BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Narkoba

NARKOBA adalah singkatan dari Narkotika, Psikotropika, dan Bahan Adiktif lainnya. Narkotika merujuk pada zat atau obat yang berasal dari tanaman atau bukan tanaman, baik sintetis maupun semi sintetis, yang dapat mengubah atau menurunkan kesadaran, menghilangkan rasa, mengurangi atau menghilangkan rasa sakit, serta berpotensi menyebabkan ketergantungan. Narkotika dibedakan ke dalam beberapa golongan sesuai dengan UU No. 35 Tahun 2009 tentang narkotika.

Psikotropika adalah zat atau obat yang bukan narkotika, baik yang bersumber dari alam maupun sintetik, yang memiliki efek psikoaktif dengan mempengaruhi sistem saraf pusat, menyebabkan perubahan khas dalam aktivitas mental dan perilaku. Bahan adiktif adalah zat-zat psikoaktif selain narkotika dan psikotropika yang dapat menimbulkan kecanduan. Narkoba terdiri dari berbagai jenis, antara lain Ganja (atau dikenal dengan istilah marijuana, pot, cimeng, dan lain-lain), Heroin (*white smack*, serbuk putih, obat, putau), Kokain (crack, daun koka, pasta koka), Shabu (Ice, ubas, methamphetamine, crystal), Ecstasy (XTC, kancing, ineks, hammer), Inhalants (lem aica aibon, solven), serta obat-obatan resep (Tramadol®, Trex®, Xanax®, Sanadril®), dan masih banyak lainnya (Mahesti, 2018).

Penyalahgunaan narkotika biasanya dipicu oleh dorongan baik dari diri sendiri maupun faktor eksternal, serta dipengaruhi oleh faktor-faktor lain, seperti efek narkotika yang bekerja pada bagian otak yang berhubungan dengan pusat kenikmatan, termasuk stimulasi seksual, untuk memperoleh kenikmatan sesuai dengan efek farmakologinya. Setiap jenis narkotika memiliki dosis yang berbeda untuk menimbulkan ketergantungan, dan semakin luas pusat penghayatan kenikmatan yang dipengaruhi oleh narkotika, semakin besar potensi narkotika untuk menimbulkan kecanduan (Ulfah, 2011).

2.2 Ganja (*Cannabis sativa*)

Ganja (*Cannabis sativa L.*) merupakan tanaman yang telah dikenal dan digunakan sejak ribuan tahun yang lalu untuk berbagai keperluan, mulai dari bahan serat, ritual keagamaan, hingga pengobatan tradisional. Tanaman ini mengandung

lebih dari 100 senyawa *cannabinoid*, dengan komponen psikoaktif utama berupa *delta-9-tetrahydrocannabinol* (THC) *cannabidiol* (CBD), dan *cannabigerol* (CBG). Kannabinoid alami lain yang berasal dari *C. sativa* diklasifikasikan menjadi tujuh kelas lagi: *cannabinol* (CBN), *cannabichromene* (CBC), *cannabinodiol* (CBND), *cannabielsoin* (CBE), *cannabicyclol* (CBL), *cannabitriol* (CBT), dan berbagai jenis lainnya (Filipiuc et al., 2021). Secara umum, kannabinoid memiliki titik didih tinggi, kurang volatil, dan tertahan pada kolom GC hingga oven mencapai suhu lebih dari 200 °C. Polaritas molekul juga memengaruhi volatilitasnya karena hidroksil (–OH), karboksil (–COOH), dan amina (–NH2) tidak cukup volatil (Anthony Macherone, 2020).

Menurut Chandra, S., Lata, H., & ElSohly (2017) klasifikasi taksonomi dari tanaman ganja (*Cannabis sativa L*) adalah sebagai berikut :

Kingdom	: *Plantae* (Tumbuhan)
Subkingdom	: *Tracheobionta* (Tumbuhan berpembuluh)
Superdivision	: *Spermatophyta* (Tumbuhan berbiji)
Division	: *Magnoliophyta* (Tumbuhan Berbunga)
Class	: *Magnoliopsida* (Dikotil)
Order	: *Urticales*
Family	: *Cannabaceae*
Genus	: *Cannabis*
Spesies	: *Cannabis sativa L*



Gambar 2. 1 Tanaman Ganja

Sumber : Dokumentasi Pribadi., 2025

Di Indonesia, ganja termasuk dalam narkotika golongan I menurut UU No. 35 Tahun 2009 dan penggunaannya sangat dibatasi. Beberapa penelitian di Indonesia telah mengkaji potensi medis dari ganja, meskipun masih sangat terbatas karena status hukumnya. Menurut Komalasari (2023), CBD menunjukkan potensi sebagai analgesik dan antikonvulsan pada model hewan. Sementara itu Dwi Putri Gunawan (2022), Melaporkan bahwa ekstrak ganja memiliki potensi untuk mengurangi mual dan muntah pada pasien yang menjalani kemoterapi.

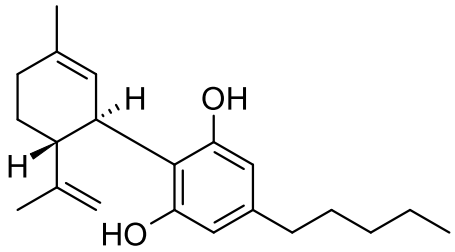
Penggunaan ganja, terutama dalam jangka panjang, dapat menimbulkan berbagai efek samping. Penelitian oleh Ningrum et al., (2019) melaporkan bahwa penggunaan kronis ganja berhubungan dengan gangguan kognitif, terutama pada fungsi memori dan atensi. Sementara itu, studi oleh Rahman (2023) menunjukkan adanya hubungan antara penggunaan ganja dan peningkatan risiko gangguan psikotik pada individu dengan predisposisi genetik. Risiko ketergantungan juga menjadi perhatian utama. Menurut Wulandari et al. (2020), sekitar 9% pengguna ganja dapat mengalami ketergantungan, dengan risiko yang lebih tinggi pada pengguna yang mulai di usia remaja.

2.3 Senyawa Aktif pada Ganja

Ganja memiliki senyawa aktif berupa senyawa kannabinoid, kannabinoid dapat menimbulkan berbagai aktivitas biologis melalui aktivasi reseptor berpasangan protein-G tertentu, yang dilambangkan dengan nama reseptor kannabinoid . Sejauh ini, dua reseptor kannabinoid telah diidentifikasi, yaitu reseptor kannabinoid 1 (CB1) dan 2 (CB2). Reseptor CB1 terutama ditemukan di sistem saraf pusat (SSP) sedangkan reseptor CB2 sebagian besar terdapat di perifer. Kannabinoid terdiri dari lebih dari 100 senyawa berupa *delta-9-tetrahydrocannabinol* (THC) *cannabidiol* (CBD), dan *cannabigerol* (CBG). Kannabinoid alami lain yang berasal dari C. sativa diklasifikasikan menjadi tujuh kelas lagi*: cannabinol* (CBN), c*annabichromene* (CBC), *cannabinodiol* (CBND), *cannabielsoin* (CBE), *cannabicyclol* (CBL), *cannabitriol* (CBT), dan berbagai jenis lainnya (Filipiuc, L. E., dkk 2021). Namun senyawa yang paling manjur adalah THC dan CBD (Jason Patel & Raman Marwaha, 2025).

2.3.1 Cannabidiol (CBD)

Memiliki rumus kimia 2-(3-methyl-6-(1-methylethenyl)-2-cyclohexen-I-yl)-5-phenyl-1,3-benzenediol. Getah atau kristal kuning pucat dengan titik lebur 66- 67ºC, tidak larut dalam air atau NaOH 10%, sempurna dalam etanol, metanol, eter, benzene, klorobranform, dan minyak. titik didih CBD berada di antara 160°C dan 180°C (Eyal et al., 2023).

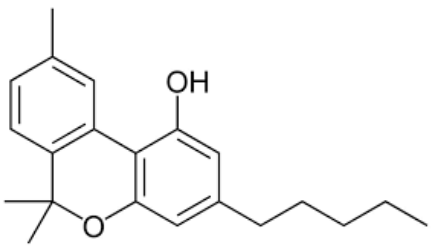


Gambar 2. 2 Struktur CBD

(Eyal et al., 2023)

2.3.2 Cannabinol (CBN)

Memiliki struktur kimia 6,6,9-trimethyl-3-pentylbenzo[c]chromen-1-ol. *Cannabinol* adalah *cannabinoid* yang diisolasi dari tanaman *Cannabis* yang merupakan metabolit *tetrahydrocannabinol* (THC), dengan potensi aktivitas imunosupresif dan anti-inflamasi. *Cannabinol* memiliki titik didih sekitar185 ° C (365 ° F) pada 0,05 mmHg. Senyawa ini lebih suka mengikat reseptor protein-G *cannabinoid* CB2, yang terutama diekspresikan pada berbagai sel imun, seperti sel-T, sel-B, makrofag, dan sel dendritik. Stimulasi reseptor CB2 oleh *cannabinol* dapat memicu apoptosis pada sel-sel ini dan menghambat produksi berbagai sitokin. *Cannabinol* memberikan afinitas minimal untuk CB1 dan memiliki efek lemah pada sistem saraf pusat (Duczmal et al., 2024).

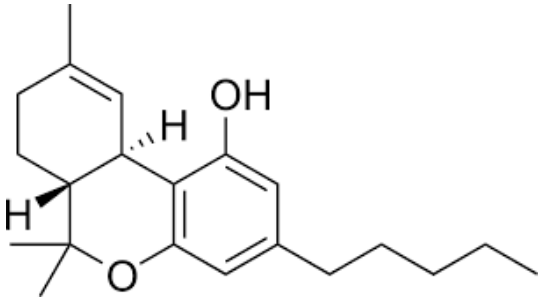


Gambar 2. 3 Struktur Cannabinol

(Duczmal et al., 2024)

2.3.3 Tetrahydrocannabinol (THC)

Senyawa ini memiliki rumus kimia *(-)-(6aS,10aS)-6,6,9-trimethyl-3-pentyl-6a,7,8,10a-tetrahydro-6H-benzo[c]chromen-1-ol*. Senyawa ini dapat larut dengan etanol dan aseton. *Tetrahydrocannabinol* (THC) diakui sebagai konstituen psikoaktif utama dari *cannabis*. Ia berfungsi sebagai agonis parsial dari reseptor *cannabinoid* tipe 1 (CB1) dan tipe 2 (CB2) dalam sistem *endocannabinoid* (Duczmal et al., 2024). titik didih THC adalah 155–157°C (Eyal et al., 2023).

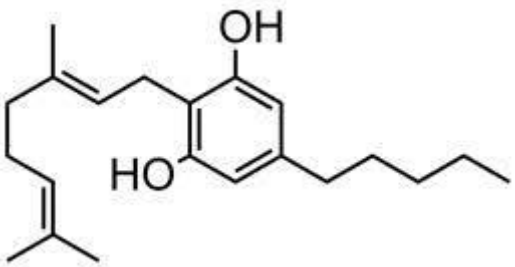


Gambar 2. 4 Struktur THC

(Duczmal et al., 2024)

2.3.4 Cannabigerol (CBG)

Senyawa ini memiliki rumus kimia *2-[(2E)-3,7-dimethylocta-2,6-dienyl]-5-pentylbenzene-1,3-diol*. CBG berinteraksi lemah dengan reseptor kannabinoid (CBR1 dan CBR2), merupakan ligan potensial reseptor transien (TRPV1) paling paten di antara *fitokanabinoid*, dan juga dapat mengaktifkan *adrenoseptor α2 (α2-AR)*. Baru-baru ini ditemukan bahwa pemberian CBG pada tikus jantan C57BL/6J dapat menurunkan tekanan darah melalui mekanisme α2-AR. Namun, tidak seperti CBD atau THC, CBG menunjukkan interaksi unik dengan *5-hidroksitriptamin (5-HT* $_{1A}$), yang terkait dengan penembakan neuronal dan pelepasan neurotransmitter. Selain itu, CBG diketahui menunjukkan sifat anti-nyeri tanpa efek samping psikotropika (Kogan et al., 2021).



Gambar 2. 5 Struktur CBG

(Duczmal et al., 2024)

2.4 Pengujian Ganja

2.4.1 Fast Blue B

Fast Blue B Salt (garam diazonium) bereaksi dengan senyawa kannabinoid, terutama *tetrahydrocannabinol* (THC) dan *cannabinol* (CBN), membentuk kompleks berwarna merah-ungu. Reaksi ini merupakan reaksi kopling diazo yang spesifik terhadap gugus fenol pada struktur kannabinoid (Wirasuta dkk., 2014). Prinsip ini menjadikan Fast Blue B sebagai reagen yang efektif untuk uji skrining awal terhadap sampel yang diduga mengandung kannabinoid. Kusuma dan Wirasuta (2016) melaporkan penggunaan Fast Blue B sebagai reagen pewarna pada analisis Kromatografi Lapis Tipis (KLT) untuk identifikasi kannabinoid. Metode ini terbukti sensitif dalam mendeteksi THC dan *cannabinoid* lainnya pada konsentrasi rendah. Dalam aplikasinya, larutan Fast Blue B disemprotkan pada pelat KLT setelah pengembangan, menghasilkan noda berwarna merah-ungu yang mengindikasikan keberadaan kannabinoid.

Fast Blue B Salt merupakan reagen yang bermanfaat dalam pengujian senyawa kannabinoid pada ganja. Metode ini memiliki kelebihan dalam hal kecepatan, sensitivitas, dan spesifisitas. Meskipun demikian, untuk kepentingan analisis forensik yang komprehensif, penggunaan Fast Blue B sebaiknya dikombinasikan dengan metode konfirmasi lain seperti GC-MS atau HPLC.

2.4.2 GC-MS (Gas Chromatography-Mass Spectrometry)

Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) merupakan teknik analisis instrumental yang menggabungkan kemampuan pemisahan senyawa kimia dari kromatografi gas (GC) dengan kemampuan identifikasi dari spektrometri massa (MS). Kombinasi kedua teknik ini menghasilkan metode analisis yang sangat kuat untuk identifikasi dan kuantifikasi berbagai senyawa dalam campuran kompleks, termasuk narkoba dan metabolitnya dalam sampel biologis dan forensik (Elyyana et al., 2023).

Teknik GC-MS telah menjadi *"gold standard"* dalam analisis toksikologi forensik dan analisis narkoba karena sensitivitasnya yang tinggi, spesifisitas, dan kemampuan untuk mengidentifikasi berbagai jenis senyawa secara simultan. Di Indonesia, penggunaan GC-MS menjadi sangat penting dalam upaya penegakan

hukum terkait penyalahgunaan narkoba, terutama dalam mengidentifikasi dan mengkuantifikasi narkoba dan metabolitnya dalam berbagai sampel.

Kromatografi gas bekerja dengan prinsip pemisahan campuran berdasarkan perbedaan afinitas komponen terhadap fase diam dan fase gerak. Fase gerak berupa gas pembawa *inert* (biasanya helium, nitrogen, atau hidrogen), sedangkan fase diam berupa lapisan film tipis yang melapisi bagian dalam kolom kapiler. Sampel diinjeksikan ke dalam injektor yang dipanaskan, diuapkan, dan dibawa oleh gas pembawa melalui kolom. Komponen campuran dipisahkan berdasarkan titik didih, kelarutan dalam fase diam, dan interaksi kimia dengan fase diam (Margareta & Wonorahardjo, 2023).



Gambar 2. 6 Instrumen GC-MS

Sumber : (Dokumentasi Pribadi., 2025)

2.4.3 MS (Mass Spectrometry)

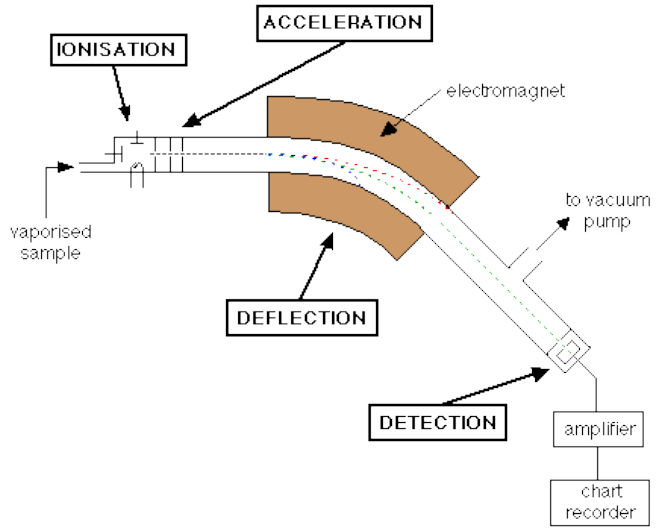
Spektrometer massa merupakan instrumen analitik yang sangat penting dalam bidang kimia untuk mengidentifikasi senyawa dengan cara menentukan massa molekul dan formula molekulnya. Teknik ini bekerja berdasarkan konsep pembentukan ion dari molekul-molekul kimia sehingga menghasilkan partikel bermuatan atau pecahan molekul, kemudian menganalisis perbandingan massa terhadap muatan dari ion-ion tersebut.

Proses dimulai ketika molekul sampel dibombardir dengan elektron yang memiliki energi tinggi. Bombardiran ini menyebabkan molekul kehilangan elektron dan berubah menjadi ion bermuatan positif. Ion-ion yang terbentuk kemudian dipercepat dan diarahkan melewati medan magnet dengan laju yang sangat cepat. Medan magnet atau medan elektrik berperan sebagai pemisah ion berdasarkan perbedaan massa molekulnya. Ion dengan massa berbeda akan mengalami

pembelokan dengan derajat yang berbeda pula, sehingga memungkinkan penentuan bobot molekul induk maupun fragmen-fragmen yang dihasilkan selama proses ionisasi.

Sistem detektor berfungsi mengukur muatan yang diinduksi atau aliran listrik yang timbul saat ion-ion melewati atau menumbuk permukaan detektor. Proses ini melibatkan pemindaian massa dan penghitungan ion berdasarkan rasio massa terhadap muatan (m/z). Spektrometri massa melibatkan empat tahapan utama yaitu ionisasi untuk pembentukan ion dari molekul netral, percepatan untuk meningkatkan kecepatan ion, pembelokan untuk memisahkan ion berdasarkan m/z dalam medan magnet, dan pendeteksian untuk mengukur serta mencatat sinyal.

Kemampuan pemisahan dalam spektrometer massa didasarkan pada fakta bahwa partikel bermuatan listrik akan mengalami defleksi ketika melewati medan magnet, sedangkan partikel netral tidak akan terpengaruh. Oleh karena itu, proses ionisasi menjadi langkah krusial yang harus dilakukan terlebih dahulu sebelum analisis dapat berlangsung (Clark, 2023).

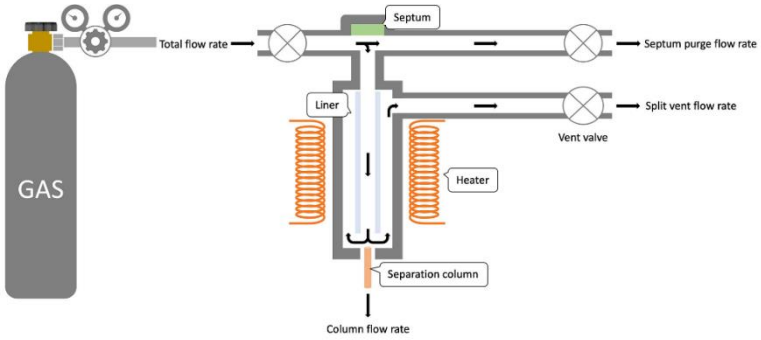


Gambar 2. 7 Gambar Mekanisme Kerja Spektrofotometer Massa (Clark, 2023)

2.4.4 Sistem injeksi

Sistem injeksi merupakan komponen yang bertugas memasukkan sampel dan gas pembawa ke dalam kolom pemisahan dengan cara yang terkontrol. Terdapat tiga jenis sistem injeksi utama yang digunakan dalam kromatografi gas. *Packed* kolom injektor dirancang untuk kolom kapiler berdiameter besar, dimana

sampel diinjeksikan secara langsung tanpa pembagian dan umumnya digunakan untuk sampel dengan konsentrasi tinggi. *Split/splitless capillary* injektor digunakan



Gambar 2. 8 Gambar Mekanisme Injeksi Split/Splitless

khusus untuk kolom kapiler yang sensitif, dilengkapi dengan *split valve* yang dapat mengatur jumlah sampel yang masuk ke kolom dengan membuang sebagian sampel jika diperlukan. Mode *split* cocok untuk sampel konsentrasi tinggi sedangkan mode *splitless* untuk sampel konsentrasi rendah. *Temperature programmable cool* di kolom digunakan dengan kolom kapiler dingin dimana sampel diinjeksikan langsung pada suhu rendah, metode ini sangat cocok untuk sampel yang mudah terdekomposisi pada suhu tinggi (JUNIOR & REPOPPI, 2007).

Sumber : (https://www-jeol.com.translate.goog/products/science/gcms.php?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=imgs)

2.4.5 Oven

Oven atau tungku pemanas berfungsi mengontrol suhu kolom secara presisi untuk mengoptimalkan proses pemisahan komponen sampel. Suhu dapat diatur dalam mode *isothermal* (suhu konstan) atau *temperature programming* (peningkatan suhu bertahap) sesuai dengan kebutuhan analisis. Kontrol suhu yang tepat sangat krusial karena mempengaruhi waktu retensi dan resolusi pemisahan, dimana suhu yang terlalu rendah akan memperlambat elusi sedangkan suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan puncak-puncak saling bertumpuk atau bahkan dekomposisi sampel (Ayu Sumariani & Kadek, 2024).

2.4.6 Kolom

Kolom merupakan jantung sistem kromatografi gas yang berisi fase diam tempat pemisahan komponen sampel terjadi berdasarkan perbedaan afinitas dan volatilitas. *Packed* kolom terbuat dari kaca atau *stainless steel* berbentuk spiral

dengan panjang 1-5 meter dan diameter internal sekitar 5 mm, berisi partikel fase diam padat dan cocok untuk analisis rutin dengan resolusi sedang. *Capillary* kolom terbuat dari kaca silikat murni dengan lapisan pelindung, memiliki panjang 10-100 meter dan diameter internal sekitar 0,25 mm, dimana fase diam berupa lapisan tipis pada dinding bagian dalam yang memberikan resolusi dan efisiensi pemisahan sangat tinggi. Pemilihan fase diam disesuaikan dengan sifat sampel yang akan dianalisis, polysiloxanes digunakan untuk senyawa nonpolar seperti hidrokarbon dan ester, polyethylene glycol cocok untuk senyawa polar seperti alkohol dan asam organik, sedangkan inorganic atau polymer packing digunakan untuk aplikasi khusus seperti *molecular sieve* untuk gas permanen untuk analisis gas dan senyawa volatil rendah. Kolom HP-5ms merupakan salah satu kolom yang paling sering digunakan dalam analisis GC-MS terlebih dalam kegiatan analisis forensik. Hal ini dikarenakan kolom HP-5ms merupakan kolom yang bersifat non polar. Hal ini sesuai dengan sampel yang biasa digunakan dalam analisis forensik yaitu sampel yang bersifat non polar. Sehingga senyawa yang bersifat polar yang keluar terlebih dahulu dan yang bersifat lebih non polar akan tertahan lebih lama berada dikolom. Sehingga sampel dapat terbaca lebih spesifik dikarenakan pelarut yang bersifat polar akan terbaca terlebih dahulu (Sipahelut, 2019).



Gambar 2. 9 Gambar Kolom GC-MS

sumber : (https://wiralabanalitika.com/product/kolom-kromatografi-gas/)

2.4.7 Fase Gerak

Gas pembawa berfungsi membawa sampel atau komponen – komponen campuran yang akan atau sudah dipisahkan. Gas yang digunakan harus bersifat *inert* (tidak bereaksi) dengan cuplikan atau sampel maupun fase diam, murni, dan

dapat disimpan dalam tabung berekanan tinggi. Gas pembawa biasa digunakan yaitu gas helium, nitrogen, hidrogen, atau metana.

Helium merupakan gas pembawa yang paling sering digunakan dalam analisis dengan intrumen GC-MS, hal ini dikarenakan helium memiliki karakteristik yang ideal. Sebagai gas mulia dengan massa molekul rendah (4 g/mol), helium bersifat sangat inert secara kimia sehingga tidak bereaksi dengan analit atau komponen sistem GC-MS, yang memastikan tidak terjadi interferensi dalam analisis (Margolin Eren et al., 2022).