin yang baik, suhu komponen dapat meningkat secara signifikan, sehingga menyebabkan penurunan sensitivitas, peningkatan noise, bahkan kerusakan instrumen. Oleh karena itu, sistem pendingin memastikan bahwa instrumen tetap berada pada temperatur kerja yang aman dan stabil untuk mempertahankan performa analisis, mencegah drift sinyal, dan memperpanjang umur operasional perangkat GC-MS.

9. Sistem Pembuangan

Sistem pembuangan pada instrumen GC-MS berfungsi untuk membuang gas sisa, uap pelarut, dan produk samping yang dihasilkan selama proses analisis sehingga tidak menumpuk di dalam instrumen maupun ruang laboratorium. Pada GC-MS, gas pembawa dan fragmen senyawa yang tidak terionisasi akan dialirkan keluar melalui saluran pembuangan yang terhubung dengan exhaust atau ventilasi laboratorium. Sistem ini sangat penting karena akumulasi gas dan uap yang mudah terbakar atau beracun dapat menimbulkan risiko keamanan, seperti iritasi, kontaminasi silang, bahkan potensi kebakaran. Selain itu, pembuangan yang baik juga mencegah tekanan berlebih dalam instrumen sehingga menjaga stabilitas kerja alat dan kualitas hasil analisis. Dengan demikian, sistem pembuangan

merupakan bagian integral yang memastikan keamanan operator, kenyamanan lingkungan kerja, dan keandalan performa instrumen GC-MS secara keseluruhan.

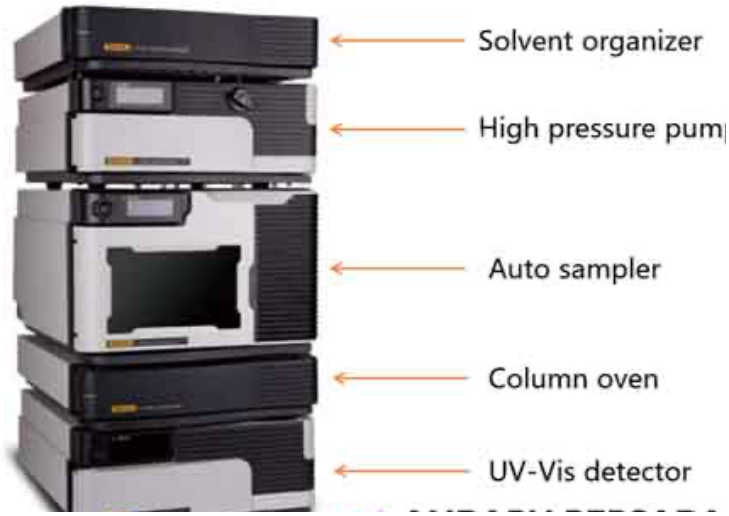
Gas Chromatography–Mass Spectrometry (GC-MS) merupakan metode analisis instrumental yang paling banyak digunakan untuk mendeteksi dan mengukur kadar nikotin dalam sampel biologis, termasuk darah, plasma, dan urin. Teknik ini memiliki sensitivitas dan selektivitas yang tinggi terhadap senyawa volatil dan semivolatil seperti nikotin. Dalam konteks penelitian terhadap pengguna tembakau gorilla, GC-MS menjadi alat penting karena kandungan nikotin pada produk ini sangat bervariasi dan tidak terstandarisasi, sehingga diperlukan metode analisis yang mampu memberikan data kuantitatif akurat terkait paparan nikotin dalam tubuh

2. Kromatografi cair kinerja tinggi

Kromatografi cair kinerja tinggi/high *performance liquid chromatograpy* (HPLC) adalah alat analisis yang digunakan untuk menganalisis berbagai komponen dalam sampel. Ada dua fase untuk HPLC: fase gerak dan fase diam. Fase gerak adalah cairan yang melarutkan senyawa target. Fase diam adalah bagian dari kolom yang berinteraksi dengan senyawa target. Berbeda dengan kromatografi gas, pada HPLC zat cair digunakan sebagai fase gerak. Persyaratan fase gerak HPLC yaitu (1) zat cair harus pelarut yang baik, (2) zat cair harus murni, (3) zat cair harus jernih untuk menghindari penyumbatan kolom, (4) zat

cair mudah diperoleh, tidak mudah terbakar, dan tidak beracun, (5) zat tidak kental, (6) sesuai dengan detektor (Mawarnis, 2024).

Nikotin dapat diserap ke dalam tubuh melalui beberapa jalur, termasuk kulit, lapisan mukosa di hidung dan mulut, serta paru-paru saat dihirup. Setelah diserap, nikotin cepat masuk ke dalam aliran darah dan mencapai otak, memicu berbagai efek pada sistem saraf pusat.



Gambar 2.7. Alat HPLC
(Sumber : Mawarnis, 2024).

Pemeriksaan nikotin dalam darah pengguna tembakau gorilla menggunakan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT/HPLC) merupakan pendekatan yang sangat penting dalam penelitian toksikologi dan analisis laboratorium. Tembakau gorilla dikenal sebagai produk tembakau non-konvensional yang tidak memiliki standar produksi yang jelas, sehingga kadar nikotinnya dapat bervariasi secara signifikan dan berpotensi jauh lebih tinggi dibandingkan rokok biasa. Ketidakpastian ini menimbulkan kebutuhan akan metode deteksi

yang akurat dan sensitif, terutama dalam menilai tingkat paparan nikotin terhadap tubuh. Dalam konteks ini, HPLC menjadi alat yang banyak digunakan karena kemampuannya memisahkan, mengidentifikasi, dan mengukur nikotin serta metabolitnya dengan presisi yang baik, bahkan dalam matriks kompleks seperti plasma darah (Al-Mamun, 2020).

Pada proses analisis, sampel darah terlebih dahulu dipisahkan menjadi plasma melalui prosedur sentrifugasi. Plasma kemudian menjalani tahapan preparasi sampel, yang bertujuan memisahkan nikotin dari protein, lipid, dan komponen lain yang dapat mengganggu sistem kromatografi. Preparasi ini dapat dilakukan melalui teknik Liquid–Liquid Extraction (LLE) atau Solid Phase Extraction (SPE). LLE memanfaatkan pelarut organik untuk menarik nikotin keluar dari plasma, sedangkan SPE menggunakan fase penyerap khusus untuk memberikan ekstrak yang lebih bersih dan stabil. Kedua metode tersebut dapat menghasilkan ekstrak nikotin yang dapat dianalisis optimal dalam sistem HPLC, namun SPE sering dipilih untuk penelitian yang menuntut tingkat presisi lebih tinggi karena kemampuannya menurunkan interferensi matriks (Al-Mamun, 2020).

Setelah preparasi, sampel yang telah diekstraksi diinjeksikan ke dalam alat HPLC dan melewati kolom kromatografi, biasanya kolom fase terbalik (reverse phase) seperti C18. Kolom ini menjadi pilihan utama karena mampu memisahkan senyawa alkaloid seperti nikotin

secara efektif berdasarkan sifat polaritasnya. Fase gerak yang digunakan biasanya merupakan campuran metanol–air atau acetonitrile–buffer yang diatur pada pH tertentu untuk menghasilkan pemisahan optimal. Deteksi nikotin dilakukan menggunakan detektor UV–Vis pada panjang gelombang sekitar 260 nm, panjang gelombang di mana nikotin menunjukkan absorbansi maksimum. Pemisahan ini menghasilkan waktu retensi yang khas untuk nikotin, biasanya berkisar antara empat hingga delapan menit, sehingga identifikasi dapat dilakukan dengan membandingkan waktu retensi sampel dengan standar nikotin murni Syallah (2021).

HPLC terbukti efektif dalam mengukur kadar nikotin dalam darah pengguna tembakau gorilla, dengan sensitivitas yang memungkinkan deteksi hingga level mikrogram per liter. Kadar nikotin plasma yang terukur melalui HPLC dapat memberikan gambaran penting mengenai tingkat paparan nikotin, baik paparan akut maupun kronis. Dalam banyak kasus, pengguna tembakau gorilla menunjukkan kadar nikotin yang jauh lebih tinggi dibandingkan perokok rokok konvensional. Hal ini disebabkan oleh ketidakseragaman formulasi tembakau gorilla, yang sering diproduksi tanpa kontrol kualitas yang ketat. Kadar nikotin yang tinggi ini dapat menimbulkan berbagai gejala toksik seperti pusing, takikardia, peningkatan tekanan darah, dan gejala sistemik lainnya akibat stimulasi kolinergik yang berlebihan Syallah (2021).

Meskipun HPLC memiliki sensitivitas yang lebih rendah dibandingkan GC-MS, teknik ini tetap menjadi pilihan utama di banyak laboratorium kesehatan maupun laboratorium universitas karena biaya operasional yang lebih rendah, waktu analisis yang cepat, serta tingkat akurasi yang sudah memadai untuk tujuan toksikologi. Dalam konteks penelitian tembakau gorilla, penggunaan HPLC menjadi sangat relevan karena ketersediaannya yang lebih luas dibandingkan GC-MS, sehingga dapat menjadi alat standarisasi dalam mengukur paparan nikotin pada populasi pengguna tembakau gorilla (Al-Mamun, 2020).

Menurut Syallah (2021) berikut komponen kromatografi cair kinerja tinggi sebagai berikut :

1. Pompa

Fase gerak dalam KCKT adalah suatu cairan yang bergerak melalui kolom. Ada dua tipe pompa yang digunakan, yaitu tekanan tetap *(constant pressure)* dan pendesakan tetap *(constan displacement).* Pompa tekanan tetap dibagi menjadi dua yaitu tekanan langsung dan tekanan tetap menengah. Pada tekanan langsung gas bertekanan tinggi didesak ke dalam bagian atas pompa, sehingga mendesak eluen dalam tabung ke atas. Pompa pendesakan tetap dapat dibagi menjadi dua yaitu pompa bolak-balik *(reciprocating pump)* dan pompa pendesakan tunggal *(pompa syringe)*. Pada pompa pendesakan tunggal dapat menghasilkan aliran pelarut yang seragam melalui kolom dan ke detektor yang menghasilkan noise terendah pada detektor yang peka

terhadap aliran. Selain itu pompa dapat dengan mudah digunakan pada system gradien.

2. Injektor

Injektor pada Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT/HPLC) merupakan komponen penting yang berfungsi memasukkan sampel ke dalam aliran fase gerak secara akurat, terukur, dan berulang. Injektor bekerja dengan cara mengalihkan aliran fase gerak melalui loop injeksi yang telah terisi sampel, kemudian mendorong sampel tersebut masuk ke kolom dengan tekanan tinggi. Proses ini harus dilakukan dengan sangat presisi karena volume injeksi yang tidak konsisten dapat menyebabkan variasi besar pada luas puncak kromatogram, sehingga memengaruhi kuantifikasi analit. Injektor modern biasanya berbentuk autosampler, yang mampu menyuntikkan sampel secara otomatis dalam jumlah besar dengan tingkat presisi tinggi serta meminimalkan kesalahan manusia. Selain itu, injektor harus memiliki material yang inert terhadap senyawa kimia agar tidak terjadi adsorpsi atau degradasi sampel. Oleh karena itu, sistem injeksi dalam KCKT memegang peranan penting dalam menentukan kualitas pemisahan, stabilitas sinyal detektor, serta reproduktifitas hasil analisis.

Sampel yang akan dimasukkan ke bagian ujung kolom, harus dengan disturbansi yang minimun dari material kolom. Ada dua model umum:

a. *Stopped flow*

Metode *stopped-flow* merupakan teknik kinetika cepat yang digunakan untuk mempelajari reaksi kimia yang berlangsung dalam skala waktu sangat singkat, umumnya dalam orde milidetik hingga mikrodetik. Pada metode ini, dua atau lebih larutan reagen dicampurkan secara cepat dalam suatu ruang pencampur, kemudian aliran campuran tersebut dihentikan secara tiba-tiba (stopped) pada sel pengamatan. Penghentian aliran ini memungkinkan instrumen untuk memonitor perubahan sifat kimia atau fisik reaksi—seperti absorbansi, fluoresensi, atau konduktivitas—sejak saat pencampuran awal hingga reaksi berlangsung. Karena pencampuran terjadi hampir seketika, metode *stopped-flow* sangat efektif untuk mengukur konstanta laju reaksi cepat, mekanisme reaksi enzimatik, serta proses dinamika molekul yang tidak dapat diamati dengan teknik konvensional yang lebih lambat.

b. *Solvent flowing*

Pada teknik *solvent flowing*, larutan atau pelarut dibiarkan mengalir secara kontinu melalui sistem pengukuran atau kolom analisis. Aliran pelarut yang stabil ini umum digunakan pada

berbagai instrumen analitik seperti kromatografi cair, kromatografi gas, serta detektor optik yang membutuhkan aliran konstan untuk menjaga kestabilan sinyal. Dengan adanya aliran pelarut yang terus bergerak, analit dapat terbawa secara terkendali menuju detektor sehingga menghasilkan profil sinyal yang merepresentasikan konsentrasi analit sepanjang waktu. Teknik ini memungkinkan pemisahan, deteksi, maupun pengukuran kuantitatif yang akurat, terutama ketika analisis membutuhkan kondisi aliran yang linier dan konsisten. Berbeda dengan stopped-flow yang menghentikan aliran untuk mengamati dinamika reaksi cepat, solvent flowing justru mengandalkan aliran kontinu untuk memperoleh kestabilan dan reproduktibilitas hasil analisis.

Ada tiga tipe dasar injector yang dapat digunakan:

a. *Stop-flow* aliran dihentikan, injeksi dilakukan pada kinerja atmosfir, sistem tertutup, dan aliran dilanjutkan lagi. Teknik ini biasa digunakan karena difusi di dalam cairan kecil resolusi tidak dipengaruhi

b. Septum-septum yang digunakan pada KCKT sama dengan yang digunakan pada kromatografi Gas. Injektor ini dapat digunakan pada kinerja 60-70 atmosfir

c. *Loop valve* umumnya digunakan pada volume yang lebih besar dari 10µl dan dilakukan dengan cara automatis (dengan menggunakan adaptor yang sesuai, volume yang lebih kecil dapat diinjeksikan

secara manual). Pada posisi LOAD sampel diisi kedalam loop pada kinerja atmosfir, bila VALVE difungsikan maka sampel akan masuk ke dalam kolom.

3. Kolom

Kolom pada KCKT merupakan bagian yang sangat penting, sebab pemisahan komponen-komponen sampel akan terjadi didalam kolom. Kolom KCKT dibuat dalam bentuk lurus.

a. Kolom analitik Diameter dalam 2-6 mm. Panjang kolom tergantung pada jenis material pengisi kolom. Untuk kemasan pellicular, Panjang yang digunakan adalah 50-100 cm. untuk kemasan poros mikro parti kulat 10-30 cm
b. Kolom preparatif umumnya memiliki diameter 6 mm atau lebih besar dan Panjang kolom 25-100 cm

Kolom umumnya dibuat dari stainlesteel, dengan bentuk lurus dan biasanya dioperasikan pada temperatur kamar. Kolom dapat dipanaskan agar dihasilkan pemisahan yang lebih efesien, akan tetapi suhu di atas 60°C jarang digunakan, karena dapat menyebabkan terjadi penguraian fase diam ataupun penguapan fase gerak pada suhu yang lebih tinggi tersebut. Pengepakan kolom tergantung pada model KCKT yang digunakan *(Liquid Solid Chromatography, LSC; Liquid Liquid Chromatography, LLC; Ion Exchange Chromatography, IEC, Exclution Chromatography, EC)*

4. Detektor

Suatu detector dibutuhkan untuk mendeteksi adanya komponen sampel didalam kolom (analisis kualitatif) dan menghitung kadarnya (analisis kuantitatif). Detektor yang baik memiliki sensitivitas yang tinggi, gangguan untuk semua tipe senyawa. Suatu kepekaan yang rendah terhadap aliran dan fluktuasi temperature sangat diinginkan, tetapi tidak selalu dapat diperoleh

Detektor KCKT yang umum digunakan adalah detector UV 254 nm, variabel Panjang gelombang dapat digunakan untuk mendeteksi banyak senyawa dengan range yang lebih luas. Detektor indeks refraksi juga digunakan secara luas terutama pada kromatografi eksklusi, tetapi umumnya kurang sensitif jika dibandingkan dengan detektor UV. Detektor-detektor lainnya antara lain:

a. Detektor Fluorometer - Detektor Spektrofotometer Massa

Detektor fluorometer adalah alat yang bekerja berdasarkan fluoresensi, yaitu kemampuan suatu senyawa untuk menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu dan kemudian memancarkan cahaya dengan panjang gelombang berbeda (lebih panjang).

Prinsip kerja:

1. Sampel diberi penyinaran (excitation) dengan panjang gelombang tertentu.

2. Molekul menyerap energi dan naik ke tingkat energi yang lebih tinggi.
3. Molekul kembali ke keadaan dasar (ground state) sambil memancarkan cahaya (emission).
4. Intensitas cahaya yang dipancarkan diukur oleh detektor.

Kelebihan:

- Sangat sensitif (bahkan sampai level ng/L).
- Spesifik untuk senyawa yang bersifat fluoresen.
- Cocok untuk analisis obat, metabolit biologis, senyawa aromatik.

Kekurangan:

- Tidak semua senyawa memiliki fluoresensi alami.
- Membutuhkan kondisi analisis yang stabil untuk akurasi tinggi.

b. Detektor ionisasi nyala - Detektor Reaksi Indeks

Pada kromatografi gas, detektor ionisasi nyala (Flame Ionization Detector/FID) merupakan detektor yang paling umum digunakan. Detektor ini bekerja dengan membakar senyawa organik dalam nyala hidrogen–udara sehingga menghasilkan ion-ion karbon yang kemudian ditangkap oleh elektroda untuk menghasilkan arus listrik. Besarnya arus tersebut sebanding dengan jumlah karbon dalam sampel, sehingga FID sangat sensitif terhadap senyawa organik namun tidak memberikan informasi struktur seperti detektor massa.

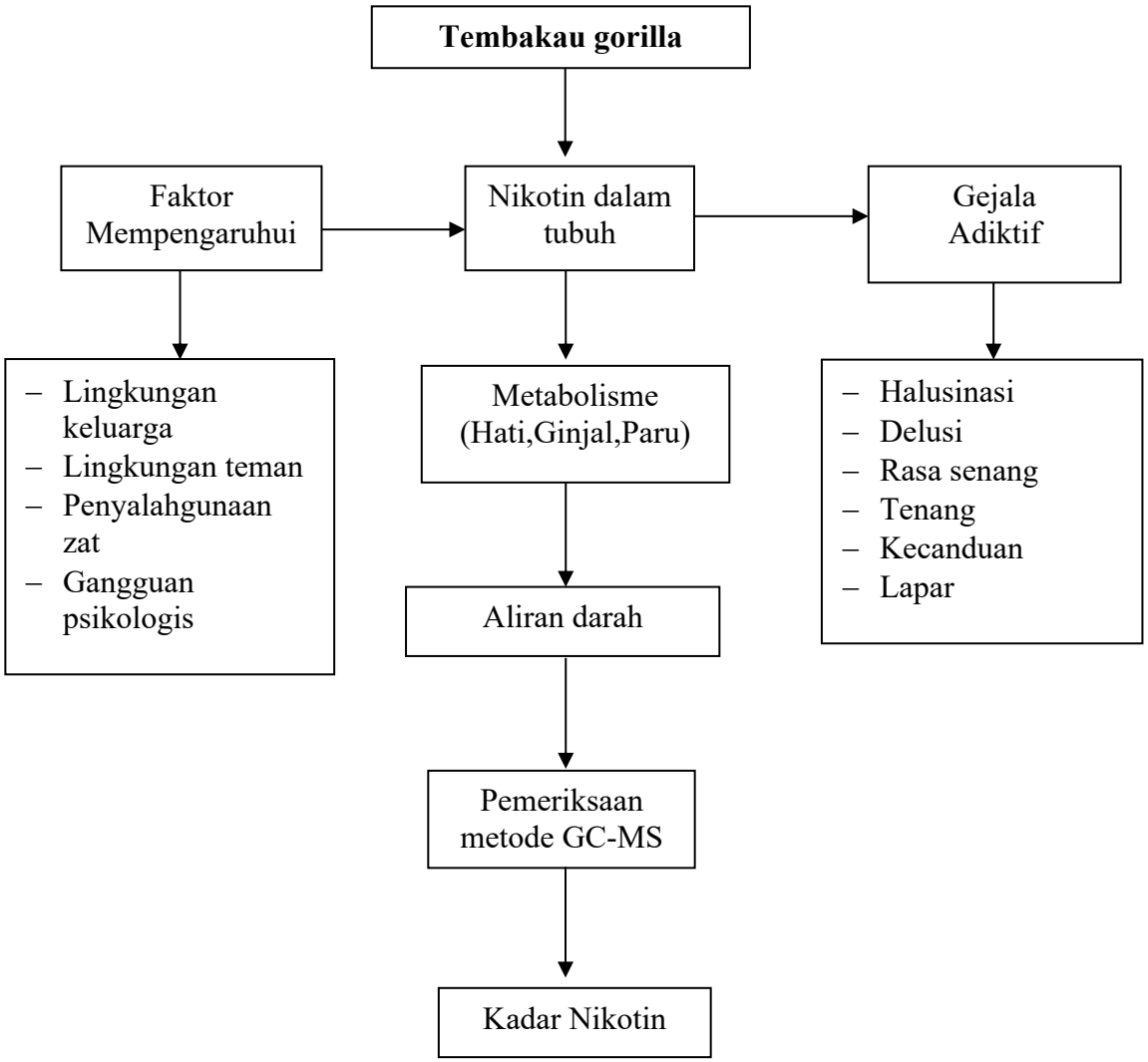
Sementara itu, detektor reaksi indeks atau detektor berbasis indeks reaksi bekerja dengan memanfaatkan reaksi kimia antara analit dengan

suatu reagen sehingga menghasilkan perubahan sifat fisik atau kimia tertentu yang kemudian terdeteksi oleh sistem. Detektor ini lebih jarang digunakan dan umumnya memiliki aplikasi khusus karena bergantung pada reaktivitas spesifik antara analit dan reagen yang digunakan, namun dapat memberikan selektivitas tinggi untuk senyawa tertentu yang sulit dianalisis dengan detektor konvensional.

c. Detektor elektrokimia - Detektor Reaksi Kimia

Detektor elektrokimia merupakan instrumen yang mendeteksi senyawa berdasarkan kemampuan analit untuk mengalami reaksi oksidasi atau reduksi pada elektroda kerja. Ketika analit melewati elektroda, proses transfer elektron menghasilkan arus listrik yang sebanding dengan konsentrasi analit. Detektor elektrokimia sangat sensitif dan umum digunakan dalam HPLC untuk mendeteksi senyawa elektroaktif seperti neurotransmiter, nikotin, dan katekolamin. Di sisi lain, detektor reaksi kimia adalah kelas detektor yang bekerja berdasarkan reaksi kimia tertentu antara analit dan pereaksi sehingga menghasilkan perubahan sifat optik, massa, atau listrik yang dapat diukur. Reaksi ini dapat berupa pembentukan warna, pembentukan fluorofor, ataupun produksi gas yang terukur secara fisik. Detektor jenis ini bersifat fleksibel karena dapat disesuaikan dengan banyak jenis senyawa, namun membutuhkan pereaksi tambahan dan kondisi reaksi yang stabil agar hasil analisis tetap akurat.

F. Kerangka Teori



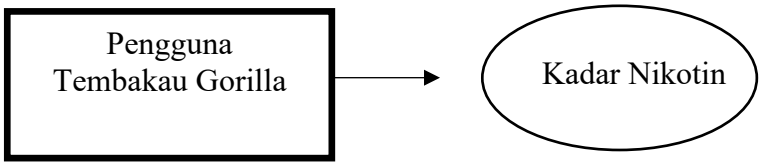
Gambar 2.8. Bagan Kerangka Teori

Keterangan :

: Diteliti

G. Kerangka Konsep

Berdasarkan tujuan penelitian di atas maka kerangka dalam penelitian ini dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.9. Bagan Kerangka Konsep

Keterangan

= Variabel Bebas (Independen)

= Variabel Terikat (Dependen)

H. Variabel Penelitian

a. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang akan diteliti pengaruhnya terhadap variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah pengguna tembakau gorilla.

b. Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang menjadi titik pusat penelitian, varibel terikat pada penelitian ini adalah kadar nikotin pada pengguna tembakau gorilla.

I. Definisi Operasional

1. Tembakau gorilla adalah tembakau yang disintetis yang memiliki senyawa *cannabis* dengan efek yang mirip dengan ganja yang digunakan.
2. Nikotin adalah senyawa kimia yang ditemukan dalam tanaman tembakau gorilla. Termasuk dalam kelompok alkaloid dan memiliki sifat adiktif, yang berarti dapat menyebabkan ketergantungan.
3. Metode GC-MS *(Gas Chromatography-Mass Spectrometry)* adalah teknik analisis yang digunakan untuk memisahkan dan mengidentifikasi komponen dalam campuran kompleks.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah deskriptif. Penelitian deskriptif adalah metode yang digunakan untuk meneliti atau mendeskripsikan suatu gejala, kondisi, peristiwa, hubungan antara berbagai fenomena yang dianalisis, serta pencarian fakta yang terjadi pada masa kini atau masa aktual dengan interpretasi yang tepat dan akurat.

B. Waktu dan Tempat Penelitian

1. Waktu Penelitian

   Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Mei-Juni 2025

2. Tempat Penelitian

   Pengambilan sampel dilakukan di salah satu komunitas di kota Makassar (MD Bersatu) sedangkan analisis nikotin dilakukan pada Laboratorium Kimia Anorganik dan Laboratorium Riset di Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar.

C. Populasi dan Sampel

1. Populasi

   Populasi yang digunakan pada penelitian ini adalah masyarakat dikota makassar khususnya komunitas yang menggunakan tembakau goril

2. Sampel

Sampel dalam penelitian ini adalah sampel darah vena dari pengguna tembakau gorilla sebanyak 15 sampel

3. Kriteria Inklusi
   a. Pengguna aktif tembakau gorilla minimal satu tahun keatas
   b. Usia 20 tahun keatas
4. Kriteria Ekslusi
   a. Memiliki penyakit tertentu (ginjal, hepatitis, dan paru-paru)
   b. Menggunakan jenis narkoba lain
   c. Sampel darah yang lisis

D. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah *Gas Chromatography Massa Spectrofotometry* (*GCMS)*, tabung reaksi, gelas kimia, rak tabung, *timer, coll box,* botol vial, mikropipet, dan vortex

Adapun bahan yang akan digunakan adalah spoit 5 cc, label, alkohol swab, plester, turniket, tabung EDTA, difenilamin 2 ppm, NaoH 2,5 M, methanol 50%, diklorometana, n-heksanna, asam asetat glasial

E. Prosedur kerja

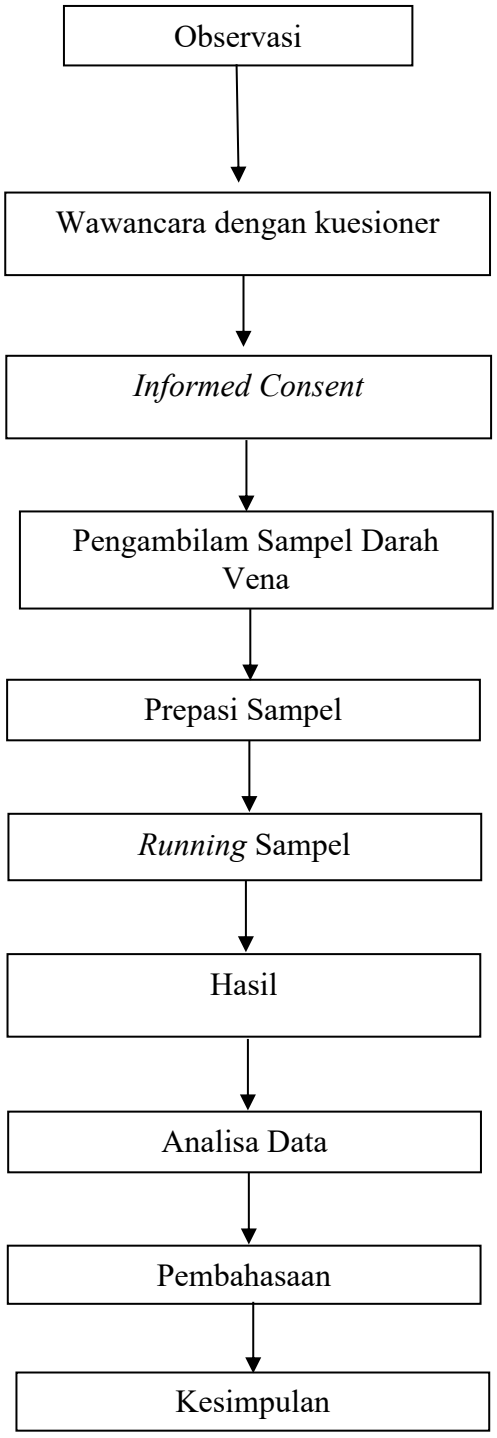
a. Persiapan Pengambilan Darah

Melakukan pengambilan sampel darah vena sebanayak 5 cc, lalu dimasukkan ke dalam tabung EDTA, kemudian disimpan pada cooll box atau peyimanan sampel

b. Prepasi Sampel

Sebanayak 0,5 mL plasma ditambahkan kedalam tabung reaksi, dengan 100 µL difenilamin 2 ppm dalam metanol 50%. Ditambahkan 100 µL NaOH 2,5M lalu divortex pada 2800 rpm selama 30 detik. 2,5 mL diklorometana-heksana kemudian divortex selama 2 menit dengan 2800 rpm. Lapisan organik dipindahkan kedalam tabung reaksi yang baru yang berisi 10 µL asam asetat glasial lalu di sentrifus pada 3500 rpm selama 3 menit setelah itu di uapkan hingga kering. Dan ditambahkan 100 µL heksana, dan homogenkan kemudian pindahkan kedalam botol vial sesuai tanda batas. (Massadeh, dkk, 2009)

F. Alur Penelitian



Gambar 3.1 Bagan Alur Penelitian

G. Teknik Sampling

Teknik pengambilan sampling yang digunakan dalam penelitian ini adalah berdasarkan *purposive s*ampling yang sesuai dengan kriteria inklusi dan eksklutif.

H. Teknik Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data kualitatif dimana melakukan wawancara terhadap respoden dan analisa nikotin dalam hubungan frekuensi dan durasi pengguna tembakau gorilla.

I. Analisa Data

Analisis data dilakukan dengan mengelolah data yang disajikan dalam bentuk tabel dan gambar kemudian di narasikan.

J. Etika Penelitian

1. Persetujuan Informasi *(Informed Consent)*

   Peneliti harus memberikan informasi yang jelas dan lengkap kepada peserta tentang tujuan penelitian, prosedur yang akan dilakukan, potensi risiko, dan. Manfaat yang mungkin diperoleh. Pesertah harus memberikan persetujuan tertulis sebelum berpartisipasi.

2. Kerahasiaan dan privasi *(Anonymity)*

   Data pribadi peserta harus dijaga kerahasiaanya. Identitas peserta harus disimpan secara terpisah dari data penelitian, dan semua informasi yang dapat mengidentifikasi peserta harus dihapus atau dianonimkan dalam laporan hasil penelitian.

3. Keadilan peneliti

   Memastikan bahwa pemilihan dilakukan secara adil dan tidak dikriminatif. Semua individu yang memenuhuui kriteria inklusi harus memiliki kesempatan yang sama untuk berpartisipasi dalam penelitian.

4. Transparasi dan Akuntabilitas

   Peneliti harus bersikap transparan tentang tujuan, metode, dan hail penelitian. Hasil penelitian harus dilaporkan secara akurat dan tidak dimanipulasi untuk mendukung hipotesis tertentu.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Pada penelitian ini sampel yang diambil dari salah satu komunitas dari Kota Makassar (MD Bersatu) dengan jumlah sampel yang diteliti sebanyak 15 sampel yang diperoleh dari pengguna tembakau gorilla.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada Laboratorium Kimia Anorganik untuk prepasi sampel dan di laboratorium Riset Jurusam Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar untuk Analisa sampel pada GC-MS didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4.1 Karateristik Responden Berdasarkan Usia, dan Jenis Kelamin.

Kategori	Frekuensi (n=15)	Presentase (%)
Jenis Kelamin		
Laki-laki	**13**	**86,66 %**
Perempuan	**2**	**13,33%**
Total	**15**	**100%**
Usia		
20-30 tahun	**13**	**86,66%**
30 tahun keatas	**2**	**13,33%**
Total	**15**	**100%**

Berdasarkan tabel 4.1 menunjukkan bahwa sebanyak 15 pengguna tembakau gorilla didapatkan jika dikelompokkan berdasarkan jenis kelamin, maka sebagian besar responden adalah laki-laki**,** yaitu sebanyak 13 orang (86,66%)**,** sementara perempuan hanya 2 orang (13,33%)**.** Hasil ini mencerminkan kecenderungan umum bahwa laki-laki lebih dominan dalam perilaku penyalahgunaan zat, termasuk penggunaan tembakau gorilla.

Temuan ini sesuai dengan studi yang dilakukan oleh WHO (2018)**,** yang menyebutkan bahwa prevalensi konsumsi nikotin di kalangan pria jauh lebih tinggi dibandingkan wanita di berbagai negara, termasuk Indonesia.

Jika dilihat berdasarkan usia responden menunjukkan bahwa kelompok usia 20–30 tahun merupakan pengguna terbanyak, yaitu 10 orang (66,66%), dan sisanya dari kelompok usia 30 tahun keatas sebanayak 2 orang (13,33%). Bahwa kelompok usia 20-30 tahun secara khusus memiliki angka prevelensi yang lebih tinggi dibanding kelompok usia lainnya. Menurut Badan Narkotika Nasional (2019) menjelaskan bahwa kelompok usia ini tergolong dewasa muda yang secara psikososial berada pada fase transisi dari masa remaja ke dewasa awal. Dalam fase ini, individu lebeih cenderung untuk bereksperimen. Termasuk dalam hal penggunaan zat adiktif seperti narkotika, rokok, maupun tembakau sintetis (tembakau gorilla).

Pada usia 30 tahun keatas mencakup 2 responden , meskipun jumlahnya lebih kecil dibadingkan kelompok usia muda, hal ini tetap singnifikan dan menunjukkan bahwa penyalahgunaan tembakau gorilla tidak hanya terbatas pada usia remaja dan dewasa muda, melainkan juga terjadi pada usia dewasa, menurut WHO (2015) juga mengatakan bahwa kelompok usia dewasa yang telah menggunakan zat adiktif dalam jangka waktu lama cenderung lebih sulit menghentikan perilaku tersebut karena ketergantungan biologis dan psikologis yang sudah terbentuk kuat. Hal ini menjelaskan meskipun jumlahnya kecil, tetap ditemukan responden usia lanjut dalam penelitian ini.

Tabel 4.2 Hasil Kadar Nikotin pada GC-MS

No	Kode Sampel	Retention Time	Area Counts	Relative Area %	Estimasi Kadar Nikotin ng/mL	Keterangan
1.	Ekstrak 1	5.561	103996.422	2.54	$2{,}54 \times 10^7$	Lebih NAB
2.	Ekstrak 2	4.176	26463.065	0.24	$2{,}4 \times 10^6$	Lebih NAB
3.	Ekstrak 3	7.608	217205.283	4.34	$4{,}34 \times 10^7$	Lebih NAB
4.	Ekstrak 4	5.676	27175.838	0.58	$5{,}8 \times 10^7$	Lebih NAB
5.	Ekstrak 5	4.993	51124.324	1.73	$1{,}73 \times 10^7$	Lebih NAB
6.	Ekstrak 6	4.697	23112.893	1.27	$1{,}27 \times 10^7$	Lebih NAB
7.	Ekstrak 7	7.044	24396.266	2.86	$2{,}86 \times 10^7$	Lebih NAB
8.	Ekstrak 8	4.802	6662.245	0.59	$5{,}9 \times 10^6$	Lebih NAB
9.	Ekstrak 9	6.870	78002.223	7.89	$7{,}89 \times 10^7$	Lebih NAB
10.	Ekstrak 10	4.183	4503.804	0.63	$6{,}3 \times 10^6$	Lebih NAB
11.	Ekstrak 11	8.863	51330.483	7.20	$7{,}20 \times 10^7$	Lebih NAB
12.	Ekstrak 12	7.043	11885.075	2.02	$2{,}02 \times 10^7$	Lebih NAB
13.	Ekstrak 13	8.863	29414.319	7.2814	$7{,}2814 \times 10^7$	Lebih NAB
14.	Ekstrak 14	7.417	4734.682	0.87	$8{,}7 \times 10^6$	Lebih NAB
15.	Ekstrak 15	1.404	13747.333	2.91	$2{,}91 \times 10^7$	Lebih NAB

Berdasarkan tabel 4.2 menunjukkan bahwa 15 sampel hasil estimasi kadar nikotin lebih dari nilai ambang batas, dimana nilai ambang batas berkisar 10-50 ng/ml.

B. Pembahasaan

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Riset dan Laboratorium Anorgamik jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar, pada bulan Mei hingga Juni 2025. Pengambilan sampel dilakukan disalah satu komunitas (MD Bersatu) yang berada di kota makassar.

Sebanayak 15 sampel darah yang dikumpulkan dalam tabung *Ethlenediaminetetraacetic acid (EDTA).*

Kriteria sampel yang diambil pada penelitian ini adalah Pengguna tembakau gorilla menimal satu tahun pemakainya dengan usia 20 tahun keatas. Pengambilan sampel dilakukan secara serentak setelah di observasi dan sesuai dengan kriteria maka responden akan diatur jadwal untuk dikumpulkan pada satu tempat. Hal ini dilakukan agar tidak mengurangi komponen pada darah jika diambil secara bertahap tahap. Sampel yang telah dikumpulkan disimpan pada *coll box* kemudian dibawah ke laboratorium Stella Maris untuk mendapatkan plasma kemudian di simpan di *freezer* pada suhu-18°C.

Pada penelitian ini digunakan metode *Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS)* digunakan untuk mengukur konsentrasi nikotin dalam darah karena memiliki tingkat sensitivitas dan spesifisitas yang sangat baik. Metode ini dapat mengidentifikasi nikotin hingga tingkat nanogram per mililiter, yang sangat krusial untuk pengujian kadar zat adiktif dalam sampel biologis. Di samping itu, *GC-MS* mampu memisahkan senyawa volatil dengan efisien dan menghasilkan data yang tepat, bahkan dalam kondisi matriks yang rumit seperti darah.

Dalam penelitian ini, semua responden menunjukkan tingkat nikotin yang jauh melebihi ambang batas yang ditetapkan, dengan angka terendah mencapai $2{,}4 \times 10^{6}$ ng/mL dan yang tertinggi mencapai $7{,}89 \times 10^{7}$ ng/mL.

Empat sampel menunjukkan kadar nikotin sangat tinggi, melebihi 40ng/mL, yaitu Ekstrak 9, 13, 11, dan 3.

Responden 9 (perempuan, 29 tahun, menggunakan 2 kali seminggu selama 5 tahun) meskipun frekuensinya tidak termasuk tinggi (tidak setiap hari), kadar nikotin yang terdeteksi sebanyak 7,89 x ^{107} justru merupakan yang tertinggi dari semua sampel. Hal ini dapat dijelaskan dengan mepertimbangkan dua aspek penting; yang pertama lama paparan, selama lima tahun memberikan waktu yang cukup untuk terjadinya akumulasi nikotin dalam jaringan tubuh, terutama jaringan lemak. Faktor kedua metabolik individu, khususnya pada perempuan menurut Benowitz dan Jacob, (1994) mengatakan metobolisme nikotin dapat dipengaruhui oleh siklus hormonal, dan perempuan yang menggunakan kontrasepsi hormonal cenderung memiliki metabolisme nikotin lebih lambat.

Responden 13 merupakan laki-laki usia 30 tahun yang mengomsumsi tembakau gorilla tiga kali seminggu selama delapan tahun dengan kadar nikotin 7,2814 x 10^7. Kombinasi antara frekuensi pengunaan dan durasi pengunaan yang cukup lama berkontribusi terhadap tingginya kadar nikotin. Menurut Changeux (2010) penggunaan yang cukup Panjang dapat meyebabkan perubahan struktur reseptor nikotinik asetilkolin (nAChR) dalam sistem saraf pusat, yang meningkatkan sensitivitas terhadap nikotin dan meperkuat efek ketergantungan. Karena tembakau gorilla dikenal sebagai produk tembakau sintetik, maka kemungkinan konsentrasi nikotin yang terkandung dalam 1R lebih tinggi dibandingkan tembakau konvensional.

Responden 11 seorang pria berusia 21 tahun dengan pola konsumsi setiap hari sealama dua tahun memiliki kadar nikotin 7,20 x 10^7 . dalam hal ini frekuensi harian terbukti mampu menghasilkan kadar nikotin darah yang tinggi dalam waktu relative singkat. Menurut Hukkanen (2005) dalam penggunaan berulang metabolisme nikotin tidal sempat mengeliminasi seluruh dosis sebelumnya, sehingga konsentrasi dalam darah meningkat secara akumulatif . efek jangka Panjang dari pol aini adalah adaptasi neurobiologis dan peningkatan toleransi terhadap nikotin, yang kemudian memicu peninkatan konsumsi untuk mendapatkan efek yang sama.

Responden ekstrak 3 seorang pria usia 39 tahun dengan pola penggunaan hanya tiga kali dalam sebulan, namun telah berlangsung selama 15 tahun. Bahwa durasi penggunaan jangka panjang dapat menghasilkan akumulasi kadar nikotin, bahkan dengan frekuensi konsumsi yang tergolong jarang. Dengan konsumsi 1R berisi nikotin konsentrasi tinggi, maka nikotin yang tersimpan dalam jaringan adiposa akan tetap dilepaskan secara perlahan ke dalam sirkulasi, menghasilkan konsentrasi basal yang tetap tinggi. Menurut Jacob (1991) tetntang Toksikokinetika mengatakan bahwa nikotin dan metabolitnya (seperti *continine*) memiliki waktu retensi yang lama dalam jaringan lemak dan organ seperti hati dan paru.

Ketidakpastian kandungan nikotin pada produk ini dapat menyebabkan paparan yang tidak terkontrol, memperbesar risiko ketergantungan dan toksisitas akut. Oleh karena itu, penting dilakukan pengawasan terhadap peredaran produk tembakau gorilla, serta edukasi tentang risiko kesehatan

yang ditimbulkannya, khususnya bagi remaja dan dewasa muda yang merupakan kelompok usia terbanyak dalam penelitian ini.

Berdasarkan semua informasi responden, dapat dikatakan bahwa konsentrasi nikotin yang tinggi dipengaruhi tidak hanya seberapa sering seseorang mengkonsumsi, tetapi juga lamanya penggunaan, usia saat mulai, dan kemungkinan kadar nikotin dalam produk yang digunakan. Hasil ini sejalan dengan penelitian oleh Yang (2018) yang menyebutkan bahwa metabolisme nikotin berbeda antar individu, tetapi biasanya menunjukkan peningkatan kadar dalam darah pada pola konsumsi yang berlangsung lama, terutama jika tidak diikuti dengan proses detoksifikasi atau penghentian penggunaan.

BAB V
PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis kadar nikotin menggunakan metode *GC-MS*, seluruh responden menunjukkan kadar nikotin yang melebihi ambang batas (10–50 ng/mL), dengan rentang antara $2{,}4 \times 10^6$ hingga $7{,}89 \times 10^7$ ng/mL. Kadar ini dipengaruhi oleh frekuensi, durasi penggunaan, serta kemungkinan kandungan nikotin tinggi dalam tembakau gorilla.

B. Saran

1. Disarankan untuk menggunakan standar nikotin murni dalam analisis GC-MS agar dapat memperoleh hasil kuantitatif absolut (mg/L atau ppm), bukan hanya kadar relatif, sehingga hasil penelitian menjadi lebih akurat dan terstandarisasi.
2. Disarankan kepada kementrian Kesehatan dan Badan Nasional Narkotika untuk menetapkan nilai ambang batas nikotin dalam darah sebagai acuan untuk mendeteksi dan menilai tingkat penyalahgunaan tembakau gorilla. Nilai ini penting untuk membedakan pasif dan aktif serta mendukung penegakan hukum dan rehabilitasi.
3. Penelitian ini sebaiknya diperluas dengan penambahan jumlah sampel dan variasi waktu pengambilan darah**,** untuk mengetahui fluktuasi kadar nikotin seiring waktu dan efek metabolisme tubuh.

DAFTAR PUSTAKA

Alegantina, (2017). Penetapan Kadar Nikotin dan Karakteristik Ekstrak Daun Tembakau (Nicotiana tabacum L.) Determination of Nicotine Levels in Tobacco Leaves and Characteristics of Tobacco Leaves Extract (Nicotiana tabacum L.). *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pelayanan Kesehatan* 1(2) : 7-11.

Arnson, Y., Shoenfeld, Y., & Amital, H. (2010). Effects of tobacco smoke on immunity. *Journal of Autoimmunity, 34*(3), J258–J265.

Bakara, (2024). "Analisis Putusan Hakim Dalam Perkara Pelaku Tindak Pidana Narkotika Jenis Tembakau Sintetis". *Jurnal Dinamika Hukum.* 15(1): 126 – 130.

Benowitz, N. L., Hukkanen, J., & Jacob, P. (2009). Nicotine chemistry, metabolism, kinetics and biomarkers. *Nicotine & Tobacco Research*, 11(1), 13–18.

Bintoro dan Daryanto. (2017). "Manajemen Penilaian Kinerja Karyawan". Cetakan 1. *Gava Media*, Yogyakarta

BNN, (2019). "Penecgahan Dan Pemberatasan Penyalahgunaan Dan Peredaran Gelap Narkoba" Hal 113.

BPOM, (2017). "Kadar Maksimal Nikotin Dalam Rokok Belum Dibatasi" Artikel Antara Kantor Berita Indonesia.

Castaneto, M. S., Gorelick, D. A., Desrosiers, N. A., Hartman, R. L., Pirard, S., & Huestis, M. A. (2014). Synthetic cannabinoids: Epidemiology, pharmacodynamics, and clinical implications. *Drug and Alcohol Dependence, 144*, 12–41.

Changeux, (2010) *Allosteric receptors: from electric organ to cognition"*(Annual Review of Pharmacology & Toxicology, 2(3) 158-160.

Chumbhardika Chitto Dan Heykal Pradhana, (2024). "Urgensi Pengelompokkan Ganja Sintetis Ke Dalam Golongan I Uu No.35 Tahun 2009 Tentang Narkotika". *Jurnal Ablam Law Review*, 4(2) : 147-149.

Dagla, H. R., Hidayat, T., & Lim, H. (2023). Rapid GC-MS method for determination of nicotine in electronic cigarette liquids. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 27(5),871880.

Davoli, E., Ferrante, R., & Maspero, A. (2024). Comparison of GC-MS and GC-FID for nicotine detection in e-cigarette refill liquids. *National Institute for Public Health and the Environment (RIVM)*.

Fatahila, Endah dan Widyawati (2022). “Efektifitas Pemidanaan Dalam Proses Penegakan Hukum Tindak Pidana Penyalahgunaan Narkotika”. *jurnal of lex generalis.*3(4) : 1-7.

Fatahilla krisfian, Sufirman Rahman dan Baharuddin Badaru, (2022). *Journal of lex generals (JLS)*. 3(4) : 751 -763.

Fitri,. (2024). "Tingkat Pengetahuan Remaja Mengenai Bahaya Perokok Aktif Dan Perokok Pasif Di Mts Ypks Kota Padangsidimpua”. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Aufa (JPMA)*. 4(2) : 19-32.

Hanif Hermawati, A., & Qurrotu A’yunin Lathifah, (2020). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kandungan Nikotin Dalam Urine Pada Perokok Aktif. *Jurnal Kesehatan* 12(5) : 111-119.

Has M, (2023. Hukum Pidana Edisi Revisi, PT Raja Grafindo, Jakarta, 1(2) : 5-8.

Heishman, S. J., Sutherland, M. T., & Hair, E. C. (2010). Effects of nicotine on human performance and behavior. *Psychopharmacology*, 210(3), 453–469.

Hossain, A. M., & Salehuddin, S. M. (2010). *Analytical determination of nicotine in tobacco leaves by gas chromatography–mass spectrometry. Arabian Journal of Chemistry*, **3**(6), 275–278.

Isnaeni, R., Inayati, N., Jiwantoro, Y. A., & Kristinawati, E. (2024). Gambaran Nikotin pada Pra Lansia Perokok Linting (Tembakau) di Desa Pohgading Timur Kecamatan Pringgabaya. *Journal of Indonesia Laboratory Technology of Student (JILTS)*. 3(1) : 3-23.

Jacob (1994). *Metabolism of nicotine to cotinine studied by a dual stable isotope method.* Clinical Pharmacology & Therapeutics, 56(5), 483–493.

Jung, B. H., Chung, B. C., Chung, S. J., Lee, M. H., & Shim, C. K. (1999). *Simultaneous GC-MS determination of nicotine and cotinine in plasma for the pharmacokinetic characterization of nicotine in rats. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 20(1–2), 195–202.

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2022). *Siklus adiksi nikotin: Siklus yang membuat perokok sulit berhenti merokok*. Direktorat Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Tidak Menular.

Mansour, H. H., Tawfik, S. S., & Shabana, M. E. (2018). Oxidative stress and hematological alterations induced by nicotine in rats. *Journal of Applied Toxicology, 33*(10), 773–780.

Marisa, dan Dewi Y., S, (2018). **“**Perbandingan Toksisitas Kandungan Nikotin Pada Perokok Aktif Dan Pasif”. *Jurnal Prosiding Seminar Kesehatan Prints*. 1(2) : 61-63.

Mukti, F, dan Yuliatno. Y, 2020, Dualisme Penelitian Hukum Normatif dan Empiris, Yogyakarta : *Pustaka Pelajar*, Hal 92.

Munawaroh, M. T., Furqaani, A. R., & Nugrahawati, L. R. (2021). Scoping Review: Pengaruh Paparan Asap Rokok Terhadap Kadar Kotinin Dalam Tubuh Perokok Pasif. *Jurnal Integrasi Kesehatan & Sains*, *3*(2) :1-11.

Musyrifin, Z., & Setiawan, A. (2020). Self Defense Mechanism Sebagai Strategi Bimbingan Mental Spiritual Bagi Pecandu Narkoba Tembakau Gorilla Self Defense Machanism As A Spiritual Mental Guidance Strategy For Gorilla Tobacco Drug Addictives. *Jurnal Bimbingan, Penyuluhan, Dan Konseling Islam*, *3*(1), 1–16.

Musyrin, Z., dan Setiawan A, N. (2020). "Self Defense Mechanism Sebagai Strategi Bimbingan Mental Spiritual Bagi Pecandu Narkoba Tembakau Gorilla". *Jurnal Bimbingan, Penyuluhan, dan Konseling Islam*. 3(1) : 5-14.

Navisa, F. D., Rahmawati, M. L., Hendriawan, M. R., Istiqomah, S., Iftiati, I., Akbar, R., & Azizah, H. (2020). "Penyuluhan Hukum Untuk Mewujudkan Masyarakat Anti Penyalahgunaan Narkotika Dan Psikotropika". *Jurnal Pembelajaran Pemberdayaan Masyarakat (JP2M)*, *1*(3) : 251-258.

Nonik Silpia Dwi Candra, K., & Gede Yusa, I. 2022. *Tindak Pidana Penyalahgunaan Tembakau Gorilla Di Tinjau Dari Undang-Undang Nomor 35 Tahun 2009 Tentang Narkotika.* 4(2) : 7-10

Nuriah, S., Desvi Putri, M., Rahayu, S., Vanya Advait, C., Nurfadhila, L., & Rahmawati Utami, M. (2018). *Journal of Pharmaceutical and Sciences.* 20(1):105-115.

Panagiotakos, D. B., Pitsavos, C., Chrysohoou, C., & Stefanadis, C. (2004). The smoking–thrombosis paradox: Mechanisms and clinical implications. *Current Medical Research and Opinion, 20*(7), 1059–1071.

Prambana T, (2020**). "**Penyidikan Kasus Penyalahgunaan Narkotika Jenis Baru". *Jurnal ilmi kepolisian*. 14(1): 9-15.

Pratama, M.I., Muhammad, R,I., Ariel, E.S., Rizky, M.H., Sufandy, Y.M, (2020). "Pengatuan Hukum Terhadap Narkotika Jenis-Jenis Baru yang Belum Terdaftar". *Jurnal ilmi hukum*. 6(1) : 26-90.

Rahmasari R, (2023). "Analisis Strategi BNN Kota Kendari dalam Penanggulangan Penyalahgunaan Tembakau Gorilla pada Kalangan Pelajar Perspektif Fiqh Siyasah". *Jurnal Qaimuddin.* 3(1) : 81-84.

Rinaldi, C., D'aguilar, M., & Egan, M. (2022). Understanding The Online Environment For The Delivery Of Food, Alcohol And Tobacco: An Exploratory Analysis Of 'Dark Kitchens' And Rapid Grocery Delivery

Services. *International Journal Of Environmental Research And Public Health*. 19(9) : 90-112.

Ronny, H., S (2022). Metode Penelitian Hukum dan Jurimetri, Ghalia Indonesia, Jakarta, Halaman 44.

Salam, M. A., El-Hajj Moussa, F., El-Hage, R., El-Hellani, A., & Saliba, N. A. (2023). *Review of GC-MS and LC-MS methods for differentiating synthetic and tobacco-derived nicotine in illicit products*. *Journal of Chromatographic Science*, *61*(2), 98–107. https://doi.org/10.1093/chromsci/bmad012

Setiawati, A, (2021). "Suatu Kajian Molekuler Ketergantungan Nikotin". J*urnal Farmasi Sains Dan Kounitas.* 10(2) :119-121.

Sinaga, A. P., Lubis, A. A., & Munthe, R. (2019). Tinjauan Yuridis Permufakatan Jahat Penyalahgunaan Narkotika Berdasarkan Undang-Undang No: 35 Tahun 2009 Tentang Narkotika *Jurnal Ilmiah Hukum*, 1(1) : 10-18.

Sinar, O. A., & Awaru, T. (2023). Interaksi Sosial Perokok Aktif (Studi Pada Perokok Aktif Yang Telah Berkeluarga Di Desa Tanjonga Kecamatan Turatea Kabupaten Jeneponto). In *Pinisi Journal Of Sociology Education Review*. 3(3) : 1-20.

Sopori, M. (2002). Effects of cigarette smoke on the immune system. *Nature Reviews Immunology, 2*(5), 372–377.

Sulaiman, H., Ardiansyah, F., & Nurfadilah, D. (2022). Kajian toksikologi zat adiktif dalam tembakau gorilla terhadap sistem saraf pusat. *Indonesian Journal of Health Research*, 10(2), 45–53.

Syallah, F.Y (2021). "Analisis Penetapan Kadar Nikotin Dalam Liwuid Rokok Elektirik (E-Liquid) Menggunakan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT) Fase Terbalik (Skripsi) Fakultas Farmasi Stikes Bhakti Husada Muliaamadiun.

Tirtosastro, S., Murdiyati, D. A. S., Penelitian, B., Tembakau, T., Serat, D., Raya, J., Km, K., & Pos, K. (2021). Kandungan Kimia Tembakau Dan Rokok. *Jurnal Kesehatan Tropis Indonesia*. 5(2) : 32-56.

Wiranto, Y, dan Zaky M, (2023)."Analisis Teori *Differential Association* Terhadap Modus Keberadaan Kurir Narkotika Jenis Tembakau Gorilla Di Kalangan Remaja Kebayoran Baru, Jakarta Selatan". *Jurnal Anome*. 5(2):124-126.

Wong, J. M., Chan, K. C., & Chu, Y. M. (2017). Determination of nicotine in human serum by GC-MS: method development and validation. *Journal of Chromatography B*, 1055–1056, 19–25.

World Health Organization. (2015) *Neuroscience of Psychoactive Substance Use and Dependence*. WHO Press.

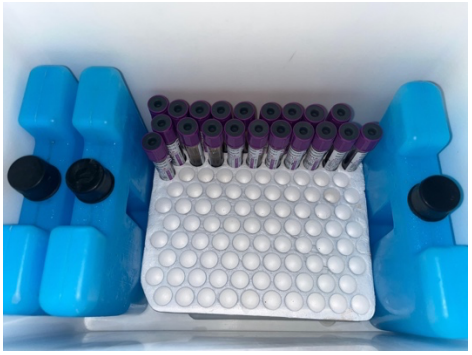
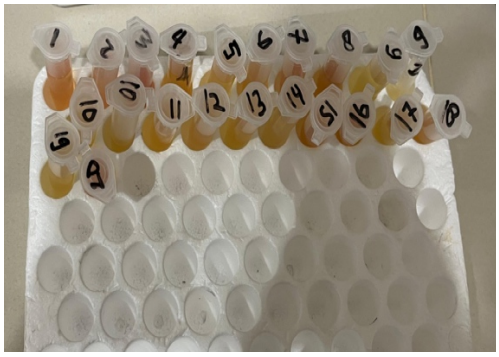
World Health Organization. (2018). *WHO global report on trends in prevalence of tobacco smoking 2000–2025* (2nd ed.).

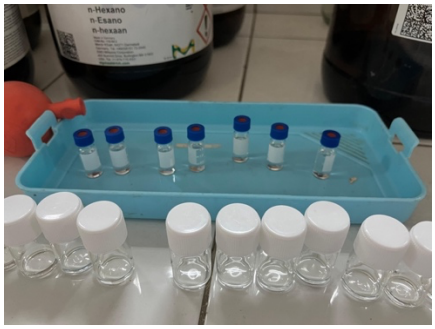
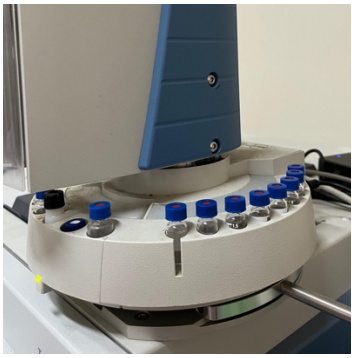
Yang M, L., Zhang, Q., Li, R., & Wang, H. (2018). *Analytical approaches to measure nicotine exposure using GC-MS in biological matrices*. *Journal of Analytical Toxicology*, *42*(3), 215–223.

Zhou, X., Zhu, B., & Lofton-Day, C. (2017). CYP2A6 genetic variation and its influence on nicotine metabolism and smoking behavior. *Drug Metabolism and Disposition, 45*(2), 111–122.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian

<table>
<tr>
<td>
Pengambilan Sampel</td>
<td>
Pengambilan Sampel</td>
</tr>
<tr>
<td>
Penyimpanan Sampel didalam Coll Box</td>
<td>
Sampel yang telah disentrifus untuk mendapatkan plasma</td>
</tr>
<tr>
<td>
Alat dan bahan prepasi sampel</td>
<td>
Proses prepasi sampel</td>
</tr>
</table>

	
Sampel diuapkan hingga kering	**Dilarutkan dengan N-Heksana**
	
Dipindahkan kedalam botol vial	**Sampel siap di running tunggu hingga 10 menit**

Lampiran 2. Master Data Penelitian

No	Kode Responden	Jenis Kelamin	Usia	Frekuensi Penggunaan	Jumlah Komsumsi	Lama Pengunaan	Estimasi Kadar (ng/mL)
1.	Ekstrak 1	Laki	21 th	Setiap Hari	1R	8 tahun	$2{,}54 \times 10^7$
2.	Ekstrak 2	Laki	25 th	3 x seminggu	1R	2 tahun	$2{,}4 \times 10^6$
3.	Ekstrak 3	Laki	39 th	3 x bulan	1R	15 tahun	$4{,}34 \times 10^7$
4.	Ekstrak 4	Laki	23 th	4 x seminggu	1R	3 tahun	$5{,}8 \times 10^7$
5.	Ekstrak 5	Laki	21 th	2 x seminggu	1R	5 tahun	$1{,}73 \times 10^7$
6.	Ekstrak 6	Laki	29 th	3 x seminggu	1R	14 tahun	$1{,}27 \times 10^7$
7.	Ekstrak 7	Laki	20 th	Setiap Hari	1R	4 tahun	$2{,}86 \times 10^7$
8.	Ekstrak 8	Laki	52 th	1 x seminggu	1R	2 tahun	$5{,}9 \times 10^6$
9.	Ekstrak 9	Perempuan	29 th	2 x seminggu	1R	5 tahun	$7{,}89 \times 10^7$
10.	Ekstrak 10	Laki	20 th	Setiap hari	1R	1 tahun	$6{,}3 \times 10^6$
11.	Ekstrak 11	Laki	29 th	2 x seminggu	1R	8 tahun	$7{,}20 \times 10^7$
12.	Ekstrak 12	Laki	22 th	3 x seminggu	1R	6 tahun	$2{,}02 \times 10^7$
13.	Ekstrak 13	Laki	20 th	3 x seminggu	1R	3 tahun	$7{,}2814 \times 10^7$
14.	Ekstrak 14	Perempuan	24 th	Seminggu sekali	1R	2 tahun	$8{,}7 \times 10^6$
15	Ekstrak 15	Laki	21 th	3 x seminggu	1R	1 tahun	$2{,}91 \times 10^7$

Lampiran 3. Rumus Konversi

$$1\% = 1 \times 10^7 \text{ ng/mL}$$

Jika nilai relatif area lebih besar 1% maka dihitung :

Misal hasil Ekstrak 9

$$7{,}89\ \% = 7{,}89 \times 10^7 \text{ ng/mL}$$

$$7{,}89 \times 10^7 \text{ ng/mL} = 78.900.000 \text{ ng/mL}$$

Jika nilai relatif area lebih kecil 1% maka dihitung :

Misal hasil ekstrak 2

$$0.24\% = 0{,}24 \times 10^7 = 2{,}4 \times 10^6 \text{ ng/mL}$$

$$2{,}4 \times 10^6 = 2.400.000 \text{ ng/mL}$$

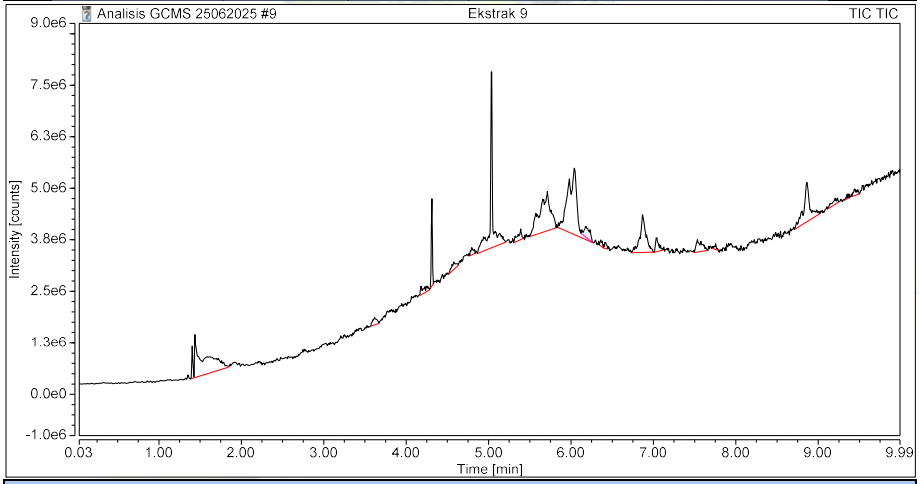
Lampiran. 4 Hasil Kromatogram Pada Ekstrak 9

Chromatogram and Results

Injection Details

Injection Name:	**Ekstrak 9**	*Run Time (min):*	**9.96**
Vial Number:	**1**	*Injection Volume:*	**1.00**
Injection Type:	**Unknown**	*Channel:*	**TIC**
Calibration Level:		*Wavelength:*	**n.a.**
Instrument Method:	**Analisis Nikotin**	*Bandwidth:*	**n.a.**
Processing Method:	**MS Quantitative**	*Dilution Factor:*	**1.0000**
Injection Date/Time:	**25/Jun/25 12:06**	*Sample Weight:*	**1.0000**

Chromatogram



Integration Results

No.	Peak Name	Retention Time min	Area counts*min	Height counts	Relative Area %	Relative Height %	Amount n.a.
1		1.405	13328.098	786423.472	1.35	3.91	n.a.
2		1.435	136809.928	1044784.165	13.84	5.20	n.a.
3		3.619	10173.849	174987.279	1.03	0.87	n.a.
4		4.180	6536.605	209903.083	0.66	1.04	n.a.
5		4.251	5750.448	128762.154	0.58	0.64	n.a.
6		4.312	32825.026	2114049.875	3.32	10.51	n.a.
7		4.578	11645.585	181109.733	1.18	0.90	n.a.
8		4.795	6775.623	182932.641	0.69	0.91	n.a.
9		4.938	25480.625	348942.758	2.58	1.74	n.a.
10		4.999	7248.874	317651.504	0.73	1.58	n.a.
11		5.037	83378.889	4273171.073	8.44	21.25	n.a.
12		5.081	13915.934	367311.372	1.41	1.83	n.a.
13		5.139	17360.564	275923.015	1.76	1.37	n.a.
14		5.391	13018.520	257184.721	1.32	1.28	n.a.
15		5.574	31602.746	511766.248	3.20	2.54	n.a.
16		5.659	41744.113	797232.640	4.22	3.96	n.a.
17		5.714	58181.727	950175.825	5.89	4.72	n.a.
18		5.785	13997.957	339523.682	1.42	1.69	n.a.
19		5.979	89479.934	1299482.163	9.05	6.46	n.a.
20		6.040	112846.094	1613204.580	11.42	8.02	n.a.
21		6.183	21773.737	265254.985	2.20	1.32	n.a.
22		6.363	4354.367	156795.750	0.44	0.78	n.a.
23		6.414	4342.480	155392.048	0.44	0.77	n.a.
24		6.870	78002.223	914118.867	7.89	4.55	n.a.
25		7.043	15422.611	335535.295	1.56	1.67	n.a.
26		7.533	23937.999	300596.931	2.42	1.49	n.a.
27		7.754	4002.094	139065.665	0.40	0.69	n.a.
28		8.802	17636.347	334108.672	1.78	1.66	n.a.
29		8.863	64528.333	954078.452	6.53	4.74	n.a.
30		9.234	10677.992	117092.702	1.08	0.58	n.a.
31		9.373	3422.334	101543.832	0.35	0.50	n.a.
32		9.438	8155.793	162234.081	0.83	0.81	n.a.
Total:			**988357.447**	**20110339.264**	**100.00**	**100.00**	

Lampiran 5. Kuisioner Penelitian

KUISIONER PENELITIAN

Analisis Kadar Nikotin Pada Sampel Darah Pengguna Tembakau Gorilla Dengan Metode GC-MS

Nama (samaran) : ALi (AL)

Umur : 39 th

Status : menika

Tempat Wawancara : MD

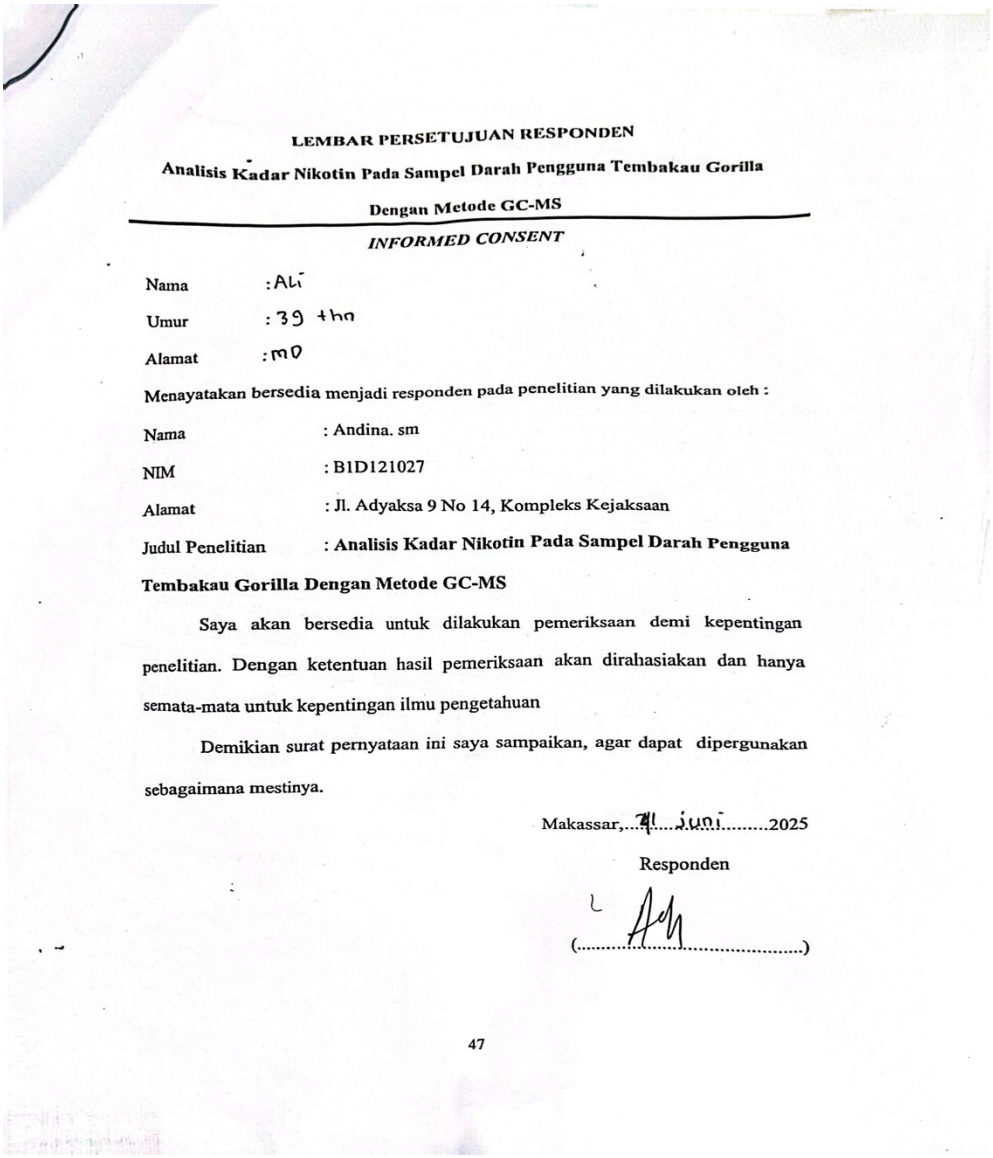
Tanggal/Waktu : 14 juni

Jenis Kelamin : LK

No . Urut Sampel : 3

No	Pertanyaan	Jawaban
1.	Berapa Lama anda menggunakan tembakau gorilla ini ?	15 th
2.	Apa yang anda ketahui tentang efek tembakau gorilla?	-Emosional tDK teratur -Hilang kesadaran
3.	Seberapa sering anda menggunakan tembakau gorilla?	3 X / Bulan
4.	Seberapa banyak anda komsumsi tembakau gorilla dalam sehari ?	1 R / Hari
5.	Apa alasan utama anda menggunakan tembakau gorilla ?	Diajak Teman
6.	Apakah anda memiliki penyakit kronis seperti ginjal, paru-paru, hepatitis ataupun penyakit lain ?	Tidak
7.	Kapan terahkir menggunakan tembakau gorilla ?	2 minggu yang lalu

Lampiran 6. Lembar Persetujuan Responden



LEMBAR PERSETUJUAN RESPONDEN

Analisis Kadar Nikotin Pada Sampel Darah Pengguna Tembakau Gorilla Dengan Metode GC-MS

INFORMED CONSENT

Nama : Ali

Umur : 39 thn

Alamat : m0

Menayatakan bersedia menjadi responden pada penelitian yang dilakukan oleh :

Nama : Andina. sm

NIM : B1D121027

Alamat : Jl. Adyaksa 9 No 14, Kompleks Kejaksaan

Judul Penelitian : **Analisis Kadar Nikotin Pada Sampel Darah Pengguna Tembakau Gorilla Dengan Metode GC-MS**

Saya akan bersedia untuk dilakukan pemeriksaan demi kepentingan penelitian. Dengan ketentuan hasil pemeriksaan akan dirahasiakan dan hanya semata-mata untuk kepentingan ilmu pengetahuan

Demikian surat pernyataan ini saya sampaikan, agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, 21 juni 2025

Responden

(.....)

47

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	: **11397/S.01/PTSP/2025**	**Kepada Yth.**
Lampiran	: -	Rektor UIN Alauddin Makassar
Perihal	: **Izin penelitian**	
		di-
		Tempat

Berdasarkan surat Kepala LPPM Universitas Megarezky, Makassar Nomor : 1533/07.091056/V/2025 tanggal 09 Mei 2025 perihal tersebut diatas, mahasiswa/peneliti dibawah ini:

N a m a	: **ANDINA SM**
Nomor Pokok	: B1D121027
Program Studi	: D-IV Teknologi Laboratorium Medis
Pekerjaan/Lembaga	: Mahasiswa (D4)
Alamat	: Jl. Antang Raya No. 43, Makassar

PROVINSI SULAWESI SELATAN

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

" ANALISIS KADAR NIKOTIN PADA SAMPEL DARAH PENGGUNA TEMBAKAU GORILLA (SINTE) MENGGUNAKAN METODE GC-MS "

Yang akan dilaksanakan dari : Tgl. ***26 Mei s/d 26 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 26 Mei 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. Surat Izin Penelitian

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

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

Makassar, 9 Mei 2025

Nomor : 533 /07.091056/V/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 DIV 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	**: Andina sm**
N I M	**: B1D121027**
Judul Skripsi/KTI	**: Analisis Kadar Nikotin Pada Sampel Darah Pengguna Tembakau Gorila (SINTE) Menggunakan Metode Gc-Ms**
Pembimbing	**:1. Dr. Santi, S. Si., M.Si** **2.Siti Nurul Haliza, S.Ikom.,M.Sc**
Tempat Penelitian	**: 1. Lab. Riset Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar** **2.Lab, Kimia Anorganik UIN Alauddin Makassar**

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