

Analisis Aktivitas Antioksidan dan Profil GC-MS Ekstrak Kulit Semangka (*Citrullus lanatus*)

Rahmi Sukratilla¹, Sri Benti Etika^{2*}

Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang

*Sri Benti Etika

Email: *sribentietika67@gmail.com

Abstrak

Perubahan pola hidup masyarakat saat ini telah meningkatkan prevalensi penyakit degeneratif yang sering kali berkaitan erat dengan radikal bebas. Antioksidan berfungsi mencegah pembentukan radikal bebas. Kulit semangka mengandung senyawa seperti alkaloid, fenol, tanin, dan flavonoid yang berpotensi sebagai antioksidan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan nilai IC₅₀ dan mengidentifikasi senyawa aktif dalam ekstrak metanol kulit semangka menggunakan GC-MS. Aktivitas antioksidan diuji menggunakan metode DPPH dengan spektrofotometer UV-Vis. Data dianalisis menggunakan persamaan regresi linier $y = bx + a$, diikuti dengan identifikasi senyawa bioaktif melalui GC-MS. Hasil menunjukkan ekstrak metanol kulit semangka memiliki aktivitas antioksidan yang kuat dengan nilai IC₅₀ sebesar 53,20 ppm, dibandingkan kontrol positif asam askorbat yang menunjukkan aktivitas antioksidan sangat kuat dengan nilai IC₅₀ sebesar 18,62 ppm. Analisis GC-MS mengidentifikasi 41 senyawa, di mana 9,12,15-Octadecatrienoic acid, methyl ester, dan Hexadecanoic acid, methyl ester merupakan yang paling dominan. Kedua senyawa ini bersifat antioksidan kuat, menjadikan ekstrak sebagai sumber potensial antioksidan alami dengan berbagai manfaat kesehatan.

Kata kunci : Antioksidan, DPPH, Kulit Semangka, GC-MS

Abstract

Changes in the lifestyle of today's society have increased the prevalence of degenerative diseases that are often closely related to free radicals. Antioxidants prevent the formation of free radicals. Watermelon peel contains compounds such as alkaloids, phenols, tannins, and flavonoids that have potential as antioxidants. This study aims to determine the IC₅₀ value and identify active compounds in watermelon peel metanol extract using GC-MS. Antioxidant activity was tested using the DPPH method with UV-Vis spectrophotometer. Data were analyzed using linear regression equation $y = bx + a$, followed by identification of bioactive compounds via GC-MS. The results showed that watermelon peel metanol extract had strong antioxidant activity with an IC₅₀ value of 53.20 ppm, compared to the positive control of ascorbic acid, which showed very strong antioxidant activity with an IC₅₀ value of 18.62 ppm. GC-MS analysis identified 41 compounds, of which 9,12,15-Octadecatrienoic acid, methyl ester, and hexadecanoic acid, methyl ester, were the most dominant. Both compounds are potent antioxidants, making the extract a potential source of natural antioxidants with multiple health benefits.

Keywords : Antioxidant, DPPH, Watermelon Peel, GC-MS

Pendahuluan

Perubahan pola hidup masyarakat saat ini telah mempengaruhi meningkatnya prevalensi penyakit degeneratif, yang sering kali berkaitan erat dengan paparan radikal bebas. Penyakit seperti kanker, penyakit jantung, pikun, katarak, dan penuaan dini adalah beberapa contoh kondisi yang disebabkan oleh kerusakan akibat radikal bebas (Yulia & Wijaya, 2016)(Setiawan *et al.*, 2018). Radikal bebas adalah molekul yang tidak stabil

dengan elektron yang tidak berpasangan, yang dapat merusak sel-sel tubuh dalam upaya mereka untuk menstabilkan diri (Amin *et al.*, 2021). Paparan terhadap asap rokok, polusi udara, dan sinar matahari yang berlebihan dapat meningkatkan produksi radikal bebas. Untuk mengatasi dampak negatif dari radikal bebas, konsumsi antioksidan menjadi solusi penting (Lung & Destiani, 2017). Antioksidan bekerja untuk menghambat dan mencegah pembentukan radikal bebas. Ada dua jenis antioksidan utama yaitu antioksidan sintetis dan alami. Antioksidan sintetis, seperti *butylated hydroxyanisole* (BHA) dan *butylated hydroxytoluene* (BHT), sering dikaitkan dengan efek samping yang berbahaya jika digunakan dalam jangka panjang. Sebagai alternatif dapat digunakan antioksidan alami yang berasal dari biji-bijian, sayuran, dan buah-buahan yang dianggap lebih aman karena tidak menimbulkan efek samping yang sama (Rifai *et al.*, 2018).

Semangka (*Citrullus lanatus*) adalah sumber antioksidan alami yang potensial. Kulit semangka, yang sering dianggap limbah, mengandung senyawa bioaktif seperti citrulline dan likopen (Saini *et al.*, 2020). Selain itu, kulit semangka juga memiliki senyawa seperti alkaloid, saponin, fenol, tanin, dan flavonoid yang berpotensi sebagai antioksidan (Neglo dkk., 2021).

Aktivitas antioksidan ekstrak semangka dapat diukur dengan metode DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil). Metode DPPH merupakan salah satu metode yang menguji kemampuan senyawa antioksidan dalam mengubah radikal bebas DPPH menjadi bentuk nonradikal (Setiawan *et al.*, 2018).. Penelitian oleh Syarifuddin (2023) menunjukkan bahwa ekstrak etanol dari kulit semangka merah dan kuning memiliki aktivitas antioksidan dengan nilai IC_{50} 171,3938 ppm dan 158,4107 ppm, tergolong sedang. Sebaliknya, penelitian Mariani *et al.* (2018) menemukan ekstrak buah semangka merah memiliki IC_{50} 16,619 mg/L, tergolong sangat kuat. Perbedaan antara studi ini terletak pada daerah sampel, bagian sampel, dan pelarut yang digunakan.

Berdasarkan pemaparan diatas belum ada penelitian lebih lanjut terhadap ekstrak metanol kulit semangka untuk itu peneliti tertarik melakukan penelitian tersebut. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai IC_{50} yang terdapat dalam ekstrak metanol

kulit semangka dengan menggunakan metode Spektrofotometri Uv-Vis dan mengidentifikasi senyawa aktif yang terkandung dalam ekstrak kulit semangka menggunakan *Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS)*.

Metode

Persiapan dan Ekstraksi Sampel

Kulit semangka yang telah dikumpulkan dibersihkan, dipotong, dan diambil bagian hijaunya. Kulit tersebut dikeringkan selama 5-6 hari, lalu dihaluskan menjadi bubuk. Sebanyak 200 gram bubuk kulit semangka dimaserasi dengan 2 liter metanol selama 2 hari, sambil diaduk. Filtrat pertama disaring, dan residu dimaserasi ulang. Filtrat dari kedua tahap maserasi digabungkan, dan pelarutnya diuapkan menggunakan *rotary evaporator* untuk memperoleh ekstrak pekat kulit semangka (Amin *et al.*, 2021).

Uji Aktivitas Antioksidan

1. Pembuatan Larutan

- **Pembuatan Larutan Stok Ekstrak Kulit Semangka**

Sebanyak 50 mg ekstrak kulit semangka dilarutkan dengan metanol p,a dalam labu ukur 50 mL sehingga menghasilkan larutan stok konsentrasi 1000 ppm.

- **Pembuatan Larutan DPPH**

Serbuk DPPH seberat 4 mg ditimbang dan dilarutkan dalam labu ukur 100 mL menggunakan metanol p.a. Larutan tersebut disimpan pada tempat yang terhindar dari paparan sinar matahari dan dipertahankan pada suhu kamar (Paat *et al.*, 2022).

- **Pembuatan Larutan Stok Asam Askorbat**

Sebanyak 50 mg asam askorbat ditimbang dan dilarutkan dalam labu ukur 50 mL menggunakan metanol p.a kemudian dihomogenkan sehingga diperoleh larutan induk dengan konsentrasi 1000 ppm.

2. Pengukuran aktivitas antioksidan dengan metode DPPH

Penentuan aktivitas antioksidan pada ekstrak kulit semangka menggunakan metode DPPH merujuk pada prosedur kerja yang telah dilakukan oleh (Nasir *et al.*, 2021; Paat *et al.*, 2022).

- **Pengukuran serapan larutan blanko DPPH**

Larutan DPPH 0,1 mM dipipet sebanyak 1 mL dan dicampurkan dengan 2 mL metanol p.a. Kemudian, dihomogenkan dan dibiarkan selama 30 menit. Selanjutnya serapan diukur dengan spektrofotometer Uv-Vis pada panjang 517 nm.

- **Pengukuran Aktivitas antioksidan DPPH dengan Vitamin C**

Pengujian dilakukan dengan memipet masing-masing 20 µl, 50 µl, 100 µl, 200 µl dan 400 µl dari larutan stok vitamin C murni 1000 ppm. Kemudian dipaskan dengan metanol hingga volumenya sampai 10 mL sehingga diperoleh konsentrasi 2 ppm, 5 ppm, 10 ppm, 20 ppm dan 40 ppm. Masing-masing konsentrasi dipipet 2 ml ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan dengan 1 ml DPPH 0,1 mM lalu dihomogenkan dan dibiarkan selama 30 menit. Selanjutnya serapan diukur dengan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 517 nm.

- **Pengukuran Aktivitas antioksidan DPPH dengan sampel**

Pengujian dilakukan dengan memipet 100 µl, 200 µl, 300 µl, 400 µl, dan 500 µl larutan stok ekstrak kulit semangka 1000 ppm, lalu diencerkan dengan metanol hingga volume 10 mL, menghasilkan konsentrasi 10 ppm hingga 50 ppm. Masing-masing konsentrasi dipipet 2 ml ke dalam tabung reaksi, ditambahkan 1 ml DPPH 0,1 mM, dihomogenkan, dan dibiarkan selama 30 menit. Absorban diukur menggunakan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 517 nm. Persentase inhibisi radikal DPPH dihitung dengan rumus:

$$\%inhibisi\ radikal\ DPPH = \frac{absorban\ kontrol - absorban\ sampel}{absorban\ kontrol} \times 100\%$$

Konsentrasi sampel dan % inhibisi diplot pada grafik untuk menentukan nilai IC₅₀ menggunakan persamaan regresi linear. Nilai IC₅₀ dikategorikan sebagai berikut: sangat kuat (<50 ppm), kuat (50-100 ppm), sedang (100-150 ppm), dan lemah (150-200 ppm) (Molyneux, 2004; Zumaro *et al.*, 2021).

Identifikasi senyawa bioaktif dengan GC-MS

Ekstrak kental metanol dari kulit semangka (*Citrullus lanatus*) dianalisis untuk mengidentifikasi berbagai senyawa menggunakan Kromatografi Gas-Spektroskopi Massa (GC-MS). Sebanyak 1 µl ekstrak digunakan dalam analisis ini, yang dilakukan

dengan instrumen GCMSD 5973. Analisis dilakukan menggunakan kolom kapiler Agilent model 19091S-433 HP-5MS yang mengandung 5% Phenyl Methyl Siloxane, dengan panjang 30 m, diameter 250 μm , dan ketebalan 0,25 μm . Suhu oven diatur dari 60 hingga 290°C dengan laju kenaikan 15°C/menit dan laju alir 1,0 ml/menit. Gas pembawa yang digunakan adalah helium, dengan tekanan 8,16 psi, laju total 53,7 ml/menit, dan rasio pemisahan 50:1. Komponen yang terelusi dideteksi oleh detektor massa, dan spektrum senyawa yang teridentifikasi disimpan di perpustakaan NIST untuk menentukan nama senyawa serta berat molekulnya (Mahmiah dkk., 2017).

Hasil dan Pembahasan

Metode DPPH digunakan untuk menguji aktivitas antioksidan dalam penelitian ini. Pengukuran absorbansi dilakukan pada panjang gelombang maksimum yaitu 517 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Panjang gelombang ini dipilih karena sifat senyawa DPPH menunjukkan penyerapan tertinggi pada panjang gelombang sinar tampak sekitar 515-517 nm (Molyneux, 2004).

Pada Tabel 1 dan 2 dapat dilihat hasil pengujian aktivitas antioksidan untuk asam askorbat sebagai kontrol positif dan ekstrak metanol kulit semangka (*Citrullus lanatus*).

Tabel 1. Aktivitas antioksidan asam askorbat sebagai kontrol positif terhadap DPPH

| No | Konsentrasi (ppm) | Absorban | %inhibisi |
|----|-------------------|----------|-----------|
| 1 | 2 | 0,713 | 13,51 |
| 2 | 5 | 0,651 | 21,00 |
| 3 | 10 | 0,549 | 33,33 |
| 4 | 20 | 0,372 | 54,89 |
| 5 | 40 | 0,053 | 93,57 |

Tabel 2. Aktivitas antioksidan ekstrak metanol kulit semangka (*Citrullus lanatus*) terhadap DPPH

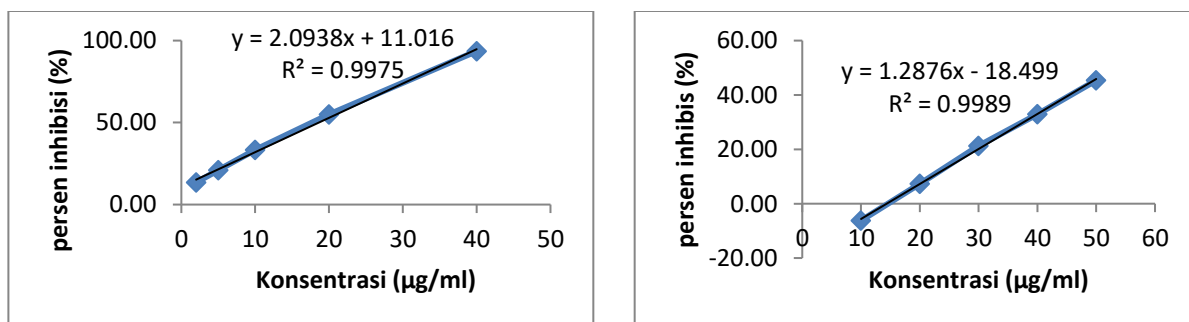
| No | Konsentrasi | Absorban | %inhibisi |
|----|-------------|----------|-----------|
|----|-------------|----------|-----------|

| | (ppm) | | |
|---|-------|-------|-------|
| 1 | 10 | 0,875 | -6,19 |
| 2 | 20 | 0,764 | 7,28 |
| 3 | 30 | 0,649 | 21,28 |
| 4 | 40 | 0,553 | 32,89 |
| 5 | 50 | 0,450 | 45,39 |

Berdasarkan Tabel 1 dan 2, terlihat bahwa peningkatan konsentrasi asam askorbat dan ekstrak metanol kulit semangka (*Citrullus lanatus*) menyebabkan penurunan nilai absorbansi yang diukur. Penurunan absorbansi DPPH ini sejalan dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak, yang mengindikasikan adanya proses reduksi radikal DPPH oleh senyawa antioksidan. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak, semakin banyak partikel antioksidan yang berinteraksi, sehingga aktivitas antioksidan meningkat dan absorbansi DPPH menurun. Hal ini menunjukkan bahwa nilai absorbansi berbanding terbalik dengan persentase aktivitas antioksidan (Nurmiati *et al.*, 2020).

Perubahan warna dari warna ungu tua menjadi warna ungu pudar atau bahkan kuning (Molyneux, 2004). Hal ini disebabkan oleh reaksi yang terjadi antara radikal bebas DPPH dengan antioksidan. Reaksi ini terjadi sesuai dengan prinsip penangkapan hidrogen dari radikal bebas oleh antioksidan, sehingga menghasilkan radikal bebas baru yang lebih stabil dan tidak terlalu reaktif (Usman *et al.*, 2021).

Berdasarkan data pada Tabel 1 dan 2, diperoleh persamaan regresi linier untuk grafik aktivitas antioksidan asam askorbat sebagai pembanding dan ekstrak metanol kulit semangka (*Citrullus lanatus*) terhadap DPPH ditampilkan pada Gambar 1.



(a)

(b)

Gambar 1. Kurva aktivitas antioksidan (a) asam askorbat dan (b) ekstrak metanol kulit semangka terhadap DPPH

Berdasarkan grafik pada Gambar 1, diperoleh persamaan regresi linier untuk asam askorbat sebagai kontrol positif adalah $y = 2,0938x + 11,016$. Sedangkan untuk ekstrak metanol kulit buah semangka adalah $y = 1,2876x - 18,499$. Nilai *Inhibition Concentration* (IC_{50}), yaitu konsentrasi ekstrak yang dapat meredam aktivitas radikal bebas (DPPH) sebesar 50%, dapat dihitung dengan menggunakan persamaan regresi linier tersebut. Hasil perhitungan IC_{50} untuk masing-masing sampel ditunjukkan pada Tabel 3.

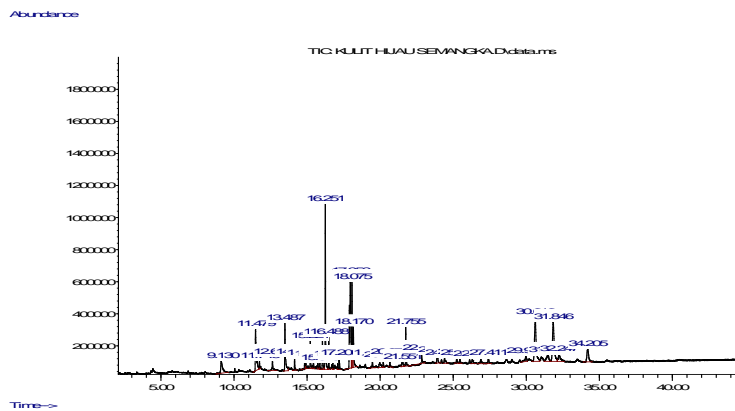
Tabel 3. Nilai IC_{50} pada asam askorbat (kontrol positif) dan ekstrak metanol kulit semangka

| No | Sampel | Nilai IC_{50} (ppm) |
|----|--------------------------------|-----------------------|
| 1 | Asam askorbat | 18,62 |
| 2 | Ekstrak metanol kulit semangka | 53,20 |

Berdasarkan Tabel 3, nilai IC_{50} asam askorbat menunjukkan bahwa 50% radikal bebas DPPH berhasil menghambat pada konsentrasi 18,62 ppm, sedangkan ekstrak metanol kulit semangka menghambat 50% radikal bebas DPPH pada konsentrasi 53,20 ppm. Hasil ini sejalan dengan penelitian oleh (Alfila dkk., 2023), di mana kuersetin dan ekstrak kulit semangka memiliki nilai IC_{50} masing-masing sebesar 15,899 ppm (antioksidan sangat kuat) dan 79,321 ppm (antioksidan kuat). Perbedaan nilai IC_{50} ini disebabkan oleh variasi konsentrasi yang digunakan.

Analisis GC-MS

Identifikasi senyawa antioksidan dalam ekstrak metanol kulit semangka menggunakan teknik GC-MS. GC-MS adalah teknik untuk menganalisis senyawa aktif dalam senyawa kimia yang menggabungkan dua metode yaitu kromatografi gas (GC) dan spektrometri massa (MS). GC berfungsi untuk memisahkan dan mengidentifikasi komponen senyawa secara kuantitatif, sedangkan MS digunakan untuk menganalisis dan mengidentifikasi struktur molekul senyawa analit dengan mendeteksi massa molekulnya. (Mayesti et al., 2023). Hasil kromatogram dari ekstrak metanol kulit semangka menunjukkan 41 puncak yang berbeda dapat dilihat pada tabel 4. Kromatogram GC untuk ekstrak metanol kulit semangka dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kromatogram GC-MS Ekstrak Kulit Semangka

Berdasarkan Gambar 2, diperoleh dua puncak (peak) senyawa yang paling dominan, yaitu 9,12,15-Octadecatrienoic acid, methyl ester dengan nilai persen area sebesar 13,10%, dan Hexadecanoic acid, methyl ester dengan nilai persen area sebesar 10,13%.

Tabel 4. Hasil Kromatogram GC-MS

| Peak | RT | Nama Senyawa | Ret. Area % |
|------|--------|-------------------------------------|-------------|
| 1 | 9.133 | 2-Methoxy-4-vinylphenol | 3.24 |
| 2 | 11.481 | Cycloheptasiloxane, tetradecamethyl | 5.31 |
| 3 | 11.745 | 2,4-Di-tet-butylphenol | 0.40 |
| 4 | 12.635 | Cetene | 1.28 |
| 5 | 13.490 | Cyclooctasiloxane, tetradecamethyl | 4.60 |
| 6 | 14.150 | Methyl tetradecanoate | 0.81 |
| 7 | 14.872 | 1-Octadecene | 0.69 |
| 8 | 14.921 | Tetradecanoid acid, 12-methyl ester | 0.62 |
| 9 | 15.220 | Cyclononasiloxane, octadecamethyl | 1.80 |
| 10 | 15.442 | 2-Undecanone, 6,10-dimethyl | 0.64 |

| | | | |
|----|--------|--|-------|
| 11 | 15.741 | Tricyclo[4.3.1.1(3,8)] undecane-3-carboxylic acid, methyl ester | 0.67 |
| 12 | 15.873 | Pentadecanoid acid, 14-methyl ester | 0.41 |
| 13 | 16.054 | 6-Pentadecanoid acid, 14-methyl ester | 2.27 |
| 14 | 16.248 | Hexadecanoic acid, methyl ester | 10.13 |
| 15 | 16.484 | Benzepropanoic acid, 3,5-bis(1,1-dimethylethyl)-4-hydroxy, methyl ester | 1.68 |
| 16 | 16.769 | 1-(2,4-Dihydroxyphenyl)-2-(3,4-dimethoxyphenyl)ethenone | 0.64 |
| 17 | 17.103 | Cis-10-Heptadecanoic acid, methyl ester | 0.54 |
| 18 | 17.207 | Isoproyl palmitate | 0.75 |
| 19 | 17.957 | 9,12,15-Octadecatrienoic acid, methyl ester | 13.10 |
| 20 | 18.076 | Phytol | 6.67 |
| 21 | 18.173 | Methyl stearate | 3.83 |
| 22 | 19.479 | Cyclononasiloxane, octadecamethyl | 0.93 |
| 23 | 19.973 | Octasiloxane,1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11,13,13,15,15-hexadecamethyl | 1.06 |
| 24 | 20.216 | Piperazine, 1-methyl-4-(2,4,6-trimethylphenylsulfonyl | 0.49 |
| 25 | 20.674 | Cyclodecasiloxane, eicosamethyl | 0.61 |
| 26 | 21.550 | Octasiloxane,1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11,13,13,15,15-hexadecamethyl | 0.87 |
| 27 | 21.751 | Bis(2-ethylhexyl) phthalate | 2.93 |
| 28 | 22.842 | Oxazepam | 0.32 |
| 29 | 23.933 | Cyclononasiloxane, octadecamethyl | 1.20 |
| 30 | 24.413 | 1,4-benzenediol, 2,5-bis(1,1-dimethylethyl) | 0.81 |
| 31 | 25.247 | Octasiloxane,1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11,13,13,15,15-hexadecamethyl | 0.60 |
| 32 | 25.462 | 2'-Hydroxypropiophenone | 0.58 |
| 33 | 26.317 | 9H-Fluorene-2-carboxylic acid | 0.70 |
| 34 | 26.893 | 1H-indole-2-carboxylic acid, 6-(4-ethoxyphenyl)-3-methyl-4-oxo-4,5,6,7-tetrahydro, isopropyl ester | 0.84 |
| 35 | 27.408 | Vitamin E | 0.76 |
| 36 | 29.972 | Tetrasiloxane, decamethyl | 1.20 |
| 37 | 30.618 | Chondrillasterol | 9.47 |
| 38 | 31.480 | 4-(4-Hydroxy-2,5-dimethylbenzyl)morpholine | 2.08 |
| 39 | 31.848 | Stigmast-7-en-3-ol | 9.32 |
| 40 | 32.244 | Methyltris(trimethylsiloxy)silane | 2.10 |
| 41 | 34.203 | Thymol | 3.04 |

Senyawa 9,12,15-Octadecatrienoic acid, methyl ester dan Hexadecanoic acid, methyl ester adalah ester asam linoleat yang memiliki khasiat sebagai antioksidan. Kelompok metil ester ini dikenal sebagai asam linoleat terkonjugasi yang mampu menangkap radikal bebas (Ali *et al.*, 2011). Selain sifat antioksidan, senyawa-senyawa ini juga dilaporkan

memiliki efek antiinflamasi dan antiarthritis. Literatur lain bahkan menyebutkan bahwa 9,12-Octadecadienoic acid, methyl ester juga berfungsi sebagai hepatoprotektif, antihistaminik, hipokolesterolemik, dan antieksemik (Yulia & Wijaya, 2016)

Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa ekstrak metanol kulit semangka memiliki aktivitas antioksidan yang kuat dengan IC_{50} sebesar 53,20 ppm. dibandingkan kontrol positif asam askorbat menunjukkan aktivitas antioksidan yang kuat dengan IC_{50} sebesar 18,62 ppm.

Analisis GC-MS mengidentifikasi 41 senyawa, di mana 9,12,15-Octadecatrienoic acid, methyl ester dan Hexadecanoic acid, methyl ester adalah yang paling dominan. Kedua senyawa ini memiliki sifat antioksidan kuat serta efek tambahan seperti antiinflamasi, antiarthritis, hepatoprotektif, dan antihistaminik, menjadikan ekstrak metanol kulit semangka sebagai potensi sumber antioksidan alami dengan berbagai manfaat kesehatan.

Daftar Referensi

- Alfila, Dahlia, A. amaliah, & Pratama, M. (2023). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Kulit dan Biji Buah Semangka (*Citrullus lanatus*) Menggunakan Metode DPPH (1, 1 diphenyl-2-picrylhydrazyl). *Makassar Natural Product Journal (MNPJ)*, 102–116.
- Ali, Y. M., Kadir, A. A., Ahmad, Z., Zakaria, Z. A., Nazrul, M., Abdullah, H., Mohammed, Y., Kadir, A. A., Ahmad, Z., Ali, Y. M., Kadir, A. A., Ahmad, Z., Yaakub, H., Zakaria, Z. A., Nazrul, M., & Abdullah, H. (2011). Free radical scavenging activity of conjugated linoleic acid as single or mixed isomers Free radical scavenging activity of conjugated linoleic acid as single or mixed isomers. *Pharmaceutical Biology ISSN:*, 50(6). <https://doi.org/10.3109/13880209.2011.621714>
- Amin, A., Riski, R., & Sutamanggala, N. R. (2021). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Mesokarp Buah Semangka (*Citrulluslanatus* (Thunb) Matsun & Nakai) dengan Metode ABTS. *Journal of Pharmaceutical and Medicinal Sciences 2021*, 6(1), 1–5.
- Lung, J. K. S., & Destiani, D. P. (2017). Uji Aktivitas Antioksidan Vitamin A, C, E dengan metode DPPH. *Farmaka*, 15(1), 53–62.
- Mayesti, F., Remba, P., Morina, I., Tnunay, Y., & Wiguna, A. (2023). GC-MS (*Gas Chromatography - Mass Spectrometry*) *Metabolit Sekunder Ekstrak Etanol dan Metanol Daun Kirinyuh (Chromolaena odorata L)*. 11(1), 194–202.
- Molyneux, P. (2004). The use of the stable free radical diphenylpicryl-hydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin Journal of Science and*

- Technology*, 50(June 2003), 211–219.
- Nasir, N. H., Pusmarani, J., & Filmaharani. (2021). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanolik Daging Buah Semangka (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai) dengan Metode ABTS dan FRAP. *Jurnal Mandala Pharmacoon Indonesia*, 7(2), 224.
- Nurmiati, Nuryanti, S., & Tahril. (2020). Antioxidant Activity Test of Ethanol and Water Extracts of Celery (*Apium graveolens* L.). *Jurnal Akademika Kimia*, 9(May), 93–101. <https://doi.org/10.22487/j24775185.2020.v9.i2.pp93-101>
- Paat, S. F. ., Fatimawali, & Antasionasti, I. (2022). Antioxidant Activity Test of Ethanol of Lemon Peel (*Citrus lemon* L.) by DPPH Method (1.1-Diphenil-2-Picrylhdarzyl). *PHARMACON Jurnal Ilmiah Farmasi – UNSRAT*, 11(1), 1315–1320.
- Rifai, G., Widarta, I. W. R., & Nocianitri, K. A. (2018). Pengaruh Jenis Pelarut dan Rasio Bahan dengan Pelarut Terhadap Kandungan Senyawa Fenolik dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Biji Alpukat (*Persea americana* Mill.). 7(2).
- Saini, R. K., Rengasamy, K. R. R., Mahomoodally, F. M., & Keum, Y. S. (2020). Protective Effects of Lycopene in Cancer, Cardiovascular, and Neurodegenerative Diseases: An Update on Epidemiological and Mechanistic Perspectives. *Pharmacological Research*, 155, 104730.
- Setiawan, F., Yunita, O., & Kurniawan, A. (2018). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Kayu Secang (*Caesalpinia sappan*) Menggunakan Metode DPPH, ABTS, dan FRAP. *Media Pharmaceutica Indonesiana*, 2(2), 82–89.
- Usman, Fildzania, D., & Fauzi, I. (2021). Uji Aktivitas Antioksidan dan Antidiabetes Ekstrak Daun Mangrove *Rhizophora mucronata*. *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 4(1).
- Yulia, R., & Wijaya, I. S. (2016). Senyawa Antioksidan Ekstrak Metanol Glycine max (L.) Merr Varietas Detam 1 Hasil Estraksi Ultrasonik. *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*, 02(01), 66–71.
- Zumaro, M., Rija'i, H. R., Narsa, A. C., Sulistiarini, R., & Helmi, H. (2021). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*, 14, 125–128.