

Identification of 3,4-Methylenedioxymethamphetamine (MDMA) In Tablet Samples Using Color Test and Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) Instrument

Identifikasi 3,4- Methylenedioxymethamphetamine (MDMA) Dalam Sampel Tablet Menggunakan Color Test dan Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS)

Eryani Ayu Meitasari, Tanti², Maisari Utami^{1*}

¹Program Studi Kimia, Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Islam Indonesia, Jl. Kaliurang KM.14,5, Sleman, D.I. Yogyakarta 55584, Indonesia

²Pusat Laboratorium Narkotika, Badan Narkotika Nasional, Jl. BNN Lido No. 15, Bogor, Jawa Barat 16110, Indonesia

*Corresponding author: maisariutami@uii.ac.id

Diterima: 30 Oktober 2024, Direvisi: 08 Desember 2024, Diterbitkan: 09 Desember 2024

ABSTRACT

Drugs, which is an abbreviation for narcotics, psychotropics and other addictive substances (NAPZA), can cause addiction and have negative impacts on the physical, psychological and social health of users. Although drugs can be used in medical treatment to relieve pain, they can also cause dangerous side effects such as stupor. One example of a drug is ecstasy (MDMA), which can cause feelings of excessive euphoria, but is very dangerous because it can cause hyperthermia, seizures, muscle damage, and disorders of the central nervous system. Drug use, including ecstasy, is very risky and can lead to death, as well as having detrimental social impacts. This study focuses on the identification and analysis of the chemical composition of a tablet suspected to contain illegal substances using Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS). Based on the research results, it shows that the presence of 3,4-methylenedioxymethamphetamine (MDMA) with a similarity index of 94.65%. Additionally, caffeine was also detected in the sample with a similarity index of 96.2%. These findings are crucial for forensic investigations, providing reliable data for law enforcement in the identification of illicit drugs.

Keywords: GC-MS, MDMA, Forensic Analysis.

ABSTRAK

Narkoba yang merupakan singkatan dari narkotika, psicotropika, dan zat adiktif lainnya (NAPZA), dapat menyebabkan kecanduan dan memiliki dampak buruk bagi kesehatan fisik, psikis, dan sosial penggunaannya. Meskipun narkoba dapat digunakan dalam pengobatan medis untuk menghilangkan rasa sakit, narkoba juga dapat menimbulkan efek samping berbahaya seperti stupor. Salah satu contoh NAPZA adalah ekstasi (MDMA), yang dapat menimbulkan perasaan euphoria berlebihan, namun sangat berbahaya karena dapat menyebabkan hipertermia, kejang, kerusakan otot, hingga gangguan pada sistem saraf pusat. Penggunaan narkoba, termasuk ekstasi, sangat berisiko dan dapat berujung pada kematian, serta memiliki dampak

sosial yang merugikan. Penelitian ini berfokus pada identifikasi dan analisis komposisi kimia dari sebuah tablet yang diduga mengandung zat ilegal menggunakan *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS). Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa keberadaan 3,4-methylenedioxymethamphetamine (MDMA) dengan indeks kemiripan sebesar 94,65%. Selain itu, kafein juga terdeteksi dalam sampel dengan indeks kemiripan sebesar 96,2%. Temuan ini sangat penting dalam investigasi forensik, memberikan data yang andal bagi penegak hukum dalam identifikasi narkoba ilegal.

Kata Kunci: GC-MS, MDMA, Analisis Forensik.

PENDAHULUAN

Narkoba merupakan singkatan dari narkotika, psikotropika, dan bahan adiktif lainnya. Penyalahgunaan narkoba dapat menyebabkan kecanduan (adiksi). (Sugono, 2008). Definisi lain juga menyebutkan bahwa narkotika atau *narcotic* memiliki suatu hal yang dapat menghilangkan rasa sakit atau nyeri dan juga dapat dapat menimbulkan efek samping stupor (bengong), dapat diartikan juga sebagai bahan untuk pembius (Sitanggang, 1999) Istilah lain Narkoba yakni NAPZA (Narkotika, Psikotropika dan Zat Adiktif lain) NAPZA merupakan bahan atau obat yang apabila dikonsumsi (diminum, dihisap, dihirup, ditelan, atau disuntikan) akan mempengaruhi pad fungsi kerja otak, dan bila dikonsumsi terus menerus akan menyebabkan gangguan pada kondisi fisik, psikis, dan fungsi sosialnya, serta dapat menyebabkan ketagihan (adiksi) dan ketergantungan. Fakta lainnya juga menunjukkan bahwa konsumsi NAPZA dapat menyebabkan perubahan emosi atau suasana hati,

berpengaruh pada suasana pikiran juga pada perilaku. (Martono & Joewana, 2008).

Pada Pasal 1 UU No.35 Tahun 2009 Tentang Narkotika, menjelaskan bahwa: “Narkotika merupakan zat atau obat yang bersumber atau berbahan dari tanaman, bukan tanaman, atau berbahan sintesis, yang bilamana dikonsumsi dapat menimbulkan efek perubahan kesadaran menghilangkan rasa dapat mengurangi/menghilangkan rasa nyeri, dan jika dikonsumsi secara rutin dapat menyebabkan ketergantungan, Narkoba dapat dibedakan dan digolongkan ke beberapa jenis sesuai yang terlampir pada UU No. 35 Tahun 2009. Penyalahgunaan dan pengedaran gelap narkoba menimbulkan ancaman terhadap masa depan dan kelangsungan hidup bangsa. Negara Indonesia saat ini sudah dalam kondisi darurat narkoba. Tentunya hal ini mengindikasikan bahwa situasi Indonesia telah benar-benar dalam kondisi gawat untuk perihal kasus-kasus penyalahgunaan narkoba, sehingga membutuhkan perhatian serta kewaspadaan dari berbagai elemen

masyarakat agar dapat menanggulangi serta mencegah peredaran gelap narkoba untuk tidak meluas. Pesatnya peredaran gelap narkoba di Indonesia salah satunya disebabkan karena pesatnya kemajuan dan perkembangan informasi serta teknologi transportasi. Perkembangan teknologi tersebut pada akhirnya memunculkan dampak lain yakni, memudahkan masuknya barang berbahaya dan terlarang tersebut ke Indonesia, dan hal ini merupakan sebuah tantangan bagi aparat khususnya aparat penegak hukum (telaumbanua, 2018).

3,4-methylenedioxymethamphetamine (MDMA) atau sering dikenal dengan ekstasi merupakan senyawa turunan amfetamin yang dapat menyebabkan rasa senang berlebihan dan biasanya banyak digunakan pada festival musik dansa atau diskotik (Araújo dkk., 2018). Penggunaan ekstasi (MDMA) dapat mempengaruhi resiko kesehatan yaitu dalam jangka pendek menyebabkan hipertermia, kejang, aritmia, hiponatremia, rhabdomyolisis dan kerusakan jangka panjang pada sistem saraf pusat (Araújo dkk., 2018). Efek yang ditimbulkan bagi pengguna MDMA sangat berbahaya dan bahkan mampu menyebabkan kematian. Meskipun efek yang ditimbulkan berbahaya bagi kesehatan, namun kasus penyitaan tablet ekstasi (MDMA) masih tinggi di Indonesia yaitu sebanyak 1,6 juta tablet pada tahun

2022 (Indonesia Drug Report 2023). Berdasarkan tingginya kasus ekstasi di Indonesia, diperlukan adanya metode pengujian yang valid untuk mengidentifikasi MDMA dalam sampel tablet ekstasi. Pada penelitian ini, penulis melakukan identifikasi barang bukti tablet coklat berlogo kepala singa yang diduga mengandung MDMA menggunakan metode tes warna (*color test*) dan *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS).

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi penggaris siku Kenmaster, jangka sorong digital Sketmat, mortar dan stamper, plat tetes, pipet tetes sekali pakai 3 mL, tabung reaksi Iwaki Pyrex, vortex mixer Corning LSE 6776, rak tabung reaksi, tabung ekstraksi dengan tutup sekrup, sentrifuge Spectrafuge 6C Labnet, spatula, neraca analitik Ohaus, vial bening 1,5 mL Agilent, syringe 3 mL One Med, penyaring Whatman PTFE 0,2 μm , dan GCMS Agilent 7890B - 5977B MSD.

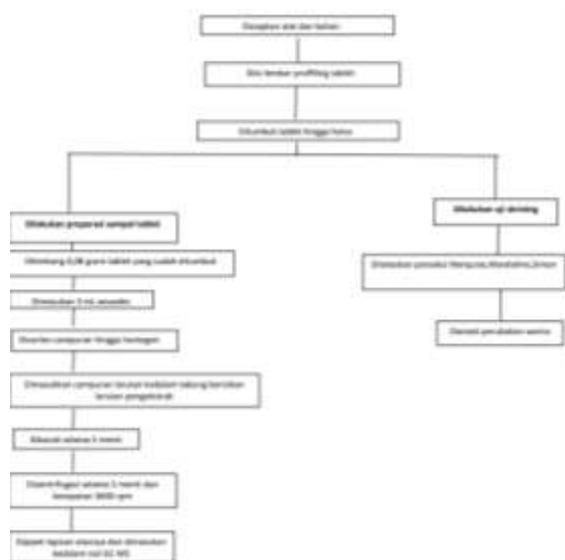
Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi sampel tablet yang diduga mengandung MDMA (0,08 gram),

pereaksi Marquise (1 mL formaldehid; 100 mL asam sulfat pekat 95-97%), pereaksi Mandeline (1 g amonium vanadat; 1,5 mL aquades; 100 mL asam sulfat pekat 95-97%), pereaksi Simon A (natrium karbonat padat; 25 mL aquades untuk membuat larutan natrium karbonat 2%), pereaksi Simon B (10 mL asetaldehid; 1 g natrium nitroprusida padat; 100 mL aquades), 3 mL aquades, larutan pengestrak, sampel kontrol negatif (air toksi yang diekstraksi), dan sampel kontrol positif (standar kerja MDMA, 0,035 gram).

Cara Kerja

Adapun prosedur kerja dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut :



Gambar 1. Cara Kerja

Uji Skrining

Pada tahap ini, dilakukan *profiling* tablet untuk mengidentifikasi karakteristik fisik tablet, termasuk bentuk, elevasi, jenis pewarnaan, warna, pelapis, kode, striping,

ukuran, berat, dan dimensi seperti diameter, lebar, serta ketebalan. Selanjutnya, dilakukan color test di mana sampel tablet yang diduga mengandung MDMA digerus dengan mortar hingga halus dan homogen. Sebanyak 0,25 gram serbuk dari hasil gerusan ditempatkan pada pelat tetesan dengan tiga lubang. Tambahka 1-2 tetes Reagen Marquis ke lubang pertama dan perubahan warna diamati, sementara reagen Mandelin ditambahkan ke lubang kedua. Reagen marquis dibuat dengan menambahkan 5 mL asam sulfat 95- 97% dan 5 tetes formaldehid min.37%. Setelah itu dilakukan homogenisasi dengan menggunakan spatula pada suhu 25°C. Kontrol sampel positif dan negatif dilakukan untuk setiap kumpulan sampel. Kontrol sampel positif menggunakan standar kerja MDMA yang ditambahkan dengan reagen uji, sedangkan kontrol sampel negatif menggunakan Talcum. Hasil positif pada uji tes warna senyawa MDMA adalah adanya perubahan warna menjadi hitam atau ungu.

Selain itu juga dilakukan preparasi untuk kontrol sampel positif menggunakan larutan standar kerja MDMA konsentrasi 200 ppm yang dilarutkan dalam air, kemudian dilakukan preparasi seperti preparasi pada sampel. Untuk kontrol sampel negatif menggunakan blanko akuades kemudian dilakukan preparasi

seperti pada sampel. Kontrol sampel positif dan negatif dilakukan tap 1 *batch* pengerjaan sampel, dimana 1 *batch* terdiri dari 10 sampel.

Uji Konfirmasi GC-MS

Pada uji konfirmasi menggunakan GC-MS, tahap pertama yang dilakukan adalah preparasi sampel. Tabung ekstraksi yang berisi padatan pengekstrak disiapkan terlebih dahulu, kemudian ditambahkan 3 mL metanol murni pro analysis (Merck) dan 200 μ L NaOH 0,1 N sesuai prosedur yang digunakan di Pusat Laboratorium Narkotika, Badan Narkotika Nasional (BNN).

Tablet yang diduga mengandung MDMA sebanyak tiga buah digerus dalam mortar hingga halus dan homogen. Sebanyak 80 mg dari hasil gerusan tersebut dilarutkan dalam 5 mL air. Larutan ini kemudian dipipet sebanyak 3 mL ke dalam tabung ekstraksi, dikocok selama 5 menit, dan disentrifugasi selama 5 menit pada kecepatan 3000 rpm pada suhu 25°C hingga terjadi pemisahan menjadi dua lapisan. Lapisan atas disaring menggunakan syringe filter dan dimasukkan ke dalam vial untuk injeksi ke GC-MS. Kontrol sampel positif dan negatif dilakukan untuk identifikasi MDMA, dengan kontrol sampel positif menggunakan larutan standar kerja MDMA pada konsentrasi 200 ppm yang dilarutkan

dalam air dan dipreparasi serupa dengan sampel.

Selanjutnya, sampel yang telah dipreparasi dan diletakkan dalam vial bening 1,5 mL diinjeksikan ke dalam GC-MS. Parameter GC-MS yang digunakan dalam metode ini adalah sebagai berikut:

1. Gas Chromatography (GC):

Spesifikasi	Dimensi
Suhu Oven Kolom	100°C
Suhu Injeksi	250°C
Split Ratio	50,0
Aliran Kolom	1,00 mL/min
Suhu Auxiliary	300°C
Waktu Jalankan	24 menit

Tabel Gradien Suhu pada Oven Kolom:

Spesifikasi	Dimensi
Rate	0
Suhu Akhir	100°C
Waktu Tahan	2,00 menit
Rate	10,0
Suhu Akhir	280°C
Waktu Tahan	4,00 menit

2. Mass Spectrometry (MS):

Spesifikasi	Dimensi
Suhu Sumber MS	280°C
Waktu Tunda	3,50 menit
Pelarut	

Spesifikasi	Dimensi
Waktu Mulai	1,00 menit

Waktu Akhir	3,50 menit
Tipe Akuisisi	scan
M/z Awal	40,00
M/z Akhir	550,00
Ion Target	194 m/z
Ion Kualifikasi	58 m/z
Waktu Tunggu	50 m/z

Kriteria Penerimaan Sampel

Sampel dinyatakan positif mengandung MDMA jika memenuhi beberapa kriteria berikut. Pertama, perubahan warna. Sampel dikategorikan positif MDMA jika memberikan hasil perubahan warna yang sesuai pada ketiga jenis pereaksi, yaitu Marquise dengan warna hitam, Mandeline dengan warna hitam, serta Simon A + Simon B1 dengan warna biru. Sebaliknya, sampel dinyatakan negatif MDMA jika tidak menunjukkan perubahan warna seperti yang dijelaskan pada poin sebelumnya.

Kedua, waktu retensi. Sampel dianggap positif mengandung MDMA jika nilai waktu retensi (Rt) untuk kontrol positif MDMA dan sampel sama, dengan rentang toleransi $\pm 0,5$ menit. Pada sampel tablet yang dianalisis menggunakan GC-MS Agilent 7890B-5977B MSD, waktu retensi standar MDMA 200 ppm tercatat sekitar 9,748 menit.

Ketiga, fragmentasi. Kriteria penerimaan fragmen massa untuk MDMA mencakup nilai m/z pada 58, 135, 77, dan

56. Keempat, kesamaan dengan library. Senyawa yang terdeteksi dalam sampel harus memiliki nilai similarity index dalam rentang 80-100%. Library yang digunakan untuk verifikasi adalah SWGDRAG 3.10.L

PEMBAHASAN

Identifikasi Sampel Tablet

Sampel tablet yang diuji di Pusat Laboratorium Narkotika sebagian besar merupakan tablet MDMA (Ekstasi) pada sampel tablet yang diduga mengandung MDMA dengan menggunakan metode pengujian Pusat Laboratorium BNN. Metode ini terdiri dari dua langkah: uji pendahuluan atau *screening* yang dilanjutkan dengan tes konfirmasi. Uji skrining yang dilakukan adalah tes warna. Setelah melakukan uji penyaringan, dilakukan uji konfirmasi menggunakan GC-MS untuk mendeteksi senyawa yang terkandung dalam sampel secara pasti. Saat menguji sampel tablet, pembuatan profiling tablet dilakukan sebelum tahap uji skrining

Profiling Tablet

Profiling tablet adalah analisis fisik terhadap bentuk tablet ekstasi, jenis pewarnaan, warna, pelapis, pengkodean, striping, ukuran, berat, dimensi tablet (diameter dan ketebalan). Dimensi tablet dapat diukur dengan jangka sorong, berat

tablet dapat diukur dengan timbangan analitik, dan bentuk, jenis pewarnaan, warna, lapisan, pengkodean, dan striping dapat langsung ditentukan diamati secara langsung. Parameter ini kemudian dimasukkan ke dalam formulir profil tablet.

Profiling bertujuan untuk memperoleh informasi mengenai sifat fisik tablet ekstasi yang diterima di Pusat Laboratorium Narkoba BNN. Berikut ini merupakan hasil dari *profiling* tablet ekstasi yang diduga mengandung MDMA (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil *profiling* tablet

Foto sampel	Nama Sampel	Hasil <i>profiling</i> tablet
	Tablet berwarna coklat berlogo kepala singa	Jenis pewarnaan: Bercak Warna: Coklat Pelapis: Tanpa lapis Pengkodean: Logo saja (kepala singa) saja, <i>imprinted</i> Strip: Tanpa strip Ketebalan: 5,28 mm Berat: 249,8 mg Panjang: 7,85 Lebar: 7,37

Tablet yang dianalisis berwarna coklat dengan logo kepala singa yang terimprint pada permukaannya, tanpa lapisan pelindung tambahan atau pembagian strip. Pewarnaan pada tablet ini tampak tidak merata, dengan bercak-bercak yang menunjukkan ketidakteraturan dalam proses pewarnaan. Tablet ini memiliki ketebalan 5,28 mm, panjang 7,85 mm, dan lebar 7,37 mm, yang memberikan gambaran tentang ukuran fisiknya. Berat tablet mencapai 249,8 mg, yang memberikan indikasi mengenai jumlah

bahan aktif yang terkandung di dalamnya. Dengan bentuk dan ukuran yang jelas, serta logo kepala singa sebagai pengkodean, tablet ini dapat dikenali sebagai jenis yang sangat spesifik, meskipun tanpa adanya pembagian atau lapisan luar yang melindunginya. Semua detail ini penting dalam identifikasi tablet tersebut, baik untuk tujuan analisis laboratorium maupun untuk mendeteksi kemungkinan hubungan dengan narkoba terlarang yang diproduksi secara ilegal

Uji Pendahuluan (Screening Test)

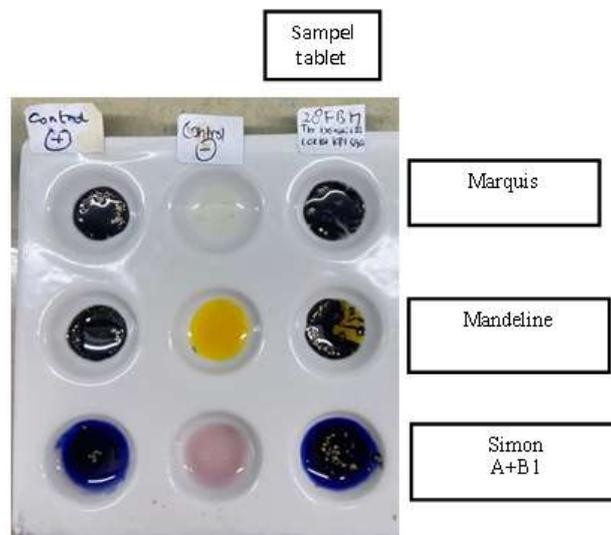
Uji skrining dilakukan sebagai dugaan awal untuk mengetahui dengan cepat jenis/golongan senyawa narkotika yang ada dalam suatu sampel dan mengetahui langkah/metode selanjutnya yang harus dilakukan. Uji Skrining tablet yang dilakukan pada penelitian ini adalah tes warna. Tes warna adalah cara termudah dan tercepat untuk mengidentifikasi sampel. Uji warna menghasilkan perubahan warna yang peka terhadap senyawa tertentu. Keuntungan lain dari pengujian warna adalah hanya diperlukan sedikit sampel dan waktu penyelesaiannya singkat. Tes warna atau uji warna merupakan salah satu metode analisis kualitatif. Prinsip

pengujian warna adalah penambahan reagen yang bereaksi dengan sampel menghasilkan perubahan warna tertentu, yang digunakan untuk menentukan apakah sampel memiliki kadar MDMA positif atau negatif. Ada tiga jenis uji warna yang digunakan di Pusat Laboratorium Narkotika BNN untuk mengidentifikasi MDMA: uji Marquis, uji Mandeline, dan uji Simon.

Berikut ini merupakan tabel hasil pengamatan sampel MDMA yang direaksikan dengan reagen Marquis, Mandelin, dan Simon, beserta dengan gambar hasil perubahan warna uji skrining (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil uji skrining dengan *color test*

Jenis uji	Hasil uji		
	Kontrol negatif MDMA	Kontrol negatif MDMA	Sampel uji tablet coklat muda
Uji Marquis	Tidak bereaksi	Hitam	Hitam
Uji Mandelin	Orange	Hitam	Hitam
Uji Simon	Merah muda	Biru	Biru
A+B1			
Kesimpulan	Diduga positif (+) MDMA (3,4-methylenedioxymethamphetamine)		



Gambar 1. Hasil perubahan warna dengan *color test* (A. Marquis, B. Mandeline, C. Simon A+B1)

Pada uji warna digunakan kontrol negatif dan kontrol positif. Kontrol positif dan negatif dalam pengujian ini dilakukan tap 1 batch pengerjaan sampel, di mana 1 batch terdiri dari 10 sampel. Untuk kontrol sampel positif digunakan senyawa MDMA murni yang digunakan sebagai standar pengujian sampel (standar kerja MDMA) yang kemudian ditambahkan pereaksi uji, sedangkan kontrol sampel negatif menggunakan serbuk blank (Talcum) yang ditambahkan pereaksi uji. Pada kontrol negatif, serbuk blank (Talcum) tidak terjadi perubahan warna pada pereaksi Marquis, dan terjadi perubahan warna berturut-turut menjadi orange dan merah muda pada pereaksi Mandelin dan Simon. Perubahan

Uji Marquis

tersebut menandakan bahwa sampel tidak mengandung MDMA. Sedangkan untuk kontrol sampel positif dijadikan sebagai pembandingan, dimana pada Gambar 2 menunjukkan bahwa sampel uji memberikan perubahan warna yang sama dengan kontrol positif setelah ditetesi reagen Marquis dan Mandelin (hitam;hitam). Perubahan warna pada sampel setelah ditetesi pereaksi Simon sama dengan kontrol positif yaitu warna biru tua. Dari ketiga perubahan warna tersebut, dapat disimpulkan bahwa sampel uji diduga positif mengandung MDMA. Berikut ini penjelasan lebih lanjut dari masing-masing pereaksi:

Metode marquis merupakan metode analisis sederhana dalam mengidentifikasi suatu senyawa, salah satunya metamfetamin dalam sampel biologis. Pereaksi marquis merupakan campuran dari formaldehid dan asam sulfat (1:40) dan hasil yang dikeluarkan berupa reaksi warna. Formaldehid bereaksi membentuk suatu ion karbonium dan bereaksi dengan senyawa aromatik dengan metamfetamin. Dalam suasana asam, ion karbonium bereaksi menghasilkan warna orange dalam metamfetamin. *Solid Phase Extraction* (SPE) atau Ekstraksi Fase Padat adalah salah satu cara preparasi sampel yang digunakan untuk uji kualitatif dalam menganalisis sampel biologis seperti rambut yang berasal dari seseorang yang diduga sebagai pemakai metamfetamin atau narkoba menggunakan alat sonikasi yang disebabkan oleh pelarut yang optimal (Annisa, dkk., 2022).

1. Uji Mandelin Reagen

Mandelin terdiri dari campuran larutan amonium vanadat dan asam sulfat. Uji Mandhelin digunakan untuk mengidentifikasi kelompok feniletilamina dan opiat tertentu (Darsigny, 2018). Mandelin bertujuan memeriksa hasil ujian Marquis. Pengujian ini melibatkan oksidasi senyawa oleh ion vanadat, yang mengarah pada pembentukan kompleks berwarna

oranye hingga hijau yang perubahan warna spesifiknya bergantung pada struktur senyawa yang diuji. Tes Mandelein yang positif untuk MDMA ditunjukkan dengan terbentuknya kompleks berwarna hijau pekat setelah pemberian reagen, yang dengan cepat berubah menjadi hitam.

2. Uji Simon A dan B1

Ada beberapa jenis reagen Simon, antara lain Simon A, Simon B1, dan Simon B2. Uji Simon dilakukan untuk mengetahui jenis amin yang terdapat pada senyawa yang terkandung dalam sampel. Senyawa dengan gugus amina sekunder menghasilkan warna biru tua, sedangkan amina primer menghasilkan warna merah jambu (Darsigny dkk., 2018). Uji warna akhir dilakukan dengan menggunakan reagen Simon. Reagen Simon terdiri dari Simon A yang terbuat dari natrium karbonat dan Simon B1 yang terbuat dari natrium nitroprusida. Uji Simon adalah alat ukur yang sangat sensitif untuk penentuan amina sekunder. Berdasarkan hasil penelitian, ketika ditambahkan pereaksi Simon A pada seluruh sampel, tidak terjadi perubahan warna, dan ketika ditambahkan pereaksi Simon B1, warnanya berubah menjadi biru. Hal ini menunjukkan bahwa sampel mengandung amina sekunder. Warna biru yang terlihat merupakan kompleks Simon-Awe yang terbentuk dari

reaksi MDMA dan reagen Simon. Amina dan asetaldehida membentuk enamina yang kemudian bereaksi dengan natrium nitroprusida. Garam immonium kemudian dihidrolisis membentuk kompleks Simon (Kovar dan Laudzun, 1989).

Uji Konfirmasi

Uji konfirmasi adalah penyelidikan lebih lanjut yang bertujuan untuk menguatkan hasil uji skrining dan memastikan senyawa yang ada dalam sampel. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan peralatan untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat. Instrumen yang digunakan untuk uji konfirmasi sampel tablet MDMA adalah kromatografi gas-spektrometri massa (GC-MS). Kromatografi gas menggunakan kolom kapiler, yang bervariasi tergantung pada dimensi kolom (panjang, diameter, ketebalan film) dan tipe fase. Perbedaan sifat kimia antara molekul-molekul yang berbeda dalam suatu campuran dipisahkan dari molekul-molekulnya dengan melewati sampel sepanjang kolom. Waktu yang dibutuhkan molekul untuk meninggalkan kromatografi gas (waktu retensi) bervariasi, sehingga spektrometer massa dapat menangkap, mengionisasi, mempercepat, membelokkan, dan mendeteksi molekul terionisasi satu per satu. Waktu retensi adalah waktu yang

diperlukan komponen dalam suatu senyawa untuk berpindah dari kolom ke detektor. Faktor-faktor yang mempengaruhi keakuratan waktu retensi meliputi laju aliran fasa gerak, suhu kolom, komposisi fasa gerak, dan integrasi. Untuk mengoptimalkan proses pemisahan senyawa ini, gradien suhu dan retensi diterapkan pada kolom (Fowles, 1995). Senyawa yang dipisahkan pada kolom GC dikirim ke MS. MS terdiri dari tiga bagian: sumber ion, penganalisis massa, dan detektor. Senyawa yang masuk ke MS mengalami ionisasi dan fragmentasi menjadi ion fragmen. Pecahnya fragmen tidak terjadi secara acak, namun didasari oleh kecenderungan untuk membentuk fragmen yang lebih stabil. Ionisasi terjadi karena adanya elektron yang berasal dari sumber ion. Ion fragmen memasuki mass analyzer dan dipisahkan berdasarkan nilai m/z -nya. Ion fragmen dengan nilai m/z lebih kecil masuk ke detektor lebih cepat dibandingkan ion fragmen dengan nilai m/z lebih besar. Keluaran detektor berupa grafik yang menunjukkan hubungan antara nilai m/z dengan intensitas relatif ion fragmen senyawa (Kopka, 2006). Prinsip analisis dengan GC-MS adalah memisahkan komponen senyawa yang mudah menguap dengan melewati sampel sepanjang kolom. Setiap molekul yang dipisahkan memerlukan waktu retensi

atau lama waktu yang berbeda sebelum keluar dari kromatografi gas (GC). Setelah meninggalkan GC, molekul ditangkap dan diionisasi menjadi fragmen. Jika dianalisis dengan GC-MS, fasa gerak atau gas pembawanya adalah gas helium, sedangkan fasa diamnya adalah silika. Analisis dilakukan dengan menggunakan GC-MS karena memungkinkan untuk memisahkan

komponen dalam analit dan menentukan sifat komponen berdasarkan spektrum massanya (Darmapatni, 2016). Langkah pertama preparasi larutan sampel terlebih dahulu, kemudian menguji sampel dengan GC-MS dan memperoleh hasil analisis GC-MS.



Gambar 2. Hasil sentrifugasi
(A. Standart, B. Sampel 2, C. Sampel 3)

Berdasarkan hasil sentrifugasi ini, partikel-partikel dalam tabung Toxi memiliki berat jenis paling rendah dan dapat dipisahkan dengan jelas menjadi padatan di bagian bawah, fase air di bagian bawah, dan fase organik di bagian atas. Fase organik difiltrasi menggunakan penyaring Whatman PTFE dengan ukuran 0,2 um. penyaringan dilakukan agar larutan

sampel bebas dari pengotor dan ukuran partikel larutan yang akan dianalisis diperkecil. Setelah sampel disaring, sampel dimasukkan ke dalam vial 1,5 mL dan diinjeksikan ke dalam instrumen GC-MS. Gambar 3 merupakan gambar hasil preparasi yang akan diinjeksikan ke GC-MS.



Gambar 3. Hasil preparasi
(A. Standar, B. Sampel 1, C. Sampel 2, D. Sampel 3)

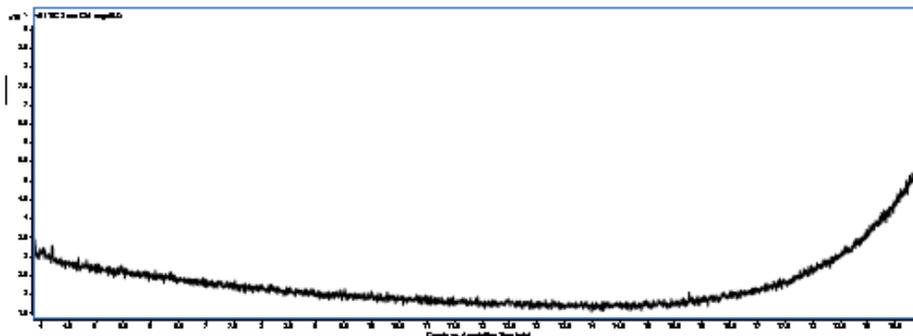
Hasil Analisis GC-MS

Setelah selesai dianalisis dengan instrumen GC-MS, akan diperoleh dua data yaitu kromatogram hasil analisis

kromatografi gas (GC) dan spektra massa hasil analisis spektroskopi massa (MS). Berikut adalah hasil kromatogram dan spektra pengujian dengan menggunakan GC-MS

1. Kontrol Negatif

Hasil kromatografi kontrol negatif dapat dilihat pada Gambar 4.



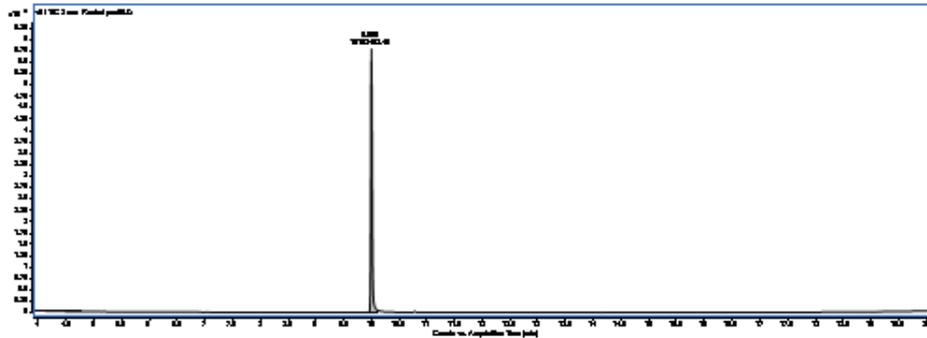
Gambar 4. Kromatogram pada kontrol negatif

Kontrol negatif yang digunakan dalam penelitian ini adalah blanko akuades kemudian dilakukan preparasi seperti pada sampel. Kontrol negatif mempunyai fungsi sebagai pembanding yang menunjukkan bahwa sampel yang diuji tidak terkontaminasi dengan zat lain maupun sampel yang diinjeksikan sebelumnya. Dari kromatogram diatas dapat dilihat bahwa

tidak terdapat puncak yang berada pada waktu retensi sekitar 9,7 menit yang merupakan waktu retensi terdeteksinya puncak senyawa MDMA. Selain itu, juga tidak terdapat puncak-puncak lain yang menandakan bahwa hasil injeksi bersih dari zat lain dan sampel sebelumnya.

2. Kontrol Positif

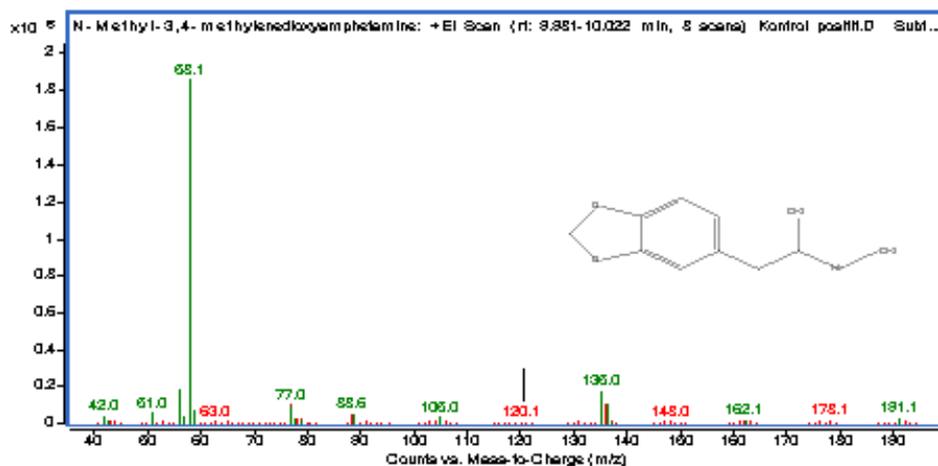
Hasil kromatogram dan spektra MS kontrol positif dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Kromatogram pada kontrol positif

Kontrol positif yang digunakan adalah larutan standar kerja MDMA yang telah teridentifikasi mengandung 3,4-*methylendioxyamphetamine* (MDMA) menggunakan GC-MS. Kontrol positif berfungsi sebagai pembanding yang digunakan untuk memastikan bahwa sampel tablet MDMA yang diuji adalah benar MDMA, berdasarkan persamaan waktu retensi antara kontrol positif dan sampel uji. Berdasarkan hasil kromatogram kontrol positif pada Gambar 6 terdapat

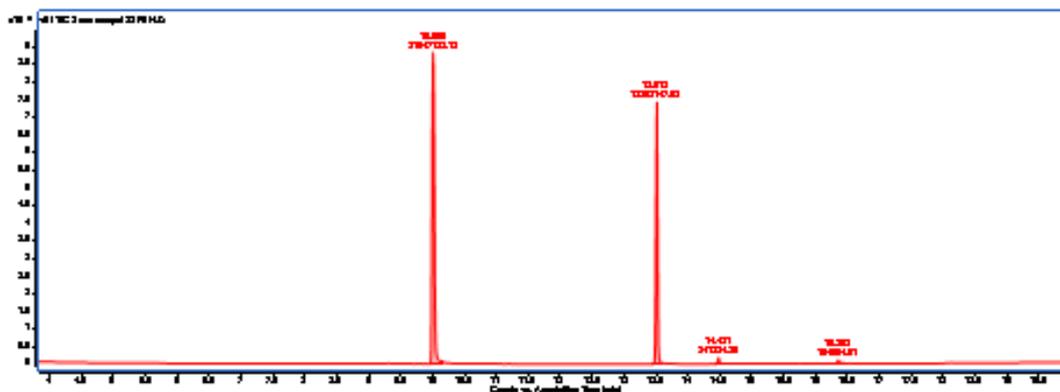
puncak yang terlihat pada waktu retensi 9,999 menit dengan luas area sebesar 10163452,40 kemudian dicocokkan dengan library menunjukkan adanya senyawa 3,4-*methylendioxyamphetamine* (MDMA) yang memiliki similarity index sebesar 91,36%. Hal tersebut diperkuat dengan adanya data spektra MS pada Gambar 4.7 yang menunjukkan fragmentasi ion senyawa MDMA pada 191,0m/z; 162,0m/z; 135,0m/z; 105,0m/z; 88,6m/z; 77,0m/z; 58,1m/z dengan base peak m/z 58.1.



Gambar 6. Spektra MS pada kontrol positif

Sampel Tablet Coklat Berlogo Kepala
Singa

Hasil kromatogram dan spektra MS sampel
dapat dilihat pada Gambar 7



Gambar 7. Kromatogram pada sampel tablet coklat berlogo kepala singa

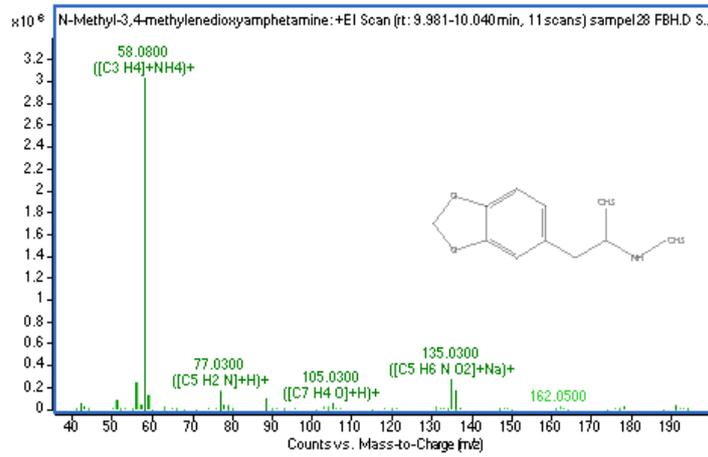
Dari kromatogram tersebut diperoleh informasi bahwa sampel tablet coklat mengandung 3,4-*methylendioxyamphetamine* (MDMA) yang dibuktikan dengan adanya puncak pada waktu retensi 10,005 dengan luas area 21647138,12. Kemudian dicocokkan dengan library yang memiliki similarity index sebesar 94,65%. Hal ini sesuai dengan waktu retensi MDMA pada kontrol positif yang nilainya mendekati sama dan merupakan waktu retensi spesifik untuk senyawa MDMA. Selain MDMA, pada kromatogram juga terdapat puncak yang terdeteksi yaitu senyawa kafein yang muncul pada waktu retensi 13,513 menit dengan luas area sebesar 13252147,93. Kemudian dicocokkan dengan library yang memiliki similarity index

sebesar 96,2% kafein adalah zat yang digunakan untuk meredakan rasa kantuk, sehingga seseorang dapat tetap terjaga. Selain itu, kafein juga sering ditemukan di dalam obat untuk meredakan migrain kafein dapat mempengaruhi metabolisme MDMA, menghasilkan konsentrasi MDMA plasma yang lebih tinggi dari biasanya. Dalam hal ini, kafein merupakan agen simpatomimetik yang sudah terbukti pada manusia, dan konsumsi berlebihan menyebabkan peningkatan tekanan darah, peningkatan kadar katekolamin dalam sirkulasi, dan aktivitas renin plasma (Benowitz dkk., 1995 ; Riksen dkk., 2009; Osswald dan Schnermann, 2011), pada kromatogram juga terdapat puncak yang terdeteksi yaitu senyawa n-Hexadecanoic yang muncul pada waktu retensi 14,481

menit dengan luas area sebesar 341234,35 n-Hexadecanoic acid merupakan senyawa yang memiliki indeks kemiripan sebesar 94% dan persen areanya 18.32. Senyawa n-Hexadecanoic acid merupakan asam lemak jenuh yang memiliki fungsi sebagai antibakterial dan antijamur. Dalam penelitian *n-hexadecanoic acid* memiliki manfaat sebagai antioksidan, nematisida, hipokolesterolemia, peptisida, antiandrogenik, perisa, hemolitik, pada kromatogram juga terdapat puncak yang terdeteksi yaitu senyawa steric acid yang muncul pada retensi 16,352 menit dengan luas area sebesar 194594,61 Stearic acid atau asam stearat merupakan asam lemak jenuh yang diekstrak dari lemak hewani dan nabati. Kandungannya sebanyak 30 persen pada lemak hewani dan 5 persen pada lemak nabati. Asam lemak jenuh ini banyak dimanfaatkan dalam industri kosmetik karena mampu mengubah konsistensi atau suhu leleh suatu produk. Stearic acid juga berfungsi untuk melumasi dan mencegah penguraian bahan. Stearic acid relatif aman digunakan. Manfaatnya mulai dari melembapkan kulit hingga memperkuat lapisan pelindung kulit (skin barrier).

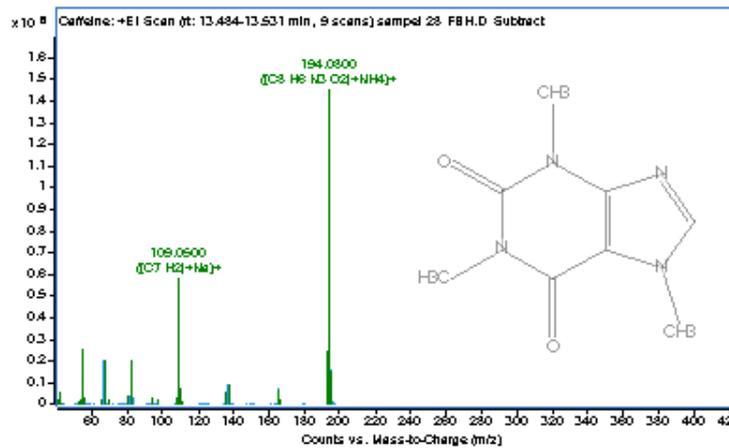
Adapun efek samping yang bisa saja dialami oleh pengguna, di antaranya: Iritasi kulit. Iritasi mata. Iritasi pada saluran pernapasan.

Hasil analisis sampel tablet coklat berlogo kepala singa memiliki bentuk kromatogram yang mirip dengan kontrol positif. Berdasarkan fragmentasi yang diperoleh dan kemudian dicocokkan dengan library didapatkan informasi bahwa sampel yang diuji mengandung 3,4-*methylendioxyamphetamine* (MDMA). Data kromatogram menunjukkan bahwa terdapat puncak lain selain puncak MDMA karena biasanya komponen tablet berisi campuran beberapa senyawa atau bahan obat yang berbeda sehingga memungkinkan senyawa lain ikut terdeteksi. Analisis dilanjutkan dengan identifikasi spektra yang dihasilkan oleh MS untuk mengkonfirmasi kandungan senyawa pada sampel karena hasil spektra merepresentasikan suatu senyawa yang lebih spesifik. Spektra sampel tablet hijau yang berupa fragmentasi ion dari masing-masing puncak dapat ditunjukkan pada Gambar 8.



ID	Source	Best	Name	Formula	Score	Lib/DB
1	LibSearch	○	N-Methyl-3,4-methylenedioxyamphetamine	C11H15NO2	94.65	NIST20L
2	LibSearch	○	3,4-Methylenedioxymethamphetamine	C11H15NO2	92.74	SWGDRUG AGILENT 3.13L
3	LibSearch	○	N-Methyl-3,4-methylenedioxyamphetamine	C11H15NO2	92.74	NIST20L
4	LibSearch	○	N-Methyl-3,4-methylenedioxyamphetamine	C11H15NO2	92.19	NIST20L
5	LibSearch	○	3,4-MDMA	C11H15NO2	92.03	CAYMANSPECTRALIBRARY 112023L
6	LibSearch	○	N-Methyl-3,4-methylenedioxyamphetamine	C11H15NO2	91.39	NIST20L
7	LibSearch	○	2,3-Methylenedioxyamphetamine	C11H15NO2	89.02	SWGDRUG AGILENT 3.13L
8	LibSearch	○	1-(4-methoxy-3-methylphenyl)-N-methylpro	C12H19NO	85.79	NIST20L
9	LibSearch	○	N-ethyl-2,3-methylenedioxyphenethylamine	C11H15NO2	85.23	SWGDRUG AGILENT 3.13L
10	LibSearch	○	N-ethyl-2,3-methylenedioxyphenethylamine	C11H15NO2	85.23	NIST20L

Gambar 8. Spektra MS pada sampel tablet coklat berlogo kepala singa



ID	Source	Best	Name	Formula	Score (Lib)	Flags	Lib/DB
1	LibSearch	○	Caffeine	C8H10N4O2	96.2		NIST20L
2	LibSearch	○	Caffeine	C8H10N4O2	95.85		NIST20L
3	LibSearch	○	Caffeine	C8H10N4O2	95.78		NIST20L
4	LibSearch	○	Caffeine	C8H10N4O2	95.76		NIST20L
5	LibSearch	○	Caffeine	C8H10N4O2	95.6		NIST20L
6	LibSearch	○	Caffeine	C8H10N4O2	95.22		SWGDRUG AGILENT 3.13L
7	LibSearch	○	Caffeine	C8H10N4O2	94.93		NIST20L
8	LibSearch	○	Caffeine	C8H10N4O2	84.74		CAYMANSPECTRALIBRARY 112023L
9	LibSearch	○	Caffeine	C8H10N4O2	79.77		NIST20L
10	LibSearch	○	1,4-Dimethyl-4,5,7,8-tetrahy	C8H10N4O2	78.87		NIST20L

Gambar 9. Spektra MS kafein**Tabel 3.** Hasil uji konfirmasi pada sampel tablet MDMA

Jenis Uji	Hasil Uji	Kontrol negatif MDMA	Kontrol positif MDMA	Sampel Uji Tablet coklat berlogo kepala singa	
				MDMA	Kafein
GC	Waktu retensi (menit)	-	9,999	10,005	13,513
	Luas Area	-	10163452,40	21647138,12	13252147,93
	Similarity index (%)	-	93,95%	94,65%	96,2%
MS	Fragmen ion (m/z)	-	58,1	58,1	109,1
			77,0	77,0	194,1
			88,6	105,0	
			105,0	135,0	
			135,0		
			162,0		
191,0					
Kesimpulan	Positif (+) 3,4-methylenedioxyamfetamine (MDMA)				

Spektra massa tersebut menunjukkan fragmentasi ion senyawa MDMA pada 58,1; m/z 77,0 m/z ;105,0 m/z; dan m/z 135,0 dengan base peak m/z 58,1. Hasil ini sudah sesuai dengan fragmentasi ion pada kontrol positif, sehingga sampel tablet coklat dapat dikonfirmasi mengandung MDMA dengan similarity index sebesar 94,65%. Spektra massa tersebut menunjukkan fragmentasi ion senyawa kafein pada 109,1 m/z;194,1 m/z. Kemudian dicocokkan dengan library yang memiliki similarity index sebesar 96,2%. Dari hasil uji menggunakan GC-MS,sampel tablet coklat dapat dikonfirmasi mengandung MDMA dengan similarity index sebesar 94,65% dan kafein dengan similarity index sebesar 96,2%.

Dalam membandingkan metode uji konfirmasi narkoba, GC-MS menawarkan keunggulan dalam hal akurasi dan sensitivitas untuk mengidentifikasi senyawa kompleks seperti narkoba sintetis. Meskipun demikian, GC-MS memerlukan peralatan yang mahal, keterampilan teknis yang tinggi, serta waktu analisis yang cukup lama, yang menjadi keterbatasan dalam penggunaannya di lapangan. Sebaliknya, HPLC dapat digunakan untuk senyawa yang tidak mudah menguap dan lebih ramah pengguna dibandingkan GC-MS, namun memerlukan detektor tambahan dan tidak memberikan informasi fragmentasi molekul sekompleks GC-MS. Uji imunologis, meskipun murah dan cepat,

memiliki sensitivitas dan spesifisitas yang lebih rendah, sehingga tidak dapat diandalkan untuk konfirmasi akhir. Dalam konteks praktis, uji imunologis dan perangkat portabel yang menggunakan teknologi spektrometri mungkin lebih berguna untuk deteksi cepat di lapangan, seperti di pos pemeriksaan atau rumah sakit, sementara konfirmasi lebih akurat membutuhkan pengujian lanjutan dengan GC-MS atau HPLC. Ke depan, perkembangan teknologi seperti miniaturisasi GC-MS dan integrasi dengan kecerdasan buatan (AI) berpotensi meningkatkan efisiensi dan akurasi analisis narkoba, membuatnya lebih terjangkau dan praktis untuk digunakan di berbagai situasi. Penyempurnaan metode gabungan yang menggabungkan keunggulan masing-masing teknik juga dapat meningkatkan keandalan deteksi narkoba, memberikan solusi lebih cepat, lebih efisien, dan lebih akurat dalam menangani tantangan narkoba yang semakin kompleks.

DAFTAR PUSTAKA

Araújo, A. M., de Lourdes Bastos, M., Fernandes, E., Carvalho, F., Carvalho, M., & de Pinho, P. G. (2018). GC-MS metabolomics reveals disturbed metabolic pathways in primary mouse hepatocytes exposed to subtoxic levels of 3,4-

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa sampel tersebut mengandung MDMA, dengan tingkat kesamaan 91.36% dibandingkan dengan spektrum referensi. Puncak utama pada m/z 58, yang menunjukkan ion dimetiletanamin ($C_4H_{10}N^+$), adalah fragmen utama dan sangat stabil, serta memiliki kelimpahan terbesar. Selain itu, fragmen lain seperti m/z 193, yang mencerminkan massa molar MDMA, serta fragmen-fragmen lain pada m/z 162, 135, 105, 88.6, dan 77, memberikan informasi tentang struktur kimia dan proses pemecahan molekul MDMA. Meskipun massa molar MDMA adalah 193.18 g/mol, dalam spektrum MS, yang terdeteksi adalah fragmen-fragmen yang lebih ringan, mencerminkan karakteristik fragmentasi molekul tersebut. Indeks kesamaan yang tinggi ini mengonfirmasi bahwa sampel yang dianalisis sangat mirip dengan MDMA, meskipun terdapat variasi normal dalam analisis spektrum.

methylenedioxyamphetamine (MDMA). Archives of Toxicology, 92(11), 3307–3323.

Belafkih, S., Belouafa, M., Charrouf, A., Bennamara, A., Skalli, F., Slaoui, A., Abourriche, Anal. Kimia. 15 (6), 219–224 (2015)

Bershad, A. K., Miller, M. A., Baggott, M. J., & de Wit, H. (2016). The effects of mdma on socio-emotional

- processing: does MDMA differ from other stimulants? *Journal of Psychopharmacology*, 30(12), 1248–1258. B
- BNN. 2022. Diakses pada 1 Februari 2022 dari <https://bnn.go.id/profil/Canadian> Centre on Substance Abuse. 2016. Canadian drug summary: ecstasy or molly (MDMA).
- Budiartawan, I. G., Suaniti, N. M., Wirasuta, I. M. A. G. 2014. *Profiling* fisik dan kimia tablet ekstasi yang beredar di wilayah polda bali dengan HPTLC-densitometri dalam usaha menurut jalur peredarannya. *Indonesian Journal of Legal and Forensic Sciences*, 4: 14-18.
- Collins, M., Donnelly, C., Cameron, S., Tahtouh, M., & Salouros, H. (2017). Identification and characterization of N-tert-butoxycarbonyl-MDMA: a new MDMA precursor. *Drug Testing and Analysis*, 9(3), 399 - 404
- Collins, M., Donnelly, C., Cameron, S., Tahtouh, M., & Salouros, H. (2017). Identification and characterization of N-tert-butoxycarbonyl-MDMA: a new MDMA precursor. *Drug Testing and Analysis*, 9(3), 399 - 404.
- Couchman, L., Frinculescu, A., Sobreira, C., Shine, T., Ramsey, J., Hecht, M., Kipper, K., Holt, D., & Johnston, A. (2019). Variability in content and dissolution profiles of MDMA tablets collected in the UK between 2001 and 2018—A potential risk to users? *Drug Testing and Analysis*, 11(8), 1172–1182.
- Deconinck, E., Van Campenhout, R., Aouadi, C., Canfyn, M., Bothy, J. L., Gremeaux, L., Blanckaert, P., & Courselle, P. (2019). Combining attenuated total reflectance-infrared spectroscopy and chemometrics for the identification and the dosage estimation of MDMA tablets. *Talanta*, 195, 142–151.
- Fasich, D. (1999). Biotransformasi MDMA (Ecstasy) Studi pada penyalahgunaan ecstasy.
- Graziano, S., Anzillotti, L., Mannocchi, G., Pichini, S., & Busardò, F. P. (2019). Screening methods for rapid determination of new psychoactive substances (NPS) in conventional and non-conventional biological matrices. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 163, 170–179.
- Jamali, D., dkk. 2013. SME and CSR in Developing countries: Advancing academic and policy-oriented knowledge. *Business & Society*.
- Liu, C., Jia, W., Qian, Z., Li, T., & Hua, Z. (2017). Identification of five substituted phenethylamine derivatives 5-MAPDB, 5-AEDB, MDMA methylene homolog, 6 - Br-MDMA, and 5-APB-NBOMe. *Drug Testing*.
- Martono, L., & Joewana, S. (2008). Peran orang tua dalam mencegah dan menanggulangi penyalahgunaan narkoba. Jakarta: Balai Pustaka.
- Mifsud, M., Jickellsb, S., Mifsudc, J., & Wolffd, K. (2017). 14 “Ecstasy” tablets: batch matching for forensic drug intelligence purposes in malta. detection of drug misuse: Biomarkers, *Analytical Advances and Interpretation*, 288.
- Naether, S., Buck, U., Bernhard, W., Zingg, C., & Thali, M. J. (2008). Non-contact documentation of physical characteristics of ecstasy tablets, hemp coins, and imprint punches by using 3D optical surface scanning.

- Canadian Society of Forensic Science Journal, 41(4), 191–198.
- Naether, S., Buck, U., Bernhard, W., Zingg, C., & Thali, M. J. (2008). Non-contact documentation of physical characteristics of ecstasy tablets, hemp coins, and imprint punches by using 3D optical surface scanning. *Canadian Society of Forensic Science Journal*, 41(4), 191–198.
- Pham, A. Q. N., Kelly, T., & Fu, S. (2013). Urine adulteration: can bleach be used to mask MDMA use. *Analytical Methods*, 5(16), 3948–3955.
- Plummer, C., Carlson, D., Hammersley, L. 2010. Physical geology, Fifteenth Edition. In *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical* (Vol. 44, Issue 8).
- Raja Gukguk, R. G., & Jaya, N. S. P. (2019). Tindak pidana narkoba sebagai transnasional organized crime. *Jurnal Pembangunan Hukum Indonesia*, 1(3), 337–351
- riani, L. D., & Yuliadi, I. (2015). The effect of macroeconomic variables on non-performance financing of Islamic Banks in Indonesia. *Economic Journal of Emerging Markets*, 7(2), 120–134.
- Sitanggang, B.A. 1999. Pendidikan pencegahan penyalahgunaan narkoba. Jakarta. Karya Utama.
- Sugiyono. 2007. Metode penelitian kuantitatif kualitatif dan R&D. Bandung: Alfabeta
- Telaumbanua, Teoli Bewamati. 2018. Peran badan narkoba nasional dalam upaya pencegahan dan peredaran gelap narkoba di gunungsitoli. *Jurnal Mahupiku*, Vol. 1 No. 2