

**Perbandingan Kadar Flavonoid, Fenol, dan Aktivitas Antioksidan pada Kulit Buah Pisang Kepok (*Musa acuminata x balbisiana*) dengan Menggunakan Metode Ekstraksi Berbeda**

**Comparison of Flavonoid, Phenol, and Antioxidant Activity Levels in Kepok Banana (*Musa acuminata x balbisiana*) Peel Using Different Extraction Methods**

**Arif Al Iman<sup>1,\*</sup>, Sukrasno<sup>1</sup>, Defri Rizaldy<sup>1</sup>, Ni Luh Putu Kris Monika Yanti<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Sekolah Farmasi, Institut Teknologi Bandung, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Farmasi, Sekolah Tinggi Farmasi Mahaganesha, Indonesia

\*Email Korespondensi: [arifaliman7@gmail.com](mailto:arifaliman7@gmail.com)

**Abstrak**

Kulit pisang kepok kaya akan senyawa flavonoid dan fenolik. Untuk memperoleh senyawa yang diinginkan secara maksimal, maka pemilihan metode ekstraksi yang digunakan menjadi peran penting. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan metode ekstraksi kulit pisang kepok yang mampu memberikan kadar flavonoid dan fenol tertinggi, serta aktivitas antioksidan terkuat. Penelitian diawali dengan penyiapan simplisia kulit buah pisang kapok, dilanjutkan dengan ekstraksi masing-masing dengan maserasi, refluks, dan *Ultrasound Assisted Extraction* (UAE). Kemudian, kadar flavonoid, fenol dan aktivitas antioksidan ekstrak yang diperoleh dari masing-masing metode diukur, dan diakhiri dengan analisis statistik. Hasil penetapan kadar flavonoid ekstrak menunjukkan bahwa metode maserasi, refluks, dan UAE menghasilkan kadar masing-masing sebesar  $4,782 \pm 0,258$  g QE/100 g;  $5,877 \pm 0,196$  g QE/100 g; dan  $7,115 \pm 0,226$  g QE/100 g. Pada penetapan kadar fenol, ekstrak dari maserasi, refluks, dan UAE menghasilkan kadar masing-masing sebesar  $8,172 \pm 0,505$  g GAE /100 g;  $9,123 \pm 0,224$  g GAE /100 g;  $10,104 \pm 0,345$  g GAE /100 g. Sementara, uji aktivitas antioksidan menunjukkan bahwa nilai IC<sub>50</sub> ekstrak hasil maserasi, refluks, dan UAE masing-masing sebesar  $39,493 \pm 0,819$  µg/ml;  $28,203 \pm 0,516$  µg/ml;  $23,147 \pm 0,314$  µg/ml. Kesimpulan penelitian ini adalah ekstraksi UAE merupakan metode ekstraksi terbaik yaitu dengan kadar flavonoid total sebesar  $7,115 \pm 0,226$  g QE/100 g, kadar fenol total sebesar  $10,104 \pm 0,345$  g GAE /100 g, dan IC<sub>50</sub> antioksidan terkuat sebesar  $23,147 \pm 0,314$  µg/ml.

**Kata Kunci:** Antioksidan, Ekstraksi, Fenol, Flavonoid, Kulit Buah Pisang Kepok

## Abstract

Kepok banana peels are rich in flavonoid and phenolic compounds. To obtain the maximum desired compound, the selection of the extraction method used plays an important role. This research aims to determine the kepok banana peel extraction method that is capable of providing the highest levels of flavonoids and phenols, as well as the strongest antioxidant activity. The research began with the preparation of kapok banana peel simplicia, followed by extraction respectively by meseration, reflux, and Ultrasound Assisted Extraction (UAE). Then the levels of flavonoids, phenols and antioxidant activity of the extracts obtained from each method were measured, and ended with statistical analysis. The results of determining the levels of flavonoid extracts showed that the meseration, reflux, and UAE methods each produced levels of  $4.782 \pm 0.258$  g QE/100 g;  $5.877 \pm 0.196$  grams QE/100 grams; and  $7.115 \pm 0.226$  grams QE/100 grams. In determining phenol content, extracts from meseration, reflux, and UAE produced levels of  $8.172 \pm 0.505$  g GAE /100 g respectively;  $9.123 \pm 0.224$  grams GAE /100 grams;  $10.104 \pm 0.345$  grams GAE /100 grams. Meanwhile, the antioxidant activity test showed that the IC<sub>50</sub> value of mecerated, refluxed and UAE extracts was  $39.493 \pm 0.819$  µg/ml;  $28.203 \pm 0.516$  µg/ml;  $23.147 \pm 0.314$  µg/ml. The conclusion of this research is that UAE extraction is the best extraction method, with a total flavonoid content of  $7.115 \pm 0.226$  g QE/100 g, a total phenol content of  $10.104 \pm 0.345$  g GAE /100 g, and the strongest antioxidant IC<sub>50</sub> of  $23.147 \pm 0.314$  µg/ml.

**Keywords:** Antioxidants, Banana Peel, Extraction, Flavonoids, Phenols

**Received:** 23 Oktober 2023

**Accepted:** 16 Desember 2023

**DOI:** <https://doi.org/10.25026/jsk.v5i6.2134>



Copyright (c) 2023, Jurnal Sains dan Kesehatan (J. Sains Kes.).  
Published by Faculty of Pharmacy, University of Mulawarman, Samarinda, Indonesia.  
This is an Open Access article under the CC-BY-NC License.

## How to Cite:

Iman, A. A., Sukrasno, S., Rizaldy, D., Yanti, N. L. P. K. M., 2023. Perbandingan Kadar Flavonoid, Fenol, dan Aktivitas Antioksidan pada Kulit Buah Pisang Kepok (*Musa acuminata x balbisiana*) dengan Menggunakan Metode Ekstraksi Berbeda. *J. Sains Kes.*, 5(6). 1010-1016. DOI: <https://doi.org/10.25026/jsk.v5i6.2134>

## 1 Pendahuluan

Indonesia merupakan negara terkaya kedua dalam keanekaragaman hayati tanaman. Ada sekitar 40.000 tanaman obat yang tercatat. Sebanyak 950 diantaranya diketahui memiliki fungsi biofarmasi dan berpotensi sebagai obat, pangan kesehatan, dan produk nutrasetikal, baik bagi manusia, hewan, maupun tumbuhan. Oleh karena itu, bukan suatu kebetulan jika Indonesia dapat menjadi salah satu sumber

terbesar senyawa alam, khususnya senyawa antioksidan [1].

Salah satu sumber kaya senyawa antioksidan di Indonesia adalah pisang. Produksi pisang di Indonesia dua kali lipat dibandingkan buah-buahan tropis lainnya seperti mangga, manggis, jambu biji (sebesar 2,1 juta ton) dan nanas sebesar 1,8 juta ton pada tahun 2016. Pisang mengandung banyak nutrisi, termasuk serat dan antioksidan, yang

membantu mengurangi kerusakan akibat radikal bebas dan risiko penyakit [2].

Pisang kepok merupakan pisang yang dapat dimakan mentah atau setelah diolah. Kulit pisang merupakan bagian yang sering menjadi limbah dalam jumlah besar. Kulit pisang umumnya tidak banyak digunakan dalam praktiknya [3]. Kulit pisang kepok mengandung senyawa bioaktif dengan fungsi antioksidan, seperti tanin, saponin, dan flavonoid. Senyawa flavonoid dan fenolik yang terkandung dalam buah pisang mampu menurunkan konsentrasi kolesterol, asam lemak bebas dan trigliserida dalam serum dan jaringan [4].

Proses ekstraksi suatu bahan tanaman dipengaruhi oleh faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kandungan senyawa hasil ekstraksi, diantaranya: jenis pelarut, konsentrasi pelarut, metode ekstraksi dan suhu ekstraksi. Pemilihan metode ekstraksi harus dilakukan secara tepat agar dapat memperoleh senyawa dengan aktivitas yang diinginkan [5]. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk membandingkan dan menentukan metode ekstraksi yang dapat menghasilkan kadar flavonoid tertinggi, fenol tertinggi, dan aktivitas antioksidan dengan  $IC_{50}$  terendah. Metode ekstraksi yang digunakan adalah maserasi, refluks, dan *ultrasound assisted extraction* (UAE). Pemilihan metode ekstraksi ini penting dilakukan karena berhubungan dengan proses penarikan senyawa metabolit yang diinginkan yang dapat dimanfaatkan aktivitasnya pada bidang Kesehatan.

## 2 Metode Penelitian

### 2.1 Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan adalah kulit buah pisang kepok (*Musa acuminata x balbisiana*) muda, yang diperoleh dari Subang, Jawa Barat, akuades, n-heksana, etil asetat, etanol 70%, methanol,  $FeCl_3$ , HCl pekat, asam borat P, kloroform, asam sulfat pekat, HCl 2 N, pereaksi Bouchardat, pereaksi Mayer, asam oksalat P, asam asetat anhidrat, Petroleum eter, aseton, kloroform, dan DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil). Alat yang digunakan adalah wadah kaca, seperangkat alat refluks, dan sonikator.

### 2.2 Penyiapan Simplisia

Penyiapan sampel kulit buah *Musa acuminata x balbisiana* dikumpulkan dari Kabupaten Subang, Jawa Barat dan diidentifikasi di Sekolah Ilmu Teknologi Hayati ITB, Jawa Barat. Kulit buah disortir, dicuci, dan dikeringkan sebelum dihaluskan menjadi serbuk. Serbuk kulit buah pisang kepok selanjutnya diekstraksi dengan maserasi, refluks, dan UAE.

### 2.3 Ekstraksi Maserasi

Ekstrak etanol dibuat dengan cara serbuk simplisia kulit buah *Musa acuminata x balbisiana* ditimbang sebanyak 20 gram kemudian ditambahkan etanol 70% dengan perbandingan 1:5 pada metode maserasi selama 24 jam, sambil diaduk sesekali. Setelah penyaringan, residu diremaserasi sebanyak dua kali dengan cara yang sama. Filtrat digabungkan dan dipekatkan dengan *rotary evaporator* sehingga diperoleh ekstrak pekat yang akan digunakan untuk pengujian lebih lanjut.

### 2.4 Ekstraksi Refluks

Ekstraksi dengan menggunakan metode refluks dilakukan dengan cara sebanyak 20 gram dari simplisia *Musa acuminata x balbisiana* direndam menggunakan etanol 70% pada alat refluks. Perbandingan jumlah simplisia dengan pelarut yang digunakan adalah 1:5 selama 3 jam pada suhu 60°C. Larutan yang sudah selesai diekstraksi kemudian disaring dan dipekatkan dengan *rotary evaporator*.

### 2.5 Ekstraksi Ultrasound Assisted Extraction (UAE)

Ekstraksi dengan menggunakan metode UAE dilakukan dengan menggunakan etanol 70% selama 20 menit pada suhu 30°C dengan perbandingan pelarut 1:5. Larutan yang sudah selesai diekstraksi kemudian disaring dan dipekatkan dengan *rotary evaporator*.

### 2.6 Penentuan Kadar Flavonoid

Penentuan kadar flavonoid total dilakukan dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. Absorbansi dibaca pada panjang gelombang 415 nm. Analisis dilakukan dalam replikasi sebanyak tiga untuk setiap ekstrak. Larutan standar Quercetin (36-100  $\mu\text{g/ml}$ ) digunakan untuk mendapatkan kurva kalibrasi. Total

kandungan flavonoid ditunjukkan sebagai persentase dari total quercetin ekuivalen per 100 g ekstrak (g QE/100 g).

## 2.7 Penentuan Kadar Fenolik Total

Evaluasi kandungan fenolik total dilakukan dengan menggunakan reagen Folin-Ciocalteu dengan sedikit modifikasi. Absorbansi diukur pada panjang gelombang 765 nm. Analisis dilakukan dalam rangkap tiga untuk setiap ekstrak. Larutan standar asam galat (105-200 µg/ml) digunakan untuk mendapatkan kurva kalibrasi. Kandungan fenolik total disajikan sebagai persentase ekuivalen asam galat total per 100 g ekstrak (g GAE /100 g).

## 2.8 Penentuan IC<sub>50</sub>

Larutan DPPH dibuat dengan konsentrasi sebesar 50 µg/ml. Kemudian dibuat seri konsentrasi ekstrak dan ditambahkan ke dalam larutan DPPH 50 µg/ml (volume 1:1) untuk memulai reaksi untuk mendapatkan kurva kalibrasi dalam penentuan nilai IC<sub>50</sub>. Absorbansi dibaca setelah inkubasi 30 menit pada panjang gelombang 515 nm dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis Beckman Coulter DU 720. Analisis dilakukan dalam rangkap tiga untuk standar dan setiap ekstrak. Aktivitas antioksidan setiap ekstrak dengan metode DPPH ditentukan dengan menghitung persentase aktivitas antioksidan menggunakan reduksi absorbansi DPPH.

## 2.9 Uji Statistik

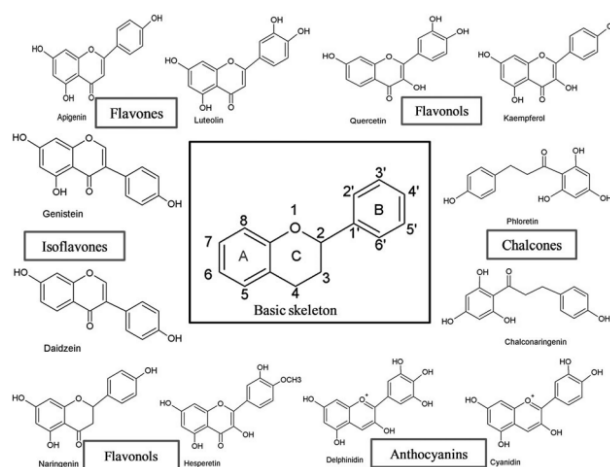
Analisis statistik yang digunakan adalah metode *One Way ANOVA*. Untuk dapat menggunakan *One Way ANOVA*, data yang akan dianalisis harus memenuhi persyaratan normalitas dengan menggunakan *Shapiro-Wilk* dan homogenitas menggunakan *Tukey LSD*. Jika persyaratan uji *One Way ANOVA* tidak terpenuhi, dapat menggunakan metode alternatif *Kruskall Wallis*.

## 3 Hasil dan Pembahasan

Maserasi adalah metode ekstraksi yang sangat sederhana dengan kelemahan waktu ekstraksi yang lama dan efisiensi ekstraksi yang rendah. Maserasi dapat digunakan untuk ekstraksi komponen yang bersifat termolabil [6]. Ekstraksi refluks adalah proses ekstraksi

padat-cair menggunakan suhu konstan dengan penguapan pelarut berulang dan kondensasi untuk jangka waktu tertentu tanpa kehilangan pelarut [7]. UAE adalah teknik ekstraksi canggih dengan potensi besar untuk memperoleh senyawa dari sampel. Teknik ini didasarkan pada penerapan suara frekuensi tinggi dan terbatas jumlah pelarut untuk menghasilkan ekstraksi yang efektif dari senyawa yang terkandung dalam matriks padat [8].

Flavonoid merupakan suatu kelompok senyawa metabolit sekunder yang paling banyak ditemukan di dalam jaringan tanaman. Flavonoid termasuk dalam golongan senyawa fenolik dengan struktur kimia C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>. Kerangka dasar flavonoid terdiri dari satu cincin aromatik A, satu cincin aromatik B, dan cincin tengah berupa heterosiklik yang mengandung oksigen dan bentuk teroksidasi cincin ini dijadikan dasar pembagian flavonoid ke dalam sub-sub kelompoknya. Flavonoid memiliki berbagai efek biokimia dan antioksidan yang menguntungkan yang terkait dengan berbagai penyakit seperti kanker, penyakit Alzheimer (AD), aterosklerosis [9]. Pembagian sub-sub kelompok flavonoid dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Struktur dasar flavonoid dan klasifikasinya [9].

Uji kadar flavonoid dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 415 nm. Diperoleh kurva baku dengan persamaan regresi  $y = 0,0098x - 0,1384$  dan  $r^2$  sebesar 0,9973 yang menandakan

bahwa kurva baku yang diperoleh sudah linier. Suatu kurva dinilai linier jika nilai  $r^2$  mendekati nilai 1 [10]. Nilai konsentrasi flavonoid pada tiap metode ekstraksi dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan hasil yang diperoleh, metode ekstraksi menggunakan UAE menghasilkan kadar flavonoid paling tinggi dibandingkan maserasi dan refluks yaitu berkisar  $7,115 \pm 0,226$  g QE/100 g. hal tersebut disebabkan karena pada metode UAE menggunakan gelombang ultrasonik yang dapat memecahkan dinding sel yang akan membantu terlepasnya senyawa aktif keluar dan terdapat bantuan dari pemanasan yaitu  $30^\circ\text{C}$  sehingga mempermudah senyawa yang terkandung untuk keluar dari selnya [11]. Kemudian dilanjutkan analisis statistik menggunakan *One Way ANOVA* sehingga diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,000. Hal ini bermakna bahwa tiap metode yang digunakan memiliki peningkatan kadar flavonoid yang signifikan.

Tabel 1 Kadar flavonoid pada metode ekstraksi maserasi, refluks, dan UAE

Metode Ekstraksi	Kadar Flavonoid (g QE/100 g)	Signifikansi
Maserasi	$4,782 \pm 0,258$	0,000
Refluks	$5,877 \pm 0,196$	
UAE	$7,115 \pm 0,226$	

Evaluasi kandungan fenolik total dilakukan dengan menggunakan reagen Folin-Ciocalteu dengan spektrofotometer UV-Vis. Absorbansi diukur pada panjang gelombang 765 nm. Diperoleh kurva baku dengan persamaan linieritas yaitu  $y = 0,0091x - 0,2781$  dengan nilai  $r^2$  sebesar 0,9962 yang menunjukkan bahwa kurva baku yang diperoleh telah linier. Suatu kurva dinilai linier jika nilai  $r^2$  mendekati 1 [10]. Konsentrasi tertinggi fenol total yang diperoleh dari beberapa metode ekstraksi didapat melalui metode UAE, yaitu berkisar  $10,104 \pm 0,345$  g GAE /100 g. Metode UAE memiliki kelebihan dibandingkan metode ekstraksi maserasi dan refluks yaitu dapat meningkatkan kemampuan cairan menembus dinding sel, laju perpindahan massa lebih cepat, meningkatkan efisiensi ekstraksi, menggunakan suhu rendah, volume pelarut kecil dan waktu singkat. [12]. Kemudian dilanjutkan analisis statistik menggunakan *One Way ANOVA*

sehingga diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,027. Hal ini bermakna bahwa tiap metode yang digunakan memiliki peningkatan kadar fenol yang signifikan.

Tabel 2 Kadar fenol pada metode ekstraksi maserasi, refluks, dan UAE

Metode Ekstraksi	Kadar Fenol (g GAE /100 g)	Signifikansi
Maserasi	$8,172 \pm 0,505$	0,027
Refluks	$9,123 \pm 0,224$	
UAE	$10,104 \pm 0,345$	

Uji penentuan  $IC_{50}$  antioksidan pada tiap metode ekstraksi dilakukan dengan menggunakan DPPH yang ditambahkan dengan ekstrak dalam perbandingan 1:1 kemudian diinkubasi pada tempat gelap selama 30 menit dan pada panjang gelombang 517 nm. Hasil yang diperoleh adalah aktivitas antioksidan dengan menggunakan metode UAE menghasilkan  $IC_{50}$  terendah yaitu berkisar  $23,147 \pm 0,314$   $\mu\text{g/ml}$ . Jika dibandingkan dengan  $IC_{50}$  dari asam askorbat,  $IC_{50}$  pada ekstrak yang dihasilkan oleh metode UAE lebih tinggi sehingga bermakna aktivitasnya lebih rendah dibandingkan asam askorbat [13]. Hasil uji aktivitas antioksidan sejalan terhadap hasil uji fenol dan flavonoid. Hal ini juga didukung oleh beberapa penelitian yang menunjukkan bahwa fenol dan flavonoid mempunyai pengaruh terhadap aktivitas antioksidan, di mana atom hidrogen donor fenol dan flavonoid akan mengalami pembelahan dan menghasilkan senyawa non radikal difenilpikrilhidrazin yang ditandai dengan adanya perubahan warna [14]. Kemudian dilanjutkan analisis statistik menggunakan *One Way ANOVA* sehingga diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,000. Hal ini bermakna bahwa tiap metode yang digunakan memiliki perbedaan aktivitas antioksidan yang signifikan. Berdasarkan nilai  $IC_{50}$  pada tiap metode maka aktivitas antioksidan yang dimiliki dikategorikan sangat kuat dengan ketentuan  $<50$   $\mu\text{g/ml}$  (sangat kuat),  $50 - 100$   $\mu\text{g/ml}$  (kuat),  $101 - 250$   $\mu\text{g/ml}$  (sedang),  $251 - 500$   $\mu\text{g/ml}$  (lemah), dan  $>500$   $\mu\text{g/ml}$  (tidak aktif) [15].

Tabel 3 IC<sub>50</sub> aktivitas antioksidan pada metode ekstraksi maserasi, refluks, dan UAE

Metode Ekstraksi	IC <sub>50</sub> (µg/ml)	Kategori [15]	Signifikansi
Maserasi	39,493 ± 0,819	Sangat kuat	0,000
Refluks	28,203 ± 0,516	Sangat kuat	
UAE	23,147 ± 0,314	Sangat kuat	
Asam Askorbat	0,490 ± 0,006	Sangat kuat	

Etanol menjadi pilihan pelarut untuk mengekstrak target flavonoid dan fenol yang bersifat polar. Faktor konsentrasi etanol menjadi penentu polaritas pelarut ekstraksi karena berhubungan dengan gaya hidrofobik, kekuatan ikatan hidrogen komponen target di dalam pelarut, mempengaruhi kelarutan, dan laju ekstraksi komponen target. Konsentrasi etanol lebih besar dari 70% dapat menyebabkan tingkat ekstraksi komponen target sedikit menurun. Hal tersebut disebabkan oleh proses denaturasi protein meningkatkan resistensi difusi pada konsentrasi etanol yang lebih tinggi [16]. Konsentrasi etanol yang digunakan berperan penting pada proses ekstraksi terutama menggunakan metode UAE, etanol dengan konsentrasi kurang dari 70% menghasilkan rendemen yang lebih besar dibandingkan etanol lebih dari 70%. Kandungan air pada etanol dapat meningkatkan kemampuan untuk mengekstrak senyawa polar seperti flavonoid dan fenol [17].

#### 4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh metode ekstraksi *Ultrasound Assisted Extraction* (UAE) merupakan metode ekstraksi terbaik jika dibandingkan dengan maserasi dan refluks yaitu dengan kadar flavonoid total sebesar 7,115 ± 0,226 g QE/100 g, kadar fenol total sebesar 10,104 ± 0,345 g GAE /100 g, dan IC<sub>50</sub> antioksidan terendah sebesar 23,147 ± 0,314 µg/ml.

#### 5 Pernyataan

##### 5.1 Penyandang Dana

Penelitian ini tidak mendapatkan dana dari sumber manapun.

##### 5.2 Kontribusi Penulis

Semua penulis berkontribusi dalam penulisan artikel ini.

#### 5.3 Konflik Kepentingan

Tidak ada konflik kepentingan.

#### 6 Daftar Pustaka

- [1] N. Wathoni, A. Haerani, N. Yuniarsih, and R. Haryanti, 2018. A review on herbal cosmetics in Indonesia. *Int. J. Appl. Pharm.*, vol. 10, no. 5, pp. 13–16.
- [2] N. Nurul H, 2016. Going Banana For a healthier lifestyle. *Dir. Gen. Natl. Export Dev. Minist. Trade Repub. Indones.*, no. October, pp. 1–12.
- [3] N. A. Mohd Jamil *et al.* 2022. Isolation of Cellulose Nanocrystals from Banana Peel Using One-Pot Microwave and Mild Oxidative Hydrolysis System. *Nanomaterials*, vol. 12, no. 19, pp. 1–18.
- [4] N. Ushrina, M. Akmal, R. Rinidar, M. Sabri, and G. Gholib, 2020. Effect of Kepok Banana Peel Extract (*Musa spp.*) on the Number of Pituitary Basophil Cells in Rats (*Rattus norvegicus*) with High-Fat Diet. *E3S Web Conf.*, vol. 151, no. 25, pp. 1–4.
- [5] R. Yulia Senja, E. Issusilaningtyas, A. Kharis Nugroho, and E. Prawita Setyowati, 2014, The Comparison Of Extraction Method And Solvent Variation On Yield And Antioxidant Activity Of Brassica Oleracea L. Var. Capitata F. Rubra Extract. *Tradit. Med. J.*, vol. 19, no. 1, p.
- [6] N. Čujić, K. Šavikin, T. Janković, D. Pljevljakušić, G. Zdunić, and S. Ibrić, 2016. Optimization of polyphenols extraction from dried chokeberry using maceration as traditional technique. *Food Chem.*, vol. 194, pp. 135–142.
- [7] L. S. Chua, N. A. Latiff, and M. Mohamad, 2016. Reflux extraction and cleanup process by column chromatography for high yield of andrographolide enriched extract. *J. Appl. Res. Med. Aromat. Plants*, vol. 3, no. 2, pp. 64–70.
- [8] M. Herrero, M. Plaza, A. Cifuentes, and E. Ibáñez, 2012. Extraction techniques for the determination of phenolic compounds in food. *Compr. Sampl. Sample Prep. Anal. Tech. Sci.*, vol. 4, pp. 159–180.
- [9] A. N. Panche, A. D. Diwan, and S. R. Chandra, 2016. Flavonoids: An overview. *J. Nutr. Sci.*, vol. 5.
- [10] S. A. A. Rohmah, A. Muadifah, and R. D. Martha, 2021. Validasi Metode Penetapan Kadar Pengawet Natrium Benzoat pada Sari Kedelai di Beberapa Kecamatan di Kabupaten Tulungagung Menggunakan Spektrofotometer Uv-Vis. *J. Sains dan Kesehatan.*, vol. 3, no. 2, pp. 120–127.
- [11] U. Suhendar, N. F. Utami, D. Sutanto, and S. M. Nurdayanty, 2020. Pengaruh Berbagai Metode Ekstraksi Pada Penentuan Kadar Flavonoid

- Ekstrak Etanol Daun Iler (*Plectranthus scutellarioides*). *Fitofarmaka J. Ilm. Farm.*, vol. 10, no. 1, pp. 76–83.
- [12] C. V. Marlina Kristina, N. L. Ari Yusasrini, and N. M. Yusa, 2022. Pengaruh Waktu Ekstraksi Dengan Menggunakan Metode Ultrasonic Assisted Extraction (UAE) Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Duwet (*Syzygium cumini*). *J. Ilmu dan Teknol. Pangan*, vol. 11, no. 1, p. 13.
- [13] R. S. Firdausia, K. Sholehah, I. Kurniasih, A. Diani, and R. Rusmeilina, 2023. *Chimica et Natura Acta Analisis Potensi Antioksidan Daun Kayu Bulan (Pisonia alba Span .)*. vol. 11, no. 1, pp. 22–28.
- [14] Jonathan Lebeau; Christophe Furman; Jean-Luc Bernier; Patrick Duriez; Elisabeth Teissier; Nicole Cotellesome, 1990. Antioxidant Properties Of Di-Tert-Butylhydroxylated Flavonoids. *Radiat. Oncol.*, vol. 6, no. February, pp. 371–375.
- [15] A. H. Kusumawati, 2021. Antioxidant Activity and Sun Protection Factor of Black Glutinous Rice ( *Oryza Tropical Journal of Natural Product Research Antioxidant Activity and Sun Protection Factor of Black Glutinous Rice ( Oryza sativa*). no. December.
- [16] S. Loghmanifar, L. R. Nasiraie, H. Nouri, and S. Jafarian, 2021. Optimization of ultrasound-assisted garlic extraction using response surface methodology. *Sci. Iran.*, vol. 29, no. 6 C, pp. 3188–3197.
- [17] V. Ummat *et al.*, 2020. Optimisation of ultrasound frequency, extraction time and solvent for the recovery of polyphenols, phlorotannins and associated antioxidant activity from brown seaweeds. *Mar. Drugs*, vol. 18, no. 50.