

OPTIMASI DETEKSI SENYAWA AB FUBINACA DAN 5-FLUORO ADB DALAM SAMPEL GANJA SINTETIK MENGGUNAKAN GAS CHROMATOGRAPHY-MASS SPECTROMETRY (GC-MS)

Dewi Yuliana¹, Ni Made Suaniti^{1,2*}, dan James Sibarani^{1,2}

¹ Program Magister Kimia Terapan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana, Bali-Indonesia

² Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana, Bali, Indonesia
*madesuaniti@unud.ac.id

ABSTRAK: Optimasi deteksi senyawa AB-Fubinaca dan 5-Fluoro ADB telah dilakukan menggunakan instrumen GC-MS. Tujuan dari optimasi ini adalah untuk mendapatkan pelarut yang paling cocok untuk mengekstraksi dan untuk mempersingkat waktu analisis dari kedua senyawa tersebut. Adapun pelarut yang digunakan dalam ekstraksi adalah aseton dan metanol. Sedangkan optimasi waktu analisis dicapai dengan memvariasikan laju alir gas pembawa, suhu injeksi, dan suhu kolom terprogram. Hasil pemilihan pelarut menunjukkan bahwa pelarut yang cocok untuk proses ekstraksi senyawa AB-Fubinaca adalah aseton sedangkan untuk senyawa 5-Fluoro ADB adalah metanol. Efisiensi waktu analisis senyawa AB- Fubinaca dan 5-Fluoro ADB yang diekstrak dengan aseton dan metanol masing-masing adalah 75% dan 63%, dengan kondisi suhu injeksi, laju alir dan suhu kolom terprogram berturut-turut adalah 290⁰C, 1,5 ml/menit, dan suhu kolom terprogram III yang dimulai dengan suhu awal 80⁰C dan peningkatan 30⁰C/menit ke 290⁰C. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan suhu kolom, suhu injeksi dan laju alir berbanding lurus dengan efisiensi waktu analisis dan waktu analisis sampel dapat dipersingkat dari 30 menit menjadi 10 menit.

Kata kunci: AB-Fubinaca, 5-Fluoro ADB, Ganja Sintetik, GC-MS

ABSTRACT: Optimization of compound detection of AB-Fubinaca and 5-Fluoro ADB has been done using GC-MS instrument. The purposes these optimization were to obtain the most suitable solvent for extracting both of the substances and to reduce the analysis time of the two compounds. The solvents used in the extraction were acetone and methanol. The optimization of analysis time was achieved by varying the flow rate of the carrier gas, the injection temperature, and column programmed temperature. The solvent selection results show that the most suitable solvent for the extraction process of AB-Fubinaca is acetone while for the 5-Fluoro ADB is methanol. The time efficiency analyzes of AB-Fubinaca and 5-Fluoro ADB compounds extracted with acetone and methanol respectively were 75% and 63%, which were obtained on injection temperature, flow rate and column programmed temperature of 290⁰C, 1.5 ml/minute and column programmed temperature III which is started with initial temperature of 80⁰C and increased of 30⁰C/minute to 290⁰C. The results of this study show that the increasing of injection temperature was directly proportional to the time efficiency of the analysis. The time for analysing the sampel was shorten from 30 minutes to 10 minutes.

Keywords: AB-Fubinaca, 5-Fluoro ADB, Synthetic Marijuana, GC-MS

1. PENDAHULUAN

Ganja sintetik merupakan narkotika jenis baru. Ganja sintetik merupakan suatu zat kimia yang mengandung senyawa kimia golongan *cannabinoid*. Kandungan zat kimianya hampir sama dengan kandungan tumbuhan ganja alami. Ganja sintetik akhir-akhir ini dibuat dalam bentuk cairan dan bubuk dengan menggunakan bahan aktif yang mengandung senyawa AB-Fubinaca dan 5-Fluoro ADB. Zat ini kemudian dikategorikan narkotika jenis baru. Efek ganja sintetik tidak hanya menyerang jaringan otak, namun dapat menyasar organ tubuh lainnya seperti jantung dan ginjal yang secara perlahan dapat mengakibatkan kematian. Ganja sintetik umumnya digunakan dengan cara dihisap seperti rokok. Hisapannya akan masuk ke paru-paru, ginjal, dan otak [1].

Kecepatan dan ketepatan dalam analisis suatu sampel sangat diperlukan untuk membuktikan apakah suatu bahan (sampel) mengandung senyawa tersebut. Penelitian mengenai ganja sintetik masih perlu dilakukan dengan instrumen GC-MS dengan variasi pelarut untuk mengetahui pelarut mana yang paling tepat untuk mengeskraksi senyawa target AB-Fubinaca dan 5-Fluoro ADB agar identifikasi lebih cepat dan akurat [2]. Jenis pelarut yang digunakan dalam analisis suatu sampel dengan instrumen GC-MS berpengaruh terhadap luas puncak. Semakin luas puncak senyawa target maka semakin bagus suatu pelarut dalam melarutkan senyawa target. Selain pelarut laju alir dan suhu injeksi juga sangat mempengaruhi kecepatan analisis senyawa target dengan menggunakan instrumen GC-MS. Semakin tinggi suhu dan laju alir maka pengukuran akan semakin cepat dilakukan.

Identifikasi suatu senyawa kimia seperti AB-Fubinaca dan 5-Fluoro ADB dapat dilakukan dengan menggunakan instrumen *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS). GC-MS merupakan penggabungan

instrumen GC dengan dilengkapi *Mass Spectrometry*. Dalam penelitian ini, sampel dilarutkan dengan pelarut metanol dan aseton dengan perlakuan massa yang sama. Selain pelarut, laju alir gas pembawa, suhu injeksi dan suhu kolom diatur sedemikian rupa untuk mengetahui berapa laju alir, suhu injeksi dan suhu kolom optimum dalam menghasilkan ketepatan dan akurasi dalam pengukuran. Pemisahan yang terjadi di dalam kolom GC-MS, berdasarkan sifat kepolaran senyawa, senyawa dengan kepolaran yang berbeda dengan kolom akan menyebabkan senyawa tersebut lebih cepat dipisahkan. Informasi yang diperoleh secara kualitatif berupa indeks retensi analit dan secara kuantitatif adalah proporsionalitas antara luas puncak dan jumlah senyawa [2]. Jenis pelarut mampu mengungkapkan hubungan struktur senyawa AB-Fubinaca dan 5-Fluoro ADB dengan kelarutannya dalam pelarut yang digunakan.

2. PERCOBAAN

2.1 Bahan dan Peralatan

Bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah metanol (CH₃OH) 99,9% berderajat pro analisis (p.a), aseton (CH₃OCH₃) berderajat pro analisis (p.a), aquabidest dan gas helium.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari labu erlenmeyer, labu ukur, gelas beaker, tisu, pipet volum, pipet mikro ukuran 100 µL - 1000 µL, tabung mikro Eppendorf/mikrotube, neraca analitik, oven, *stirrer*, *centrifuge electric* merk *Hettich Universal* 320R, *syringe* 10 µL dan seperangkat alat GC-MS (GC *Agilent Technologies* 7890B GC *System-Agilent Technologies* 5977B MSD) dengan kolom HP-5MS dengan panjang 30 m, diameter 0.250

mm dan ketebalan film atau lapisan fase diam di dalam kolom sebesar 0.25 μm .

2.2 Metode

Preparasi Sampel

Sampel yang digunakan yaitu ganja sintetik yang dikeringkan dalam suhu ruangan sampai massanya konstan. Tahap selanjutnya, sampel yang telah kering dihaluskan dengan mortar sehingga didapatkan serbuk halus (simplicia) kemudian ditimbang sebanyak 0,15 g.

Penentuan Pelarut Terbaik dalam Ekstraksi Sampel

Serbuk halus yang telah didapatkan diekstraksi dengan metode ekstraksi pelarut masing-masing menggunakan aseton dan metanol. Serbuk halus dimasukkan ke dalam 2 *microtube* kemudian masing-masing *microtube* ditambahkan pelarut sebanyak 1 ml. Sampel di dalam *microtube* divorteks selama 15 menit, kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 5 menit. Bagian supernatan diambil kemudian diinjeksi sebanyak 1 μL ke instrumen GC-MS dengan kondisi program pada suhu kolom diatur suhu awal 70⁰C ditahan selama 5 menit dinaikkan 10⁰C/menit sampai pada suhu 270⁰C ditahan 5 menit. Hasil kromatogram masing-masing ekstrak dibandingkan kemudian dipilih kromatogram dengan pelarut terbaik.

Optimasi dengan GC-MS

Bagian supernatan diinjeksi sebanyak 1 μL ke instrumen GC-MS yang telah di program. Adapun parameter yang divariasi dalam deteksi senyawa AB-Fubinaca dan 5-Fluoro ADB dalam ganja sintetik menggunakan GC/MS antara lain kecepatan laju alir, suhu injeksi dan suhu kolom terprogram I (suhu kolom diatur suhu awal 70⁰C ditahan selama 5 menit dinaikkan 10⁰C/menit sampai pada suhu 270⁰C ditahan 5

menit), sehingga diperoleh hasil kondisi terbaik antara peningkatan laju alir dan suhu injeksi. Hasil kondisi terbaik tersebut kemudian dilakukan optimasi pada suhu oven Supernatan diinjeksi sebanyak 1 μL pada kondisi suhu kolom terprogram II dilanjutkan pada suhu kolom terprogram III sehingga dihasilkan suhu kolom optimum. Hasil optimasi dihasilkan kromatogram pada kondisi optimum dalam analisis sampel ganja sintetik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Laju Alir Fase Gerak dan Suhu Injeksi Terhadap Waktu Retensi (t_R)

Hasil pengukuran senyawa AB-Fubinaca dan 5-Fluoro ADB yang diekstraksi dengan menggunakan pelarut metanol dan aseton diukur dengan menggunakan program I. Program I dengan pengaturan suhu kolom kenaikan suhu 10⁰C/menit dan variasi laju alir injeksi 1 mL/menit; 1,3 mL/menit; 1,5 mL/menit. Berdasarkan hasil pengukuran senyawa AB-Fubinaca dan 5-Fluoro ADB yang diekstraksi menggunakan metanol dengan program I, luas puncak yang paling tinggi diperoleh pada pengukuran senyawa 5-Fluoro ADB dengan t_R 27,541 menit dan suhu injeksi 270⁰C dengan luas puncak 393.741.953 pada laju alir 1 mL/menit. Luas puncak yang paling rendah terdapat pada pengukuran senyawa AB-Fubinaca dengan t_R 29,680 menit dan suhu injeksi 290⁰C dengan luas puncak 17.268.366 dan laju alir 1 mL/menit. Kelimpahan suatu senyawa dapat ditentukan dengan melihat luas puncaknya pada hasil pengukuran dengan GC-MS [3 dan 4]. Hal ini menjelaskan bahwa pelarut metanol mampu mengekstraksi senyawa 5-Fluoro ADB lebih baik dibanding dengan senyawa AB-Fubinaca yang hanya memiliki luas puncak paling tinggi 42.330.787 pada t_R 28,375 menit. Hasil pengukuran tersebut ditunjukkan pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Waktu Retensi (t_R) dan Luas Puncak Senyawa AB-Fubinaca dan 5-Fluoro ADB yang Diekstraksi dengan Pelarut Metanol

Sampel	Suhu injeksi ($^{\circ}$ C)	Laju Alir (mL/menit)					
		1		1,3		1,5	
		t_R (menit)	Luas puncak	t_R (menit)	Luas puncak	t_R (menit)	Luas puncak
AB-Fubinaca	270	29,682	26.101.561	28,799	21.976.513	28,360	23.761.850
	280	29,681	21.114.047	28,804	29.786.211	28,375	42.330.787
	290	29,680	17.268.366	28,798	17.802.220	28,368	29.660.236
5-Fluoro ADB	270	27,541	393.741.953	26,853	181.960.464	26,557	289.015.173
	280	27,505	183.583.340	26,847	143.137.928	26,530	164.986.151
	290	27,498	150.632.808	26,852	159.134.062	26,540	197.237.862

Tabel 2. Hasil Pengukuran Waktu Retensi (t_R) dan Luas Puncak Senyawa AB-Fubinaca dan 5-Fluoro ADB yang Diekstraksi dengan Pelarut Aseton

Sampel	Suhu injeksi ($^{\circ}$ C)	Laju Alir (mL/menit)					
		1		1,3		1,5	
		t_R (menit)	Luas puncak	t_R (menit)	Luas puncak	t_R (menit)	Luas puncak
AB-Fubinaca	270	29,727	102.006.499	28,834	71.967.260	28,389	64.969.759
	280	29,709	60.563.545	27,005	1.341.935.560	28,381	49.159.558
	290	29,718	68.665.673	28,820	49.277.627	28,818	47.211.369
5-Fluoro ADB	270	27,495	145.790.328	26,845	131.973.006	26,533	162.234.327
	280	27,475	72.565.871	26,859	174.037.018	26,523	123.577.534
	290	27,493	122.341.590	26,838	109.047.074	26,539	179.340.537

Pengaruh Pelarut terhadap Luas Puncak

Perbedaan kelarutan senyawa AB-Fubinaca dan 5-Fluoro ADB bisa ditinjau dari struktur kimia senyawanya. Ditinjau dari struktur kimianya senyawa 5-Fluoro ADB memiliki sifat yang mirip dengan senyawa AB-Fubinaca. Pada kedua senyawa tersebut masing-masing terdapat dua buah gugus karbonil (C=O), dan senyawa aromatik. Senyawa AB-Fubinaca mengandung dua buah

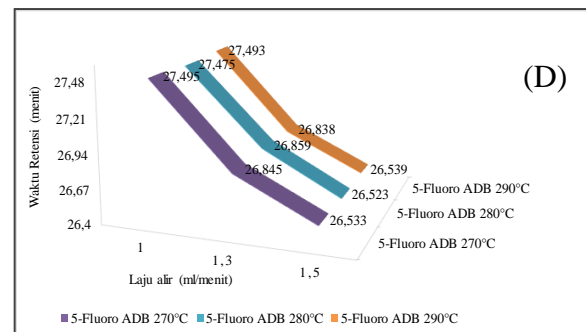
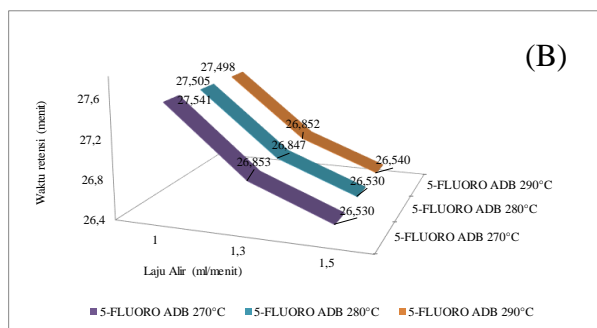
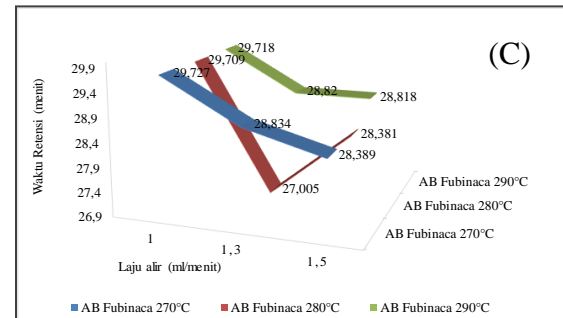
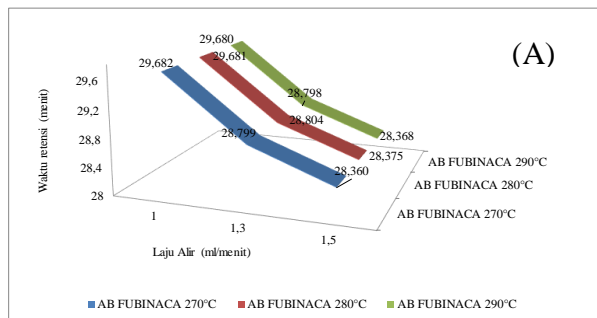
gugus metil yang diduga gugus ini mengakibatkan penurunan kepolaran dari senyawa. Senyawa 5-Fluoro ADB mengandung satu buah rantai alifatik, hal ini dapat menurunkan kepolaran senyawa tersebut. Sementara itu senyawa AB-Fubinaca sedikit lebih non polar dibandingkan senyawa 5-Fluoro ADB sehingga lebih mudah larut dalam pelarut aseton.

Pelarut aseton lebih nonpolar dibandingkan metanol, pelarut aseton memiliki dua buah gugus metil sedangkan metanol hanya memiliki satu buah gugus metil. Hal ini sesuai dengan teori *like dissolve like* yang mengakibatkan kedua senyawa tersebut lebih larut dengan pelarut yang memiliki persamaan sifat kelarutan [5].

Pengaturan laju alir pada GC-MS berpengaruh pada kecepatan munculnya puncak kromatogram sampel (analit). Hal ini ditunjukkan pada Gambar 1. Berdasarkan Gambar 1. (A) terlihat bahwa peningkatan laju alir dari 1 mL/menit menjadi 1,3 mL/menit akan mempercepat munculnya analit dengan puncak kromatogram dari t_R 29,680 menjadi 28,798 menit untuk senyawa AB-Fubinaca, kemudian dengan naiknya laju alir menjadi

1,5 mL/menit mempercepat munculnya puncak kromatogram dari t_R 28,798 menjadi 28,368 menit. Dari hasil grafik kromatogram dengan menaikkan laju alir sebesar 0,3 menit mempercepat t_R sebesar 0,882 menit dan dengan menaikkan laju alir sebesar 0,5 menit mempercepat t_R sebesar 1.302 menit.

Untuk senyawa 5-Fluoro ADB dapat dilihat bahwa dengan menaikkan laju alir dari 1 mL/menit menjadi 1,3 mL/menit akan mempercepat munculnya analit dengan puncak kromatogram dari t_R 27,498 menjadi 26,852 menit, kemudian dengan menaikkan laju alir menjadi 1,5 mL/menit akan mempercepat munculnya puncak kromatogram dari t_R 26,852 menjadi 26,540 menit Gambar 1 (B).



Gambar 1. Pengaruh laju alir gas pembawa dan suhu kolom terhadap waktu retensi senyawa AB-Fubinaca dan 5-Fluoro ADB yang diekstrak dengan pelarut metanol (A dan B) dan dengan pelarut aseton (C dan D).

Berdasarkan hasil grafik kromatogram dengan menaikkan laju alir sebesar 0,3 menit mempercepat t_R sebesar 0,646 menit dan dengan menaikkan laju alir sebesar 0,5 menit mempercepat t_R sebesar 0,958 menit.

Gambar 1. (C) memperlihatkan bahwa peningkatan laju alir dari 1 mL/menit menjadi 1,3 mL/menit akan mempercepat munculnya analit dengan puncak kromatogram dari t_R 29,680 menjadi 28,798 menit untuk senyawa AB-Fubinaca, kemudian dengan naiknya laju alir menjadi 1,5 mL/menit mempercepat munculnya puncak kromatogram dari t_R 28,798 menjadi 28,368 menit. Dari hasil grafik kromatogram dengan menaikkan laju alir sebesar 0,3 menit mempercepat t_R sebesar 0,882 menit dan dengan menaikkan laju alir sebesar 0,5 menit mempercepat t_R sebesar 1,302 menit.

Gambar 1. (D) menunjukkan bahwa untuk senyawa 5-Fluoro ADB dengan naiknya laju alir dari 1 mL/menit menjadi 1,3 mL/menit mempercepat munculnya analit dengan puncak kromatogram dari t_R 27,498 menjadi 26,852 menit, kemudian dengan naiknya laju alir menjadi 1,5 mL/menit mempercepat munculnya puncak kromatogram dari t_R 26,852 menjadi 26,540 menit. Berdasarkan hasil grafik kromatogram dengan menaikkan laju alir sebesar 0,3 menit mempercepat t_R sebesar 0,646 menit dan dengan menaikkan laju alir sebesar 0,5 menit mempercepat t_R sebesar 0,958 menit.

Pengaruh Suhu Kolom terhadap Waktu Retensi (t_R)

Selanjutnya dilakukan pengukuran dengan menggunakan program II dan III dengan laju alir 1,5 mL/menit. Hasil pengukuran senyawa AB-Fubinaca diperoleh luas puncak yang

paling tinggi pada t_R 28,368 menit dengan tinggi 29.660.236. Selanjutnya pada senyawa 5-Fluoro ADB diperoleh luas puncak yang paling tinggi pada t_R 26,540 menit dan tinggi 197.237.862. Pengaruh laju alir gas pembawa terhadap t_R kromatogram sampel analit ditunjukkan pada grafik pengukuran waktu retensi senyawa AB-Fubinaca dan 5-Fluoro ADB dengan pelarut metanol pada laju alir 1,5 ml/menit. Hasil pengukuran tersebut ditunjukkan pada Tabel 3.

Naiknya laju alir dari 1 mL/menit menjadi 1,3 mL/menit mempercepat munculnya analit untuk senyawa AB-Fubinaca dengan puncak kromatogram dari t_R 29,718 menjadi 28,82 menit sebesar 0,898 menit, dengan naiknya laju alir menjadi 1,5 mL/menit mempercepat munculnya puncak kromatogram dari t_R 28,82 menjadi 26,539 menit. Dari hasil grafik kromatogram dengan menaikkan laju alir sebesar 0,5 menit mempercepat t_R sebesar 0,002 menit dan didapatkan efisiensi waktu sebesar 75%. Pada senyawa 5-Fluoro ADB naiknya laju alir dari 1 mL/menit menjadi 1,3 mL/menit mempercepat munculnya analit dengan puncak kromatogram dari t_R 27,493 menjadi 26,838 menit sebesar 0,655 menit. Naiknya laju alir menjadi 1,5 mL/menit mempercepat munculnya puncak kromatogram dari t_R 26,838 menjadi 26,539 menit. Dari hasil grafik kromatogram dengan menaikkan laju alir sebesar 0,5 menit mempercepat t_R sebesar 0,954 menit. Dengan menaikkan laju alir ini akan didapatkan efisiensi waktu sebesar 63%. Selanjutnya dilakukan pengukuran menggunakan program II dan III dengan laju alir 1,5 menit.

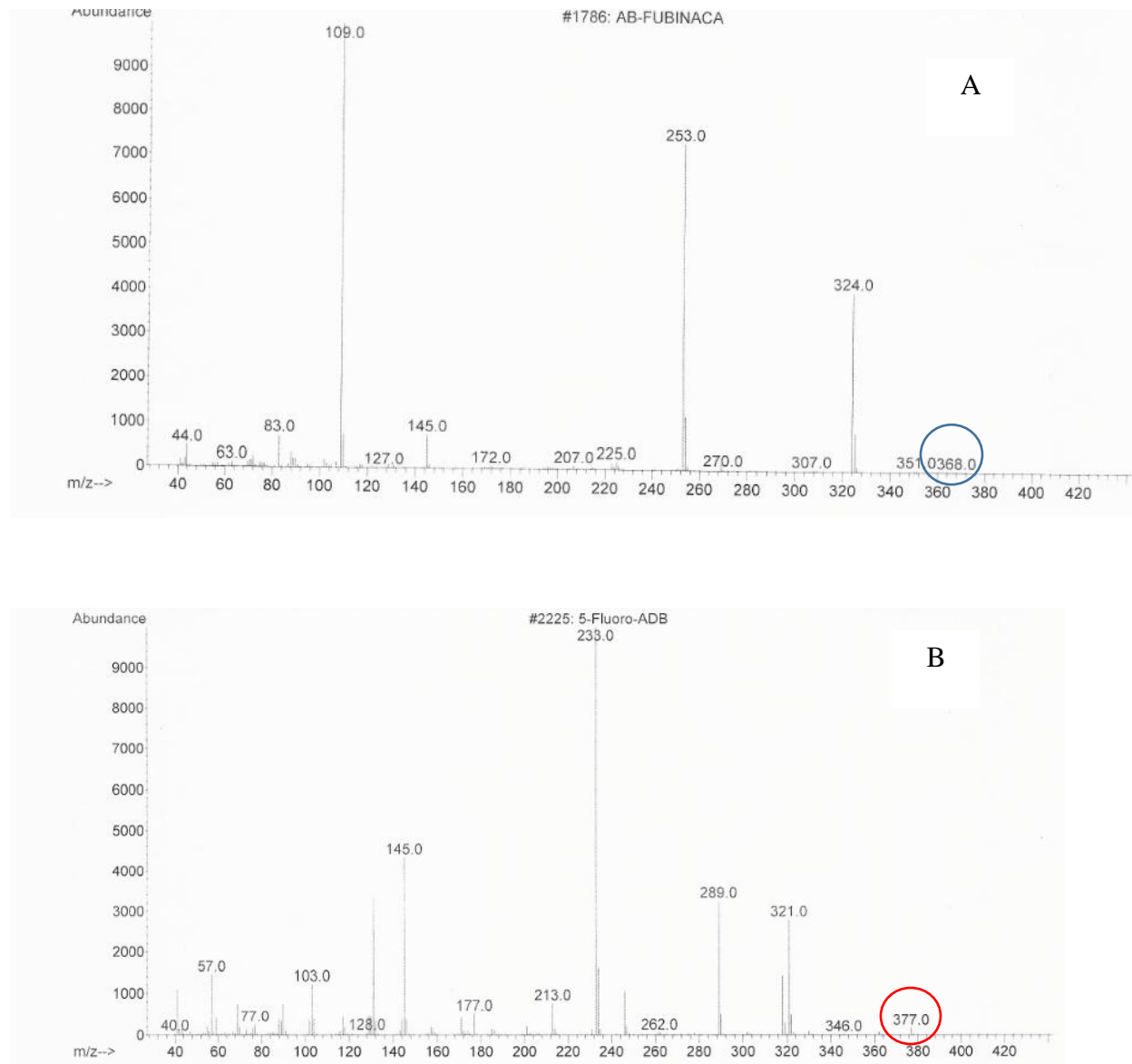
Suhu optimum yang diperoleh pada pengukuran senyawa 5-Fluoro ADB dalam metanol adalah 290°C dengan laju alir 1,5 mL/menit dan waktu retensi 9,703 menit. Suhu optimum untuk senyawa 5-Fluoro ADB dalam aseton juga 290°C dengan laju alir 1,5.

Hasil pengukuran spektroskopi massa (m/z) dilakukan untuk mengkonfirmasi keberadaan senyawa AB-Fubinaca dan 5-Fluoro ADB pada sampel. Senyawa AB-Fubinaca memiliki massa molekul relative sebesar 368 dan pada pengukuran senyawa AB-Fubinaca muncul fragmen 368 ditunjukkan pada Gambar 2. Hasil fragmentasi dari massa molekul 368 ke 324 menunjukkan lepasnya gugus NH_2 , CH , dan O (m/z 44) dengan nilai m/z menjadi 324. Fragmentasi dari m/z 324 menjadi m/z 253 menunjukkan kehilangan massa molekul sebesar 71 yang terdiri dari $(\text{CH}_3)_2$, CH , CH_2 ,

dan NH . Hal ini sesuai dengan pengukuran yang dilakukan terhadap sampel baik yang dilarutkan dengan pelarut metanol maupun yang dilarutkan dengan pelarut aseton. Senyawa 5-fluoro ADB memiliki massa molekul relative sebesar 377,46 (Gambar 2. B) dan pada hasil pengukuran MS senyawa 5-Fluoro ADB muncul fragmen 377. Hasil fragmentasi dari massa molekul 377.3 ke 289 menunjukkan lepasnya gugus flor (F) dan (CH_2) sebanyak 4 buah. Unsur flor memiliki nilai elektronegativitas yang tinggi dan merupakan gugus pergi yang baik.

Tabel 3. Hasil Analisis Senyawa AB-Fubinaca dan 5-Fluoro ADB yang Diekstraksi Menggunakan Pelarut Metanol dan Aseton

Sampel	Proses Ekstraksi Menggunakan Pelarut Metanol			Proses Ekstraksi Menggunakan Pelarut Aseton	
	Suhu kolom terprogram	Waktu retensi (menit)	Luas puncak	Waktu retensi (menit)	Luas puncak
AB-Fubinaca	I (270 ⁰ C)	28,368	29.660.236	28,818	47.211.369
	II (280 ⁰ C)	18,181	19.094.254	18,200	51.928.836
	III (290 ⁰ C)	7,277	7.176.738	7,289	54.317.209
5-Fluoro ADB	I (270 ⁰ C)	26,540	197.237.862	26,539	179.340.537
	II (280 ⁰ C)	16,943	184.755.249	16,947	195.613.448
	III (290 ⁰ C)	9,703	95.679.870	9,732	309.017.375



Gambar 2. Spektra MS senyawa AB-Fubinaca (A) dan 5-Fluoro ADB (B)

4. KESIMPULAN

Pelarut yang paling cocok atau sesuai untuk mengekstraksi senyawa AB-Fubinaca adalah aseton sedangkan untuk senyawa 5-Fluoro ADB adalah metanol. Senyawa AB-Fubinaca dan 5-Fluoro ADB yang diekstrak dengan pelarut metanol dan aseton memiliki efisiensi waktu berturut-turut 75% dan 63%, dan kondisi optimum metode GC-MS pada suhu

injeksi, laju alir, dan suhu terprogram berturut-turut adalah 290⁰ C, 1,5 mL/menit, dan suhu terprogram III (290⁰ C). Waktu analisis senyawa AB-Fubinaca dan 5-Fluoro ADB dapat dipersingkat dari 30 menit menjadi 10 menit.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Laboratorium Forensik Polri Cabang

Denpasar dan staff yang membantu dalam memfasilitasi pelaksanaan penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mulyani, Endang., Siti Nurlela Marliani., Dwi Sulistyorini., Sri Lestari., Erma Antasari., Barinda Merizky Aditya Firdaus., Quazar Noor Azhim., *Survei Prevalensi Penyalahgunaan Narkoba pada Kelompok Rumah Tangga di 20 Provinsi Tahun 2015*, Jakarta : Pusat Penelitian Data dan Informasi Badan Narkotika Nasional Republik Indonesia.
- [2] Montalbani, S. *Pyrolysis Gas Chromatography/MS Spectrofotometer and Chemometric Analysis for the Characterization of Complex Matrices*. 2012, Universitas of Bologna.
- [3] Darmapatni, K.A.G., Basori, A., dan Suaniti, N.M. 2006. Pengembangan metode GCMS untuk Penetapan kadar Acetminophen pada Specimen Rambut manusia. *Jurnal Biosains Pascasarjana*. 18 (2): 34-39.
- [4] Tamboesai, E.M. 2014. Kajian Geokimia Molekular : Studi Kasus Kematangan Minyak Bumi Duri Riau, Cekungan Sumatera Tengah. *Jurnal Kimia Valensi*. 4 (2): 121-127.
- [5] Harborne, J.B. 2006. *Photochemical method: A guide to modern techniques of Plant Analysis*. Chapman & Hall, London.
- [6] Kataev, S.S., and Dvorskaya, O.N. 2013. Identification of AB Fubinaca maker in Urine by GCMS mrthod. *Biochemical Research*. DOI. 13-36-12-27. Clement R.E., Taguchi V.Y. *Teqniques For The Gas Chromatography –Mass spectrometry Identification of Organic compounds in Efluentes*. Laboratory Services Branch. 1991, ISBN 0-7729-59834.
- [7] Chen M.H., Dip A., Ahmed M., Tan M.L., Jeffrey P., Sun H., Teng B.B., Mozayani, A. Detection and Characterization of the effect of AB-Fubinaca and its Metabolites in a Rat Models. *Journal of Cellular Biochemistry*. 2016, 117: 1033-1043.