

MEKANISME REAKSI FRAGMENTASI SENYAWA KIMIA DALAM KULIT BUAH ALPUKAT (*Persea americana* Mill.)

Irma Antasionasti^{1*)}, Sri Sudewi¹⁾, Imam Jayanto¹⁾, Jainer Pasca Siampa¹⁾

¹⁾ Program Studi Farmasi, FMIPA UNSRAT, Manado 95115

Korespondensi : irmaantasionasti07@unsrat.ac.id

ABSTRACT

Investigation of the fragment structure of ions and fragmentation reaction is crucial and needs to be done to reconstruct the chemical structure of the examined sample. Therefore, it is necessary to study the fragmentation mechanisms of chemical compound that identified from avocado peel to study the rules of the fragmentation reaction that occurs. Sample analysis was examined using Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) with ionization Electron Impact (EI). Two compounds found in avocado peel are 1,2,4-trihidroksiheptadek-12,16-diyne and 1,2,4-trihidroksiheptadek-16-yne-18-ene following the principle of even electron positive (EE⁺) which tends to always form even electron positive (EE⁺) and even electron neutral (EE⁰). The fragmentation mechanisms in both compounds are σ bond dissociation reaction and α cleavage which forms even electron positive (EE⁺) and even electron neutral (EE⁰). The fragmentation mechanism of the compounds in avocado peel can be estimated through interpretation of GC-MS mass spectra with base peak m/z 87.

Keywords : *Persea americana* Mill.; GC-MS; fragmentation; 1,2,4-trihidroksiheptadek-12,16-diyne; 1,2,4-trihidroksiheptadek-16-yne-18-ene

ABSTRAK

Penyidikan struktur ion-ion fragment serta reaksi fragmentasinya sangat penting dan perlu dilakukan untuk dapat merekonstruksi kembali struktur kimia sampel yang diperiksa. Oleh karena itu, perlu diketahui mekanisme fragmentasi senyawa kimia yang diidentifikasi dari sampel kulit buah alpukat untuk mengetahui kaidah reaksi fragmentasi yang terjadi. Analisis sampel dilakukan menggunakan *Gas-Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS) dengan cara ionisasi Electron Impact (EI). Dua senyawa yang terkandung dalam kulit buah alpukat yaitu senyawa 1,2,4-trihidroksiheptadek-12,16-diena dan senyawa 1,2,4-trihidroksiheptadek-16-ena-18-una mengikuti kaidah fragmentasi ion elektron genap positif (EE⁺) cenderung untuk selalu membentuk ion elektron genap positif (EE⁺) dan molekul elektron genap netral (EE⁰). Mekanisme fragmentasi pada kedua senyawa tersebut terjadi melalui reaksi disosiasi ikatan σ dan reaksi pemutusan induktif membentuk ion elektron genap positif (EE⁺) dan molekul elektron genap netral (EE⁰). Mekanisme fragmentasi senyawa dalam kulit buah alpukat dapat diperkirakan melalui interpretasi spektrum massa GC-MS dengan base peak m/z 87.

Kata kunci: *Persea americana* Mill.; GC-MS; fragmentasi; 1,2,4-trihidroksiheptadek-12,16-diena; 1,2,4-trihidroksiheptadek-16-ena-18-una

PENDAHULUAN

Kulit buah alpukat merupakan salah satu bagian tanaman yang terbuang tetapi kulit buah alpukat dari buah yang belum masak dapat dimanfaatkan sebagai antifungi (Adikaram dkk., 1992), mengobati penyakit cacing (Orwa dkk., 2009), hepatoprotektif (Hendra dkk., 2016), antiinflamasi (Yuan, 2017 dan Pradita, 2017), analgesik (Jerry, 2017), dan menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* (Jayustin dan Ade, 2019). Selain itu, ekstrak kulit buah alpukat memiliki aktivitas antioksidan tertinggi dibandingkan dengan biji dan daging buahnya dengan menggunakan metode 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH), 2,2-azino-bis-3-etilbenzthiazoline -6-asam sulfonat (ABTS), daya mereduksi besi (III) menjadi besi (II) (Hirasawa dkk., 2008; Lee dkk. (2008); Rodriguez-Carpena dkk. (2011); Kosińska dkk., 2012). Hal ini dapat dipengaruhi oleh senyawa metabolit sekunder yaitu flavonoid, tanin, triterpenoid, saponin, kumarin, dan kuinon (Satsuma dkk., 2005 dan Marlinda dkk., 2012).

Menurut Adikaram dkk. (1992), kulit buah alpukat memiliki tiga senyawa aktif yang diuji dengan spektroskopi ¹H-NMR. Senyawa 1 dan 2 tersusun atas rantai panjang alifatik yang mengandung gugus metoksi primer dan sekunder dengan -CHOHCH₂CHOHCH₂OH. Perbedaan struktur dari senyawa 1 dan 2 adalah hadirnya gugus vinil terminal (CH₂=CH-) di ujung rantai dan gugus akinil (CH=C-). Senyawa 3 merupakan senyawa monoasetat dari senyawa 1. Strukturnya dikonfirmasi menggunakan spektra korelasi H-H, spektra ¹³C dan spektra DEPT. Senyawa 1 dikonfirmasi sebagai 1,2,4-trihidroksiheptadek-16-ena, 2 adalah 1,2,4-trihidroksiheptadek-16-una dan 3 adalah 1-asetoksi-2,4-dihidroksiheptadek-16-una. Rodriguez-Sanchez dkk., (2013) mengemukakan

bahwa biji buah alpukat memiliki senyawa alifatik dengan 2 ikatan rangkap yang berada pada posisi C16 dan C18.

Antasionasti dkk (2017) menyatakan bahwa kulit buah alpukat mengandung campuran senyawa diantaranya 1,2,4-trihidroksiheptadek-12,16-diena dan 1,2,4-trihidroksiheptadek -16-ena-18- una berdasarkan data spektrum FTIR dan spektrum GC-MS. Namun, mekanisme reaksi fragmentasi senyawa tersebut dari spektrum GC-MS belum diketahui. Data lengkap kandungan senyawa metabolit sekunder dan aktivitas biologi tanaman secara imiah, struktur molekul senyawa kimia bahan alam memegang peranan penting untuk pengembangannya menjadi bahan baku senyawa obat baru dan makanan fungsional (Lisdawati dkk., 2007). Oleh karena itu, untuk melengkapi informasi tentang kandungan senyawa kulit buah alpukat yang diisolasi dari isolat aktif antioksidan, maka perlu diketahui pola fragmentasinya untuk mengetahui kaidah reaksi fragmentasi yang terjadi.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat Penelitian

Isolat 1 dan isolat 2 kulit buah alpukat merupakan koleksi pribadi, metanol (p.a) dan etil asetat (p.a) diperoleh dari E. Merck dan GC-MS-QP2010S SHIMADZU.

Ekstraksi, Fraksinasi, dan Isolasi

4,8 kg serbuk kulit buah alpukat diekstraksi bertingkat menggunakan pelarut petroleum eter, etil asetat dan metanol. masing-masing ekstrak diuapkan menggunakan rotary evaporator sehingga diperoleh ekstrak kental. Ekstrak metanol memiliki aktivitas antioksidan paling kuat sehingga diisolasi menggunakan kromatografi kolom vakum dengan teknik elusi gradien berdasarkan Tabel 1.

Isolasi juga dilakukan pada ekstrak etil asetat yang memiliki aktivitas antioksidan cukup kuat (Antasionasti dkk., 2017).

Identifikasi Senyawa Kimia Isolat 1 dan Isolat 2 Kulit Buah Alpukat dengan Gas-Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) dengan kondisi operasi GC-MS saat analisis sampel adalah jenis pengionan: EI (Electron Impact) 70 EV; jenis kolom : AGILENTJ%W HP-5; panjang kolom : 30 m; suhu kolom: 120°C; gas pembawa : Helium; suhu detektor: 250°C; suhu injektor: 310°C dan tekanan: 12 kPa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perkiraan Mekanisme Reaksi Fragmentasi pada Isolat 1

Analisis menggunakan Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) dengan cara ionisasi Electron Impact (EI) dimaksudkan untuk mendapatkan spektrum massa dari isolat 1. Kromatogram GC-MS pada Gambar 1 menunjukkan bahwa isolat 1 belum murni karena masih muncul beberapa puncak yang mana puncak dominan pada waktu retensi 26,650 menit. Spektrum GC-MS pada waktu retensi 26,650 menit (Gambar 2) memiliki pola fragmentasi yang hampir sama dengan hasil penelitian Adikaram dkk., (1992) teridentifikasi adanya ion molekul M⁺ pada m/z 285 dengan pola fragmentasi 237 [M-CH₂OH-H₂O]⁺ (2), 209 [M-CH₂CHOHCH₂OH]⁺ (4), 193 (4), 149 (4), 135 (7), 123 (3), 109 (15), 87 (100), 81 (38), 69 (38), 67, 55 (59), 41 (38). Hal ini dapat dimaknai bahwa isolat 1 memiliki berat molekul 284 yang menunjukkan senyawa 1,2,4-trihidroksiheptadek-12,16-diena dengan base peak pada m/z 87 (Antasionasti dkk., 2017) dengan perkiraan mekanisme fragmentasi yang muncul disusun seperti Gambar 3.

Perkiraan mekanisme frag-mentasi pada senyawa 1,2,4-trihidroksiheptadek-12,16-diena menunjukkan bahwa ion molekul (M⁺) tidak bisa terlihat atau tidak terbentuk karena secara cepat ion molekul mengalami fragmentasi akibat energi bombardir elektron yang tinggi (70 ev) menjadi daughter ions yang banyak atau kelimpahannya sangat-sangat kecil (McLafferty, 1980 dan Hoffman dkk., 1996). Hal ini dapat dilihat pada Gambar 3, mekanisme reaksi fragmentasi dimulai dengan ion bermuatan positif (EE⁺) (m/z 285) yang mempunyai jumlah elektron genap. Ion EE⁺ (m/z 285) terdiri atas 59 pasang elektron (118 elektron).

Selanjutnya ion EE⁺ (m/z 285) terfragmentasi mengikuti kaidah Karni-Mandelbaum yang menyatakan bahwa fragmentasi ion EE⁺ cenderung untuk selalu membentuk ion EE⁺ dan molekul netral EE⁰ (Hoffman dkk., 1996). Mekanisme reaksi fragmentasi yang terjadi adalah reaksi disosiasi ikatan sigma (σ) pada atom C3 dan C4 membentuk fragmen ion EE⁺ (m/z 209) yang terdiri atas 43 pasang elektron (86 elektron) dan molekul netral EE⁰ (CH₃CHOHCH₂OH).

Reaksi fragmentasi berlanjut pada fragmen ion EE⁺ (m/z 209) bukan molekul netral EE⁰ (CH₃CHOHCH₂OH). Hal ini dapat terjadi karena molekul netral EE⁰ (CH₃CHOHCH₂OH) terserap oleh dinding tabung silinder vakum melengkung sedangkan ion EE⁺ (m/z 209) akan tetap melayang dalam tabung menuju detektor. Peristiwa yang sama akan terus terjadi karena ion-ion bermuatan negatif dan radikal-negatif serta fragment radikal netral dan fragmen molekul netral akan diserap oleh dinding tabung itu. Hal berbeda terjadi pada ion-ion yang bermuatan positif dan radikal positif (tetap melayang). Kemudian oleh pengaruh medan magnet ion-ion tersebut

didefleksikan (dibelokkan) secara berurutan menuju kolektor ion. Ion-ion yang mempunyai massa besar akan masuk lebih dahulu, dan menyentuh (imping) detektor dalam kolektor ion itu, disusul secara berurutan dengan ion-ion dengan massa lebih kecil (Hoffman dkk., 1996). Peristiwa ini dapat dilihat berdasarkan hasil spektrum massa senyawa 1,2,4-trihidroksiheptadek-12,16-diena (Gambar 2) dan senyawa 1,2,4-trihidroksiheptadek-16-ena-18-una (Gambar 5).

Ion EE^+ (m/z 209) terfragmentasi membentuk molekul netral EE^0 ($CH_2=CHCH_2CH_2CH=CHCH_2CH=CH_2$) dan ion EE^+ (m/z 87) yang terdiri atas 18 pasang elektron (36 elektron). Terjadi 2 mekanisme reaksi fragmentasi yaitu reaksi disosiasi ikatan σ pada atom C5 dan C6 serta reaksi pemutusan induktif pada atom C7 dan atom H dipengaruhi oleh atom $C1^+$. Berdasarkan Gambar 2, ion EE^+ (m/z 87) merupakan base peak yang memiliki kelimpahan 100%. Hal ini menunjukkan bahwa ion EE^+ (m/z 87) mempunyai stabilitas struktur kimia ion yang kuat.

Selanjutnya, ion EE^+ (m/z 87) terfragmentasi membentuk molekul netral EE^0 (H_2O) dan ion EE^+ (m/z 69) yang terdiri atas 14 pasang elektron (28 elektron). Terjadi 2 mekanisme reaksi fragmentasi yaitu reaksi disosiasi ikatan σ antara atom C1 dengan atom H dan atom C1 dengan $-OH$ serta reaksi pemutusan induktif antara atom C2 dan atom H dipengaruhi oleh atom $C5^+$. Ion EE^+ (m/z 69) mengalami fragmentasi membentuk daughter ion terkecil berupa ion EE^+ (m/z 41) yang terdiri atas 8 pasang elektron (16 elektron) dan molekul netral EE^0 (C_2H_4). Ion EE^+ (m/z 41) terbentuk melalui mekanisme reaksi disosiasi ikatan σ antara atom C3 dengan C4 serta reaksi pemutusan induktif antara atom C5 dan atom H dipengaruhi oleh atom $C1^+$.

Perkiraan Mekanisme Reaksi Fragmentasi Isolat 2

Analisis menggunakan Gas-Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) dengan cara ionisasi Electron Impact (EI) dimaksudkan untuk mendapatkan spektrum massa dari isolat 2. Kromatogram GC-MS pada Gambar 4 menunjukkan bahwa isolat belum murni karena masih muncul beberapa puncak yang mana puncak dominan pada waktu retensi 25,925 menit. Spektrum GC-MS pada waktu retensi 25,925 menit (Gambar 5) memiliki pola fragmentasi yang hampir sama dengan hasil penelitian Adikaram dkk., (1992) teridentifikasi adanya ion molekul M^+ pada m/z 311 dengan pola fragmentasi 285 (1), 255 [$M-CH_2OH$] $^+$ (2), 237 [$M-CH_2OH-H_2O$] $^+$ (3), 211 [$M-CH_2CH(OH)CH_2OH$] $^+$ (5), 193 (3), 149 (2), 123 (5), 109 (16), 87 (100), 69 (52), 41 (38). Hal ini dapat dimaknai bahwa isolat 2 memiliki berat molekul 310 yang menunjukkan senyawa 1,2,4-trihidroksiheptadek-16-ena-18-una dengan base peak pada m/z 87 (Antasionasti dkk., 2017) dengan perkiraan mekanisme fragmentasi yang muncul disusun seperti Gambar 6.

Perkiraan mekanisme fragmentasi pada senyawa 1,2,4-trihidroksiheptadek-16-ena-18-una menunjukkan bahwa ion molekul (M^+) tidak bisa terlihat atau tidak terbentuk karena secara cepat ion molekul mengalami fragmentasi akibat energi bombardir elektron yang tinggi (70 eV) menjadi daughter ions yang banyak atau kelimpahannya sangat-sangat kecil (McLafferty, 1980 dan Hoffman dkk., 1996). Hal ini dapat dilihat pada Gambar 6, mekanisme reaksi fragmentasi dimulai dengan ion bermuatan positif (EE^+) (m/z 311) yang mempunyai jumlah elektron genap. Ion EE^+ (m/z 311) terdiri atas 64 pasang elektron (128 elektron). Selanjutnya ion EE^+ (m/z 311)

terfragmentasi mengikuti kaidah Karni-Mandelbaum yang menyatakan bahwa fragmentasi ion EE^+ cenderung untuk selalu membentuk ion EE^+ dan molekul netral $EE0$ (Hoffman dkk., 1996). Hal ini sama dengan yang terjadi pada perkiraan mekanisme fragmentasi senyawa 1,2,4-trihidroksiheptadek-12,16-diena.

Mekanisme reaksi fragmentasi yang terjadi adalah reaksi disosiasi ikatan sigma (σ) pada atom C3 dan C4 membentuk fragmen ion EE^+ (m/z 235) yang terdiri atas 48 pasang elektron (96 elektron) dan molekul netral $EE0$ ($CH_3CHOHCH_2OH$).

Reaksi fragmentasi berlanjut pada fragmen ion EE^+ (m/z 235) bukan molekul netral $EE0$ ($CH_3CHOHC_2H_2OH$). Hal ini dapat terjadi karena molekul netral $EE0$ ($CH_3CHOHC_2H_2OH$) terserap oleh dinding tabung silinder vakum melengkung sedangkan ion EE^+ (m/z 235) akan tetap melayang dalam tabung menuju detektor. Ion EE^+ (m/z 235) terfragmentasi membentuk molekul netral $EE0$ ($CH=CCH=CH_2CH_2CH_2CH_2CH=CH_2$) dan ion EE^+ (m/z 87) yang terdiri atas 18 pasang elektron (36 elektron). Terjadi 2 mekanisme reaksi fragmentasi yaitu reaksi disosiasi ikatan σ pada atom C5 dan C6 serta reaksi pemutusan induktif pada atom C7 dan atom H dipengaruhi oleh atom $C1^+$. Berdasarkan Gambar 5, ion EE^+ (m/z 87) merupakan base peak yang memiliki kelimpahan 100%. Hal ini menunjukkan bahwa ion EE^+ (m/z 87) mempunyai stabilitas struktur kimia ion yang kuat.

Selanjutnya, ion EE^+ (m/z 87) terfragmentasi membentuk molekul netral $EE0$ (H_2O) dan ion EE^+ (m/z 69) yang terdiri atas 14 pasang elektron (28 elektron). Terjadi 2 mekanisme reaksi fragmentasi yaitu reaksi disosiasi ikatan σ antara atom C1 dengan atom H dan atom C1 dengan $-OH$ serta reaksi pemutusan induktif antara atom C2 dan

atom H dipengaruhi oleh atom $C5^+$. Ion EE^+ (m/z 69) mengalami fragmentasi membentuk daughter ion terkecil berupa ion EE^+ (m/z 41) yang terdiri atas 8 pasang elektron (16 elektron) dan molekul netral $EE0$ (C_2H_4). Ion EE^+ (m/z 41) terbentuk melalui mekanisme reaksi disosiasi ikatan σ antara atom C3 dengan C4 serta reaksi pemutusan induktif antara atom C5 dan atom H dipengaruhi oleh atom $C1^+$.

KESIMPULAN

Dua senyawa yang terkandung dalam isolat 1 kulit buah alpukat yaitu senyawa 1,2,4-trihidroksiheptadek-12,16-diena dan isolat 2 yaitu senyawa 1,2,4-trihidroksiheptadek-16-ena-18una sesuai dengan kaidah fragmentasi ion elektron genap positif (EE^+) yang cenderung selalu membentuk ion elektron genap positif (EE^+) dan molekul elektron genap netral ($EE0$). Mekanisme fragmentasi pada kedua senyawa tersebut terjadi melalui reaksi disosiasi ikatan σ dan reaksi pemutusan induktif membentuk ion elektron genap positif (EE^+) dan molekul elektron genap netral ($EE0$).

DAFTAR PUSTAKA

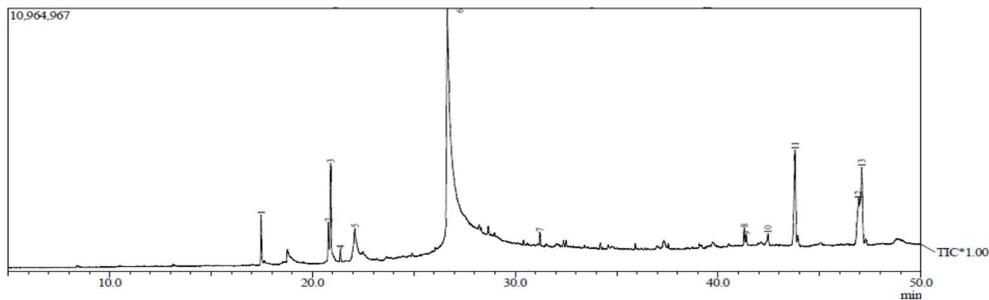
- Adikaram, N. K. B., D. F. Ewing, A. M. Karunaratne & E. M. K. Wijeratnes, 1992, Antifungal Compounds From Immature Avocado Fruit Peel, *Phytochemistry*. 31, 93-96.
- Antasionasti, I., Sugeng R., & Abdul R., 2017, Antioxidant activities and phenolics contents of avocado (*Persea americana* Mill.) peel in vitro, *Research Journal Medicinal Plants*. 11(2), 55-61.
- Hendra, P., Paramita L., Brigita W. R. P., Angeline S. F., Fransisca A., Asih P., & Theresia E., 2016. Efek Proteksi Dekokta Kulit Alpukat pada Hepar Tikus Terinduksi Karbon

- Tetraklorida, *Jurnal Farmasi Sains dan Komunitas*. 13(2), 61-66.
- Hirasawa, M., Shimura, K., Shimizu, A., Mura, K., Tokue, C., & Arai, S., 2008, Quantification and functional analysis of dietary fiber and polyphenols in avocado, *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi*. 55, 95–101.
- Hoffman, E. D., Charette, J., & Stroobant, V., 1996. *Mass Spectrometry*, John Wiley & Sons, USA.
- Jayustin, M., & Ade P. F., 2019. Uji Efektivitas Antibakteri dengan Kulit Buah Alpukat (*Persea americana*) sebagai Objek untuk Diambil Ekstraknya dengan Bioindikator Bakteri *S. aureus*, *Biosains*. 5(2), 71-75.
- Jerry, 2017. Efek Analgesik dari Dekokta Kulit Buah *Persea americana* Mill. dengan Metode Rangsang kimia pada Mencit Betina Galur Swiss, Skripsi, USD Yogyakarta.
- Kosińska, A., Karamać, M., Estrella, I., Hernández, T., Bartolomé, B., & Dykes, G.A., 2012, Phenolic compound profiles and antioxidant capacity of *Persea americana* mill. peels and seeds of two varieties, *Agricultural and Food Chemistry*. 60, 4613–4619.
- Lee, S.G., Yu, M.H., Lee, S.P., & Lee, I-S., 2008, Antioxidant activities and induction of apoptosis by methanol extracts from avocado, *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*. 37, 269–275.
- Lisdawati, V., Wiryowidagdo, S., & Kardono, L. B. S, 2007, Isolasi dan Elusidasi Struktur Senyawa Lignan dan Asam Lemak dari Ekstrak Daging Buah *Phaleria macrocarpa*, *Bul. Penel. Kesehatan*. 35, 115–124.
- Marlinda, M, Sangia, M. S., & Wuntua, A. D., 2012, Analisis Senyawa Metabolit Sekunder dan Uji Toksisitas Ekstrak Etanol Biji Buah Alpukat (*Persea americana* Mill.), *Jurnal MIPA UNSRAT Online*. 1, 24–28.
- McLafferty, F. W., 1980. *Interpretation of Mass Spectra* (3rd Ed), University Science Books.
- Orwa, C., Mutua, A., Kindt R., Jamnadass R., & Simons A., 2009, *Agroforestry Database: A Tree Reference and selection Guide Version 4.0*.
- Pradita, C. D., 2017, Uji Efek Antiinflamasi Dekokta Kulit Alpukat (*Persea americana* Mill.) pada Mencit Jantan Galur Swiss Terinduksi Karagenan, Skripsi, USD, Yogyakarta.
- Rodríguez-Carpena, J.-G., Morcuende, D., Andrade, M.-J., Kylli, P., & Estévez, M., 2011, Avocado (*Persea americana* Mill.) phenolics, in vitro antioxidant and antimicrobial activities, and inhibition of lipid and protein oxidation in porcine patties, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 59, 5625–5635.
- Rodriguez-Sances, D.G., Adriana P., Maria I.G.C., Junet A.G.U., Jorge A.B.L., Carmen H.B., 2013, Isolation and Structure Elucidation og Avocado seed (*Persea americana*) Lipid Derivatives That Inhibit *Clostridium sporogenes* Endospore Germination, *Agriculture and Food Chemistry*. 61, 7403-7411.
- Satsuma, F. Y., 2005. 'Isolasi Dan Identifikasi Senyawa Kimia Yang Memiliki Aktivitas Antioksidan Tertinggi Dari Ekstrak Etanol Kulit Buah Alpukat (*Persea americana* Mill), Lauraceae', Skripsi, Universitas Pancasila, Jakarta.
- Yuan, A. V. H. S., 2017. Uji Efek Anti-Inflamasi Ekstrak Metanol Kulit Buah Alpukat (*Persea americana* Mill.) pada Mencit Jantan Galur Swiss Terinduksi Karagenan 1%, skripsi, USD, Yogyakarta.

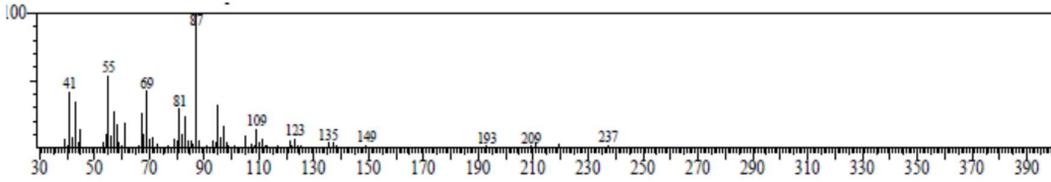
LAMPIRAN

Tabel 1. Fase gerak untuk elusi gradien pada ekstrak metanol dan ekstrak etil asetat kulit buah alpukat

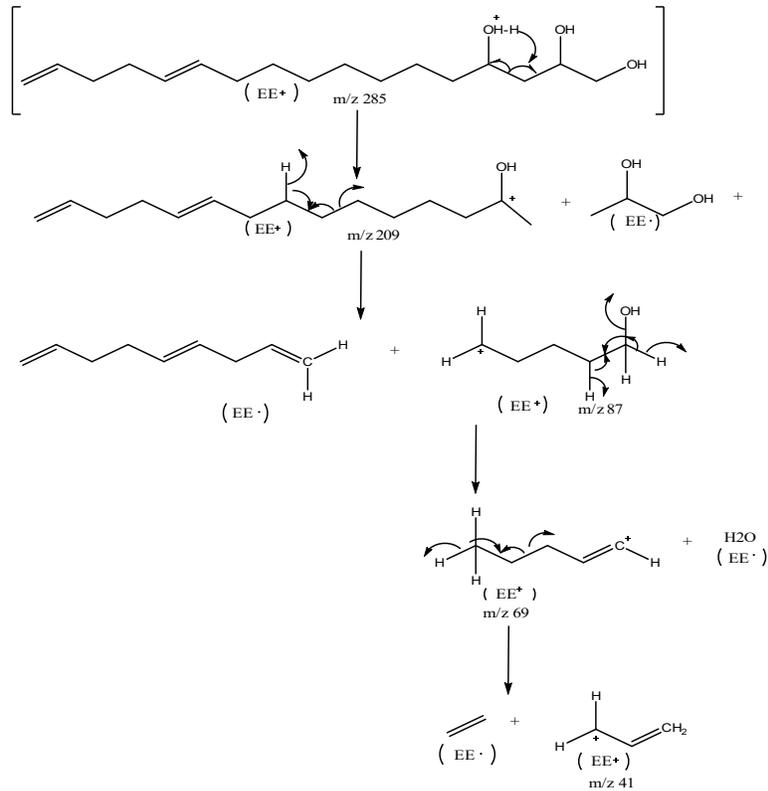
No.	<i>n</i> -heksan (mL)	Kloroform (mL)	Etil asetat (mL)	Metanol (mL)
Ekstrak Metanol				
1	-	400	-	-
2	-	175	25	-
3	-	300	100	-
4	-	125	75	-
5	-	200	200	-
6	-	75	125	-
7	-	100	300	-
8	-	25	175	-
9	-	-	400	-
10	-	-	175	25
11	-	-	300	100
12	-	-	125	75
13	-	-	200	200
14	-	-	75	125
15	-	-	100	300
16	-	-	25	175
17	-	-	-	200
Ekstrak Etil Asetat				
1	500	-	-	-
2	250	250	-	-
3	-	450	50	-
4	-	400	100	-
5	-	350	150	-
6	-	300	200	-
7	-	250	250	-
8	-	200	300	-
9	-	150	350	-
10	-	80	320	-
11	-	30	270	-
12	-	-	200	-
13	-	-	240	-
14	-	-	120	-
15	-	-	80	80
16	-	-	100	120
17	-	-	-	400
17	-	-	-	500



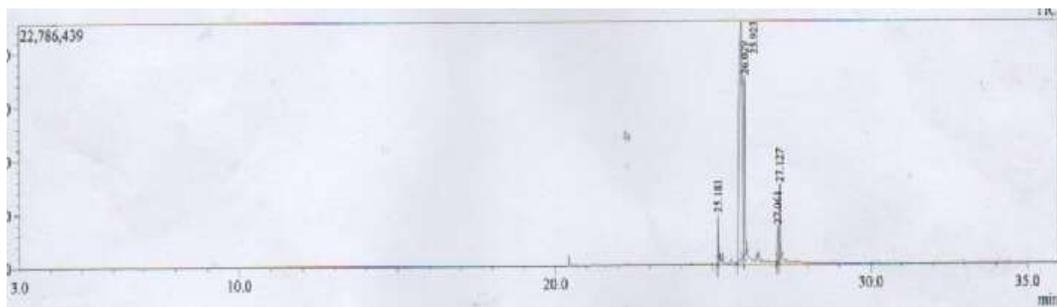
Gambar 1. Kromatogram GC-MS isolat 1 dengan kolom Agilentj%W HP-5 dan gas pembawa Helium



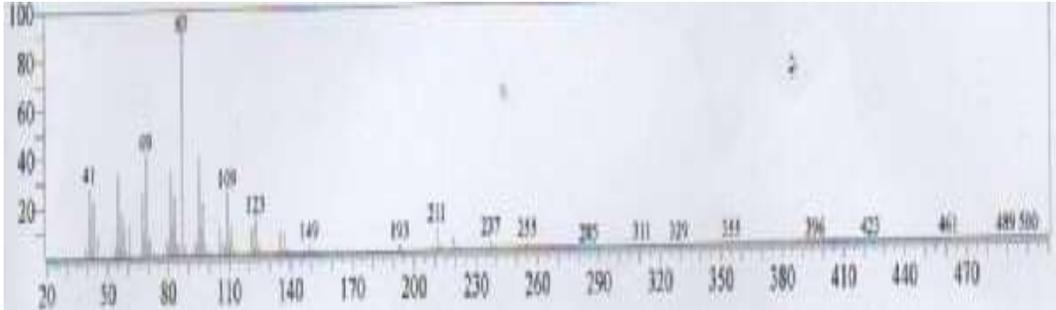
Gambar 2. Spektrum GC-MS senyawa 1,2,4-trihidroksiheptadek-12,16-diena pada waktu retensi 26,650 menit



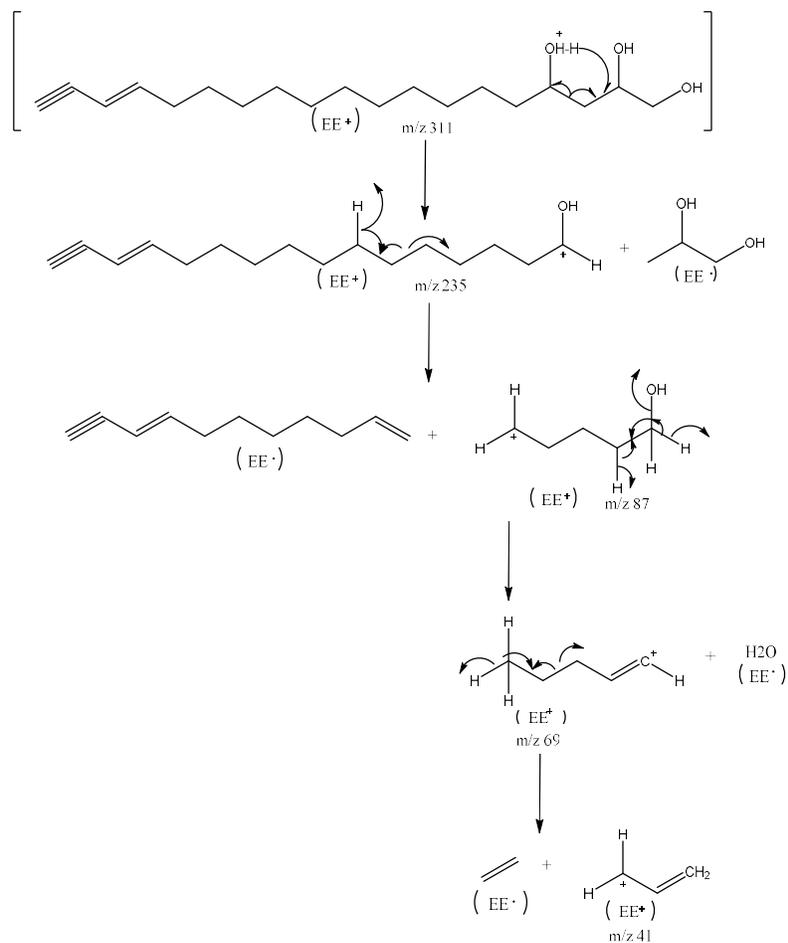
Gambar 3. Perkiraan mekanisme fragmentasi pada senyawa 1,2,4-trihidroksiheptadek-12,16-diena



Gambar 4. Kromatogram GC-MS isolat 2 dengan kolom Rastek Rxi-5MS dan gas pembawa Helium



Gambar 5. Spekturm GC-MS senyawa 1,2,4-trihidroksiheptadek-16-ena-18-una pada waktu retensi 25,925 menit



Gambar 6. Perkiraan mekanisme fragmentasi pada senyawa 1,2,4-trihidroksiheptadek-16-ena-18-una