

**UJI ANTIOKSIDAN EKSTRAK ETANOL DAN MINYAK ATSIRI KULIT  
BUAH JERUK KALAMANSI (*Citrus microcarpa* Bunge)**

**Citra Yuliyanda Pardilawati<sup>1\*</sup>, Afriyani<sup>2</sup>, Dwi Aulia Ramdini<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Farmasi, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung, Bandar Lampung

\*E-mail: [citra.yuliyanda@fk.unila.ac.id](mailto:citra.yuliyanda@fk.unila.ac.id)

**Abstrak**

Jeruk kalamansi (*Citrus microcarpa* Bunge) telah banyak digunakan sebagai bahan makanan. Kulit buah jeruk kalamansi diketahui mengandung komponen aktif seperti minyak atsiri, fenol dan flavonoid. Senyawa tersebut memungkinkan adanya potensi kulit jeruk kalamansi digunakan sebagai agen antioksidan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui daya antioksidan dari ekstrak etanol dan minyak atsiri kulit buah jeruk kalamansi secara in vitro. Ekstrak etanol dan minyak atsiri kulit buah jeruk kalamansi dibuat masing-masing dengan metode maserasi menggunakan etanol 96% dan destilasi uap air. Aktivitas antioksidan diukur dengan menggunakan metode DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl). Ekstrak etanol kulit buah jeruk kalamansi mengandung metabolit sekunder flavonoid, saponin, tanin dan alkaloid. Karakterisasi minyak atsiri kulit buah jeruk kalamansi dengan GC-MS diketahui mengandung  $\alpha$ -pinene,  $\alpha$ -myrcene, d-limonene, L- $\alpha$ - Terpineol, 1,6-Cyclodecadiene. Aktivitas antioksidan ekstrak etanol kulit buah jeruk kalamansi termasuk dalam kategori kuat dengan nilai IC<sub>50</sub> 57,49 ppm, sedangkan aktivitas antioksidan minyak atsiri kulit buah jeruk kalamansi tergolong sangat kuat dengan nilai 35,74 ppm. Kulit buah jeruk kalamansi memiliki potensi sebagai antioksidan.

**Kata kunci:** *Citrus microcarpa*, minyak atsiri, ekstrak etanol, antioksidan

**Abstract**

*Citrus microcarpa* Bunge has long been used as one of food ingredients. *Citrus microcarpa* Bunge peel contains essential oil, phenol and flavonoid. These components which known has antioxidant activity. The aim of this study was to determine the antioxidant activity of extract ethanol and essential oil of *Citrus microcarpa* Bunge peel. Essential oil of *Citrus microcarpa* Bunge peel was extracted by using distillation method. Extract ethanol of *Citrus microcarpa* Bunge peel was extracted by maceration method using ethanol 96%. Antioxidant activity was tested using DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl). Extract ethanol of *Citrus microcarpa* Bunge peel contains flavonoid, saponin, tanin dan alkaloid. Characterization essential oil of *Citrus microcarpa* Bunge peel by GC-MS contains  $\alpha$ -pinene,  $\alpha$ -myrcene, d-limonene, L- $\alpha$ - Terpineol, 1,6-Cyclodecadiene. Antioxidant activity of extract etahnol *Citrus microcarpa* Bunge peel is strong with IC<sub>50</sub> 57,49 ppm. Antioxidant activity of essential oil of *Citrus microcarpa* Bunge peel is very strong with IC<sub>50</sub> 35,74 ppm. *Citrus microcarpa* Bunge peel potentially as antioxidant agent.

**Keywords:** *Citrus microcarpa*, essential oil, extract ethanol, antioxidant

## PENDAHULUAN

Pengobatan tradisional berbasis bahan alam telah dilakukan sejak lama di Indonesia karena banyaknya tumbuhan yang berkhasiat sebagai obat, baik berdasarkan kepercayaan empiris maupun yang telah ditemukan oleh para ilmuwan. Salah satu tanaman yang dimanfaatkan adalah tanaman jeruk kalamansi (*Citrus microcarpa Bunge*). (Radji, 2011)

Kulit jeruk kalamansi mengandung komponen aktif yang bermanfaat, antara lain senyawa fenol dan flavonoid (Cheong, dkk. 2012). Senyawa tersebut memungkinkan adanya potensi kulit jeruk kalamansi digunakan sebagai agen antioksidan (Seleem, 2017; Maisuthisakul, 2007).

Penggunaan antioksidan digunakan sebagai pengobatan preventif. Antioksidan alami selain dapat melindungi tubuh dari serangan radikal bebas juga mampu memperlambat terjadinya penyakit kronik yang disebabkan penurunan spesies oksigen reaktif (ROS) terutama radikal hidroksil dan radikal superoksida (Wahdaningsih, 2011).

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorik yang berujuan untuk mengetahui aktivitas antioksidan, ekstrak etanol dan minyak atsiri kulit buah jeruk kalamansi. Ekstrak etanol kulit buah jeruk kalamansi didapatkan melalui metode maserasi, sedangkan minyak atsiri kulit buah jeruk kalamansi didapatkan melalui metode destilasi uap air. Aktivitas antioksidan diketahui berdasarkan nilai  $IC_{50}$  dengan menggunakan metode DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl).

### Alat dan bahan

Maserator, rotary evaporator, neraca analitik (*Precisa*<sup>®</sup>), Pipet Volume

(*Pyrex*<sup>®</sup>), Oven (*Gallenkamp CAivilab-Australia*<sup>®</sup>), vortex, mikropipet, hot plate, spektrofotometer.

Kulit buah jeruk kalamansi (*Citrus microcarpa Bunge*), etanol 96%, aquades, HCl 0.1%, BaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HCL 1%, HCL pekat, serbuk Mg, reagen mayer, FeCl<sub>3</sub> 10%, NaOH 1 N : kapas, tissue, kain kasa, kapas steril, *paper disk*, aluminium foil

### Prosedur kerja Pembuatan Ekstrak Kulit Buah Jeruk Kalamansi

Simplisia kulit buah jeruk kalamansi diekstraksi dengan metode maserasi. Maserasi dilakukan dengan merendam simplisia kulit buah jeruk kalamansi menggunakan pelarut etanol 96% selama 1x24 jam dengan sesekali pengadukan. Setelah 1x24 jam, hasil maserasi disaring menggunakan kertas saring kemudian filtrat yang diperoleh diuapkan menggunakan *vacuum rotary evaporator* pada suhu 50-60°C hingga diperoleh ekstrak kental etanol kulit buah jeruk kalamansi. Proses maserasi dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan menggunakan jenis pelarut, jumlah dan waktu yang sama dengan proses sebelumnya.

### Penapisan Fitokimia Ekstrak Kulit Buah Jeruk Kalamansi

#### 1. Alkaloid

Sebanyak 40 mg ekstrak ditambahkan beberapa tetes HCL 1%, setelah larut kemudian ditambahkan 1 ml pereaksi mayer. Reaksi positif ditunjukkan dengan adanya endapan atau larutan yang berubah menjadi keruh.

#### 2. Flavonoid

Sebanyak 40 mg ekstrak ditambahkan 100 ml air panas, kemudian dididihkan selama 5 menit, dan selanjutnya disaring hingga diperoleh filtrat. Filtrat yang diperoleh diukur sebanyak 5 ml kemudian ditambahkan

0,05 mg serbuk Mg dan 1 ml HCl pekat, selanjutnya dikocok kuat. Hasil positif ditunjukkan dengan perubahan larutan menjadi warna merah, kuning atau jingga

### 3. Saponin

Sebanyak 40 mg ekstrak ditambahkan 10 ml air, kemudian dikocok selama 1 menit, selanjutnya ditambahkan 2 tetes HCl 1 N. Jika setelahnya terbentuk busa setinggi 1 cm dan tetap bersifat stabil selama kurang lebih 7 menit, maka ekstrak tersebut positif mengandung saponin..

### 4. Tanin

Sebanyak 40 mg ekstrak dilarutkan dengan 4 ml air, selanjutnya ekstrak yang sudah larut diambil sebanyak 2 ml kemudian ditambahkan 1 ml FeCl<sub>3</sub> 10%. Reaksi positif ditunjukkan dengan terbentuknya warna biru tua atau hitam kehijauan.

## **Pembuatan Minyak Atsiri Kulit Buah Jeruk Kalamansi**

Kulit buah jeruk kalamansi dipisahkan dari buahnya kemudian dimasukkan ke dalam ketel destilasi yang telah berisi air. peralatan destilasi dirangkai, dan proses destilasi dijalankan sampai minyak kulit jeruk terekstrak seluruhnya, ditandai dengan tidak bertambahnya volume minyak yang menetes. Selama proses destilasi volume air dijaga konstan dengan penambahan air sedikit demi sedikit, proses destilasi dilakukan sebanyak 3 kali. Destilasi ditampung dan jika masih terdapat fase air, maka fase air dipisahkan menggunakan corong pemisah. Selanjutnya, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anhidrat ditambahkan ke dalam fase minyak kulit jeruk untuk mengurangi kadar air di dalam minyak. Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dipisahkan dari fase minyak dengan cara disaring

## **Uji Antioksidan Ekstrak Etanol dan Minyak Atsiri Kulit Buah Jeruk Kalamansi**

### 1. Pembuatan larutan baku induk

Larutan baku induk dibuat Ekstrak Etanol dan Minyak Atsiri Kulit Buah Jeruk Kalamansi dengan Metode DPPH konsentrasi 1000 ppm yakni dengan menimbang 10 mg sediaan *mouthwash* yang kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 10 ml selanjutnya ditambahkan etanol 96% hingga tanda batas lalu dikocok hingga homogen.

### 2. Pembuatan sampel uji

Pembuatan larutan uji dengan variasi konsentrasi ekstrak 2,5% ; 5% dan 10%. Dari larutan induk ekstrak dipipet masing-masing sebanyak 0,3 ml, 0,33 ml, 0,36 ml dan 1 ml. kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 10 ml, lalu ditambahkan etanol 96% sampai tanda batas, kocok hingga homogen.

### 3. Pembuatan larutan baku induk DPPH konsentrasi 100 ppm

Sebanyak 10 mg serbuk DPPH dimasukkan ke dalam labu terukur 100 ml kemudian ditambahkan etanol 96% 100 ml, lalu dikocok hingga homogen

### 4. Pembuatan larutan baku kerja DPPH konsentrasi 40 ppm

Sebanyak 40 ml larutan baku induk DPPH 100 ppm dipipet dan dimasukkan ke dalam labu terukur 100 ml lalu ditambahkan etanol 96% sampai tanda batas, dikocok hingga homogen.

### 5. Penentuan panjang gelombang maksimum larutan baku DPPH 40 ppm

Sebanyak sebanyak 4 ml larutan baku DPPH 40 ppm dipipet dimasukkan ke dalam kuvet dan diukur dengan spektrofotometer Uv-Vis, kemudian dicatat absorbansinya pada panjang gelombang 400-800 nm. Untuk larutan blangko digunakan 4 ml etanol 96%. Dari kurva serapan, dapat ditentukan panjang gelombang

maksimum.

6. Pengukuran absorbansi DPPH

Sebanyak 2 ml larutan DPPH 40 ppm dipipet dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi ditambah 2 ml etanol 96%, dikocok dan didiamkan selama 30 menit selanjutnya dimasukkan ke dalam kuvet, kemudian diamati dengan spektrofotometer Uv-Vis absorbansinya pada panjang gelombang maksimum.

7. Pengukuran aktivitas peredaman radikal bebas DPPH dengan spektrofotometer Uv-VIS

Larutan sampel uji dengan konsentrasi 2,5% ; 5% dan 10% masing-masing sebanyak 2 ml, dimasukan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambah larutan baku kerja DPPH 40 ppm sebanyak 2 ml ke dalam masing-masing tabung reaksi. Semua larutan dalam tabung reaksi dikocok hingga homogen dan didiamkan selama 30 menit. Setelah itu diukur serapannya menggunakan spektrofotometer Uv-Vis. Pengukuran aktivitas peredaman radikal bebas DPPH dilakukan tiga kali replikasi.

8. Penentuan Nilai IC50 dan Pembuatan Kurva Kalibrasi

Berdasarkan hasil absorbansi yang diperoleh dari masing-masing konsentrasi selanjutnya digunakan untuk menghitung nilai persentase peredaman dengan rumus:

Berdasarkan nilai persentase peredaman pada masing-masing konsentrasi, selanjutnya dibuat kurva regresi, sehingga didapatkan persamaan  $y = bx + a$  dimana konsentrasi ekstrak (ppm) sebagai absis (sumbu x) dan nilai presentase peredaman sebagai ordinatnya (sumbu y). Kemudian dilakukan perhitungan nilai IC<sub>50</sub> (inhibitory concentration) yaitu konsentrasi

sampel yang memiliki penghambatan absorbansi DPPH sebesar 50%. Berdasarkan persamaan regresi linier akan diperoleh nilai IC<sub>50</sub> dimana semakin rendah nilai IC<sub>50</sub> menunjukkan aktivitas antioksidan yang semakin tinggi.

### Analisis Data

Data yang diperoleh pada pengujian aktivitas antioksidan ekstrak etanol dan minyak atsiri kulit buah jeruk kalamansi disajikan dalam bentuk deskriptif.

### HASIL PENELITIAN

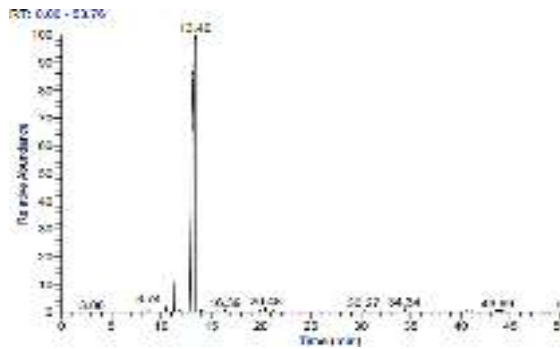
Seribu lima ratus gram simplisia kulit buah jeruk kalamansi diekstraksi menggunakan metode maserasi dengan pelarut etanol 96%. Ekstrak kental yang diperoleh sebanyak 83,2 gram. Rendemen ekstrak kulit buah jeruk kalamansi yang diperoleh adalah sebesar 5,5%. Rendemen ekstrak menjadi bagian yang menentukan karena jika semakin tinggi nilai rendemen suatu ekstrak dapat menunjukkan bahwa ekstrak yang dihasilkan semakin besar.

Sebanyak 2750 gram kulit buah jeruk kalamansi segar didestilasi menggunakan metode destilasi uap air dan menghasilkan 20gram minyak atsiri. Rendemen minyak atsiri kulit buah jeruk kalamansi yang diperoleh adalah sebesar 0,73%.

Tabel 1. Hasil Penapisan Fitokimia Ekstrak Kulit Buah Jeruk kalamansi

Pemeriksaan	Reagen	Hasil
Alkaloid	Mayer	+
	Dragendorf	+
	Bouchard	+
Saponin	Aquadest	+
Tanin	FeCL3	+
Flavonoid	Amil-alkohol	+

Ekstrak etanol kulit buah jeruk kalamansi mengandung metabolit sekunder alkaloid, saponin, tanin dan flavonoid. Profil kromatogram minyak atsiri kulit buah jeruk kalamansi menggunakan GC-MS dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Profil Kromatogram minyak atsiri kulit buah jeruk kalamansi menggunakan GC-MS

Hasil karakterisasi minyak atsiri kulit buah jeruk kalamansi menunjukkan terdapat 5 komponen utama seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Komponen minyak atsiri buah jeruk kalamansi (*Citrus microcarpa* Bunge)

No	Kandungan	Kadar
1	$\alpha$ -Pinene	1,13%
2	$\alpha$ - Myrcene	5,53%
3	D-Limonene	90,4%
4	L- $\alpha$ - Terpineol	0,76%
5	1,6-Cyclodecadiene	0,56%

### Hasil Uji Antioksidan Ekstrak Etanol dan Minyak Atsiri Kulit Buah Jeruk Kalamansi dengan Metode DPPH

Pada penelitian ini, uji aktivitas antioksidan ekstrak etanol dan minyak atsiri kulit buah jeruk kalamansi ditentukan dengan cara mengukur nilai aktivitas hambatan terhadap radikal bebas DPPH menggunakan spektrofotometri UV-Vis. Hasil uji antioksidan ekstrak etanol dan minyak

atsiri kulit buah jeruk kalamansi disajikan dalam tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Antioksidan Ekstrak Etanol dan Minyak Atsiri Kulit Buah Jeruk Kalamansi dengan Metode DPPH

No	Bahan	Persamaan Linier	Nilai IC <sub>50</sub> (ppm)
1	Ekstrak Etanol Kulit Buah Jeruk Kalamansi	$y = 0,9521x - 4,7334$ $R^2 = 0,9996$	57,49
2	Minyak Atsiri Kulit Buah Jeruk Kalamansi	$Y = 1,0826x + 11,31$ $R^2 = 0,9924$	35,74

### PEMBAHASAN

Antioksidan dapat mencegah reaksi oksidasi yang disebabkan oleh radikal bebas dengan cara berikatan dengan radikal bebas, sehingga mengurangi kemampuan radikal bebas untuk menimbulkan kerusakan pada sel (Edam, 2016). Senyawa antioksidan yang berasal dari tumbuhan diketahui merupakan senyawa bioaktif seperti flavonoid, fenolik, tanin, alkaloid, diterpene fenolik dan vitamin (Ibroham, 2022). Ekstraksi senyawa antioksidan pada kulit jeruk kalamansi dilakukan melalui dua metode, yaitu maserasi untuk mendapatkan ekstrak kental dan destilasi uap air untuk mendapatkan minyak atsiri dari kulit buah jeruk kalamansi.

Skrining fitokimia ekstrak etanol kulit buah jeruk kalamansi diketahui mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, saponin dan tanin. Senyawa metabolit sekunder yang sama juga ditemukan pada ekstrak etanol daun jeruk kalamansi (Meliyana, 2022).

Penilaian aktivitas antioksidan ekstrak etanol dan minyak atsiri kulit

buah jeruk kalamansi berdasarkan nilai IC<sub>50</sub> menggunakan metode DPPH. Adanya interaksi antara antioksidan dengan DPPH baik secara transfer elektron maupun radikal hidrogen pada DPPH akan menetralkan karakter radikal bebas dari DPPH, jika semua elektron pada radikal bebas DPPH menjadi berpasangan maka warna larutan berubah dari ungu tua menjadi kuning terang. Aktivitas antioksidan ekstrak menggunakan parameter nilai IC<sub>50</sub> (*Inhibition Concentration* 50%). IC<sub>50</sub> didefinisikan sebagai konsentrasi senyawa antioksidan yang menyebabkan hilangnya 50% aktivitas DPPH (Kedare and Singh, 2011; Lung and Destiani, 2017).

Suatu sampel dikatakan memiliki level aktivitas antioksidan yang sangat kuat apabila nilai IC<sub>50</sub> kurang dari 50 ppm, level kuat apabila nilai IC<sub>50</sub> sebesar 50-100 ppm, level sedang apabila nilai IC<sub>50</sub> sebesar 100-150 ppm, level lemah apabila nilai IC<sub>50</sub> antara 150-200 ppm, dan level sangat lemah jika nilai IC<sub>50</sub> lebih dari 200 ppm (Mardawati, *et al.*, 2008).

Ekstrak etanol kulit buah jeruk kalamansi memiliki nilai IC<sub>50</sub> sebesar 57,49 ppm, sehingga memiliki aktivitas antioksidan kategori kuat. Hasil yang berbeda didapatkan dalam penelitian Barluado MJG (2016) yang mendapatkan nilai IC<sub>50</sub> ekstrak etanol kulit buah jeruk kalamansi sebesar 1.697 ppm. Perbedaan hasil aktivitas antioksidan dapat dipengaruhi oleh komponen fenolik atau flavonoid yang terkandung dalam tumbuhan. Kandungan fenolik dan flavonoid dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti maturitas tumbuhan, letak geografis, kandungan nutrisi dalam tanah pada lokasi tumbuhan tersebut tumbuh, jenis tumbuhan, musim tanam, kondisi penyimpanan pasca panen dan prosedur pengolahan (Akowuah *et al.*, 2005;

Kumar, 2019; Yoo, 2016, Kim, 2018).

Komponen senyawa minyak atsiri kulit buah jeruk kalamansi diidentifikasi menggunakan kromatografi gas. Komponen senyawa terbesar yang terkandung dalam minyak atsiri jeruk kalamansi adalah D-limonen sebesar 90,4%, diikuti  $\alpha$  - Myrcene (5,53%),  $\alpha$  -Pinene (1,13%), L- $\alpha$ -Terpineol (0,76%), 1,6-Cyclodecadiene (0,56%). Penelitian yang dilakukan oleh Husni (2021), didapatkan hasil yang serupa, yaitu komponen terbesar dalam minyak atsiri jeruk kalamansi adalah D-limonene (29,52%), diikuti (R)-(+)-citronellal (13.76%), 3-isopropenyl-5,5-dimethyl-cyclopentene (8.88%),  $\gamma$ -terpinene (7.30%), citronellol (6.90%), and  $\alpha$ -terpineol (4.61%).

Nilai IC<sub>50</sub> minyak atsiri kulit buah jeruk kalamansi diketahui sebesar 35,74 ppm. Berdasarkan hal tersebut maka ekstrak etanol kulit buah jeruk kalamansi memiliki aktivitas antioksidan sangat kuat. Bagian tumbuhan lain dari jeruk kalamansi juga telah dieksplorasi, seperti pada penelitian Othman (2023) yang mendapatkan nilai IC<sub>50</sub> sebesar 59,42 mg/ml. Minyak atsiri kulit buah jeruk kalamansi memiliki aktivitas antioksidan yang lebih kuat dibandingkan dengan minyak atsiri daun jeruk kalamansi.

## KESIMPULAN

Hasil penapisan fitokimia ekstrak kulit buah jeruk kalamansi menunjukkan positif pada senyawa alkaloid, saponin, tanin, dan flavonoid. Minyak atsiri kulit buah jeruk kalamansi mengandung senyawa D-Limonene,  $\alpha$  - Myrcene,  $\alpha$  - Pinene, L- $\alpha$ - Terpineol dan 1,6-Cyclodecadiene. Ekstrak kulit buah jeruk kalamansi memiliki aktivitas antioksidan kuat dan minyak atsiri kulit

buah jeruk kalamansi memiliki aktivitas antioksidan sangat kuat.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada DIPA BLU Fakultas Kedokteran Universitas Lampung yang telah membiayai penelitian ini.

## DAFTAR RUJUKAN

- Akowuah, G.A, Ismail, A., Norhayati, I., Sadikun, A. 2005. The Effect of Different Extraction Solvent of Varying Polarities on Polyphenols of *Orthosiphon stamineus* and Evaluation of The Free Radical Scavenging Activity. *Food Chemistry*, Vol 93, No. 2, pp 311-317.
- Cheong, MW., Chong, ZS., Liu, SQ., Zhou, W., Curran, P., and Yu, B. (2012). Characterisation of calamansi (*Citrus microcarpa*). Part I: Volatiles, aromatic profiles and phenolic acids in the peel,” *Food Chem.*, vol. 134, no. 2, pp. 686–695.
- Edam, M, Suryanto, E, Djarkasi, GSS. 2016. Karakteristik Kimia dan Aktivitas Antioksidan Minuman Instan Lemon Kalamansi (*Citrus microcarpa*) dengan Penambahan Sari Daun Cengkeh (*Eugenia carryophyllus*) dan Daging Pala (*Myristica fragrans*). *J. Ilmu dan Teknologi Pangan*, vol. 4, no. 1, pp.1-8.
- Husni, E., Yeni, F., Dachriyanus. 2021. Chemical Contents Profile of Essential Oil from Calamansi (*Citrus microcarpa* Bunge) Peels and Leaves and Its Antibacterial Activities. *Advance in Health Sciences Research*, Vol. 40.
- Ibroham, M.H., Jamilatun, S., Kumalasari, I.D. 2022. A Review: Potensi Tumbuh-tumbuhan di Indonesia sebagai Antioksidan Alami. *Jurnal UMJ*, pp. 1-13.
- Kedare, S.B. and Singh, R.P. 2011. Genesis and Development of DPPH Method of Antioxidant Assay. *Journal of Food Science and Technology*, 48, 412-422.
- Kim YJ, Joo SC, Shi J, et al. 2018. Metabolic dynamics and physiological adaptation of Panax ginseng during development. *Plant Cell Rep* 37 (3): 393-410.
- Kumar D, Ram L, Ladaniya MS, Khadse A, Kumar S. 2019. Environmental impact on biochemical parameters during developmental stages of Citrus fruit. *Indian J Horti* 76 (2): 253-258.
- Lung JKS., dan Destiani DP., 2017. Uji antioksidan vitamin A C E dengan metode DPPH. *Suplemen Volume* 15(1): 55-62.
- Maisuthisakul, P., & Pasuk, S. 2007. Antioxidant Properties and Phenolic Phytochemicals from Various Cultivars of Thai Mango Seed Kernels, laporan penelitian, University of Thai Chamber of Commerce, Bangkok.
- Mardawati, E., Achyar, C. s. and Marta, H. 2008. Kajian Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kulit Manggis (*Garcinia mangostana* L ) Dalam Rangka Pemanfaatan Limbah Kulit Manggis Di Kecamatan Puspahiyang

Kabupaten Tasikmalaya. Pustaka UNPAD.

- Meliyana, Ridwanto. 2022. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Jeruk Kasturi (*Citrus microcarpa Bunge*) di Daerah Labuhanbatu, Sumatera Utara dengan Metode DPPH (1,1 Diphenyl-1,2-Picrylhydrazil). *Journal of Health and Medical Science*, Vol. 1, No. 1, pp. 100-109.
- Othman, H.I.A., Alkatib, H.H., Zaid, A., Sasidharan, S., Rahiman, S.S.F., Lee, T.P., Dimitrovski, G., Althakafy, J.T., Wong, Y.F. 2023. Phytochemical Composition, Antioxidant and Antiproliferative Activities of *Citrus hystrix*, *Citrus limon*, *Citrus pyrifolius*, and *Citrus microcarpa* Leaf Essential Oils against Human Cervical Cancer Cell Line. *Plants*, 12, 134.
- Radji, M. 2011. *Buku Ajar Mikrobiologi Panduan Mahasiswa Farmasi dan Kedokteran*. Jakarta: EGC Medical Publisher.
- Seleem, D., Pardi, V., Murata, RM. 2017. Review of flavonoids: A diverse group of natural compounds with anti-*Candida albicans* activity in vitro. *Arch. Oral Biol.*, vol. 76, pp. 76–83.
- Wahdaningsih, S., Setyowati, EP., Wahyuono, S. 2011. Aktivitas Penangkap Radikal Bebas dari Batang Pakis (*Alsophila glauca* J. Sm). *Majalah Obat Tradisional*, vol. 16, no. 3, pp. 156 – 160.
- Yoo KM, Moon B. 2016. Comparative carotenoid compositions during maturation and their antioxidative capacities of three citrus varieties. *Food Chem* 196: 544-549.