

## **Karakteristik Antioksidan Daun Pepe (*Gymnema reticulatum* Br.) Pada Berbagai Waktu Ekstraksi Dengan Metode Kombinasi Maserasi Dinamis dan Ultrasonikasi**

### ***Antioxidant Characteristics of Pepe Leaves (*Gymnema reticulatum* Br.) at Various Extraction Times by Combination Method of Dynamic Maceration and Ultrasonic***

**Gede Agung Artha Deva Jayadhi Narayana, Gusti Ayu Kadek Diah Puspawati\*, I Desak  
Putu Kartika Pratiwi**

Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas teknologi Pertanian, Universitas Udayana  
Kampus Bukit Jimbaran, Badung-Bali

\*Penulis korepondensi: Gusti Ayu Kadek Diah Puspawati, Email: [dipa\\_ftp@yahoo.com](mailto:dipa_ftp@yahoo.com)

#### **Abstract**

Pepe leaf (*Gymnema reticulatum* Br.) is a creeping plant indigenous to India and Pakistan that typically grows in hedgerows and thickets. The leaves are traditionally consumed as an herbal beverage called "loloh" and are known to contain a variety of bioactive compounds. However, the antioxidant potential of different extraction techniques has not been thoroughly investigated. Recently, a combined extraction approach using dynamic maceration and ultrasonication has been introduced, though research on its efficiency remains limited, particularly concerning the influence of extraction time. This study aimed to evaluate how different extraction durations affect the antioxidant properties of pepe leaf extract when processed through the combined method and to determine the most effective duration for maximizing antioxidant activity. The experiment followed a Completely Randomized Design (CRD) comprising five extraction treatments: 60 minutes of dynamic maceration, 30 minutes of ultrasonication, and three time ratios of combined maceration-ultrasonication (10:10, 20:20, and 30:30 minutes). Each treatment was conducted in triplicate, yielding a total of 15 experimental units. Data analysis was carried out using ANOVA, followed by Duncan's Multiple Range Test (DMRT) for significantly different results. Findings revealed that extraction time significantly ( $P<0.05$ ) affected yield, total chlorophyll content, phenolic content, flavonoid levels, and IC<sub>50</sub> values. The 30:30 minute combination treatment produced the extract with the most potent antioxidant activity, achieving an IC<sub>50</sub> value of 255.82 ppm—classified as very weak—along with a yield of 34.18%, total chlorophyll of 14.26 mg/L, total phenol of 37.23 mg GAE/g, and flavonoids of 35.20 mg QE/g.

**Keywords:** *antioxidant, pepe leaves, dynamic maceration, ultrasonic, time extraction*

#### **Abstrak**

Daun pepe (*Gymnema reticulatum* Br.) merupakan tanaman yang berasal dari India dan Pakistan yang hidup di belukar atau pagar dengan cara merambat. Daun ini dapat dimanfaatkan menjadi minuman tradisional (*loloh*) serta mengandung beberapa senyawa bioaktif, tetapi belum komprehensif potensi antioksidan pada beberapa metode ekstraksi. Metode kombinasi antara maserasi dinamis dan ultrasonikasi telah dikembangkan, namun kajiannya terbatas dan efektivitas metode kombinasi dipengaruhi oleh variasi waktu ekstraksi yang digunakan. Tujuan penelitian ini meliputi: mengetahui pengaruh waktu ekstraksi terhadap karakteristik antioksidan ekstrak daun pepe menggunakan kombinasi metode maserasi dinamis dan ultrasonikasi, dan menentukan waktu ekstraksi yang tepat untuk menghasilkan ekstrak daun pepe dengan aktivitas antioksidan tertinggi. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan waktu ekstraksi yang terdiri dari 5 taraf, yaitu maserasi dinamis 60 menit, ultrasonikasi 30 menit, kombinasi maserasi dinamis-ultrasonikasi 10:10 menit, kombinasi maserasi dinamis-ultrasonikasi 20:20 menit, dan kombinasi maserasi dinamis-ultrasonikasi 30:30 menit. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali sehingga diperoleh 15 unit percobaan. Data dianalisis menggunakan

sidik ragam dan perlakuan yang berpengaruh terhadap parameter uji dilanjutkan dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu ekstraksi pada daun pepe menggunakan metode kombinasi maserasi dan ultrasonikasi berpengaruh signifikan ( $P < 0,05$ ) terhadap rendemen, total klorofil, total fenol, total flavonoid, dan  $IC_{50}$ . Metode kombinasi maserasi dan ultrasonikasi pada waktu ekstraksi 30:30 menit mampu menghasilkan ekstrak dengan aktivitas antioksidan tertinggi berdasarkan  $IC_{50}$  sebesar 255,82 ppm dan tergolong antioksidan sangat lemah, rendemen 34,18%, total klorofil 14,26 mg/L total fenol 37,23 mg GAE/g, dan total flavonoid 35,20 mg QE/g.

**Kata Kunci:** antioksidan, daun pepe, maserasi dinamis, ultrasonikasi, waktu ekstraksi

## PENDAHULUAN

Tanaman pepe (*Gymnema reticulatum* Br.) merupakan tumbuhan yang berasal dari negara asia selatan yaitu India dan Pakistan yang hidup dengan merambat. Daun pepe sering dimanfaatkan oleh masyarakat Bali sebagai jamu tradisional (*loloh*) yang dipercaya memiliki manfaat kesehatan bagi tubuh. Pada umumnya, tanaman gymnema memiliki kandungan senyawa bioaktif seperti fenolik dan flavonoid (Laha & Paul, 2019). Senyawa bioaktif tersebut dapat bermanfaat sebagai sumber antioksidan. Aryal et al., (2019) melaporkan antioksidan dapat berpotensi menekan beberapa penyakit tidak menular seperti kardiovaskular, kanker, dan diabetes. Pemanfaatan komponen bioaktif yang berfungsi sebagai antioksidan dapat menggunakan teknik ekstraksi. Ekstraksi adalah metode pemisahan senyawa aktif dari suatu matriks bahan dengan memanfaatkan pelarut yang memiliki polaritas sesuai dengan karakteristik senyawa target. Prayoga et al., (2019) melaporkan ekstraksi daun pepe menggunakan metode maserasi selama 30 jam menggunakan pelarut aseton telah dilakukan sebelumnya sebagai hasil

terbaik. Pemilihan metode ekstraksi mempengaruhi aktivitas ekstrak serta stabilitas dan kadar komponen bioaktif yang tersari ke dalam pelarut (Marwati et al., 2022).

Maserasi merupakan metode ekstraksi konvensional yang sering digunakan karena pengambilan kandungan bioaktif dari bahan yang diinginkan tidak menggunakan pemanasan sehingga tidak mudah merusak komponen bioaktif pada bahan dan peralatan yang digunakan sederhana (Dewitasari, 2020). Namun, metode maserasi dinilai memiliki aspek yang kurang efektif karena waktu ekstraksi yang dibutuhkan cukup lama dan kualitas ekstrak yang dihasilkan kurang optimal (Yuniati et al., 2022). Pereira et al., (2018) melaporkan ekstraksi dengan metode maserasi berbantu pengadukan *magnetic stirrer (dynamic maceration)* dengan kecepatan 900 rpm selama 1 jam pada bunga *chamomile* dapat meningkatkan kandungan flavonoid dan aktivitas antioksidan serta mempersingkat waktu ekstraksi dibandingkan dengan metode maserasi konvensional. Dewasa ini telah berkembang metode ekstraksi modern salah satunya adalah ultrasonikasi. Metode

ultrasonikasi memanfaatkan gelombang kavitasi yaitu gelombang akustik untuk memecah dinding sel sehingga pelarut dapat masuk ke dalam sampel (Kristina et al., 2022). Metode ultrasonikasi memiliki kelebihan jika dibandingkan dengan metode maserasi yaitu laju perpindahan massa lebih cepat (Hartuti & Supardan, 2013), meningkatkan penetrasi dari cairan menuju dinding sel (Kanifah et al., 2015), penggunaan pelarut lebih sedikit, dan waktu yang tergolong singkat (Ebringerová & Hromádková, 2010). Sayuti, (2017) melaporkan ekstraksi bambu laut pada metode ultrasonikasi menghasilkan rendemen lebih rendah dibandingkan dengan metode maserasi pada bagian kulit.

Upaya yang kini dilakukan adalah mengkombinasikan metode maserasi dinamis dengan ultrasonikasi. Medlej et al., (2020) melaporkan dengan mengkombinasi metode maserasi dinamis dan ultrasonikasi pada tanaman *ornithogalum* dapat mengurangi waktu ekstraksi, penggunaan suhu relatif rendah sehingga tidak merusak komponen bioaktif selama proses ekstraksi, dan pelarut yang digunakan lebih sedikit. Hal ini sejalan dengan penelitian Andishmand et al., (2023) bahwa menggunakan metode kombinasi ultrasonikasi dan maserasi pada kulit buah delima dapat meningkatkan rendemen ekstrak, aktivitas antioksidan, dan total fenol pada ekstrak yang dihasilkan. Namun, waktu kombinasi terbaik metode maserasi dan

ultrasonikasi pada dua bahan tersebut berbeda. Medlej et al., (2020) melaporkan waktu ekstraksi yang optimal pada tanaman *ornithogalum* dengan metode kombinasi maserasi dan ultrasonikasi adalah 20 menit maserasi dan 20 menit ultrasonikasi, sedangkan menurut Andishmand et al., (2023) waktu ekstraksi yang optimal dengan metode ekstraksi kombinasi maserasi dinamis dan ultrasonikasi yaitu 24 jam maserasi dinamis dan 70 menit ultrasonikasi. Hingga kini, laporan mengenai waktu yang tepat untuk mengekstrak senyawa bioaktif dan aktivitas antioksidan pada daun pepe dengan metode kombinasi maserasi dan ultrasonikasi. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui pengaruh waktu ekstraksi pada metode kombinasi maserasi dinamis dan ultrasonikasi terhadap aktivitas antioksidan ekstrak daun pepe serta mengidentifikasi waktu ekstraksi yang paling optimal dalam menghasilkan aktivitas antioksidan tertinggi.

## METODE

### Bahan Penelitian

Penelitian ini menggunakan daun pepe dengan 2 sampai 8 daun pucuk tanaman sebagai bahan utama yang diperoleh di Desa Samplangan Gianyar, Bali. Bahan lain pada penelitian ini meliputi bahan-bahan kimia seperti aquades (*Bratachem*), Etanol 70% (*Bratachem*), *dry ice*, aseton 80% (*Merck*), reagen Folin-Ciocalteu (*Merck*), metanol Pa (*Merck*),

$\text{AlCl}_3$  10% (Merck),  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  5% (Merck),  $\text{NaNO}_2$  5% (Merck), NaOH 1 M (Merck), asam galat (Sigma-Aldrich), quersetin (Sigma-Aldrich), 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazil (DPPH) (Sigma).

#### **Alat Penelitian**

Alat yang digunakan adalah *food dehydrator* (getra), baskom, *aluminium foil*, blender (philips), ayakan 60 mesh, pinset, spatula, batang pengaduk, timbangan analitik (Radwag AS 220.R2 PLUS), tabung reaksi (pyrex), *magnetic stirrer*, *hot plate* (Thermo Scientific), termometer, *ultrasonic bath cleaner* (cole-palmer), labu takar 10 ml, tabung reaksi (pyrex), tabung sentrifugasi (iwaki), sentrifugasi (Corona), botol sampel, pipet volume, kertas saring Whatman no 1, vortex, corong, pipet *micro* (scorex), *rotary vacuum evaporator* (Ika Labortechnik), kuvet, spektrofotometer UV-VIS (Genesys 10s Uv-Vis).

#### **Rancangan Percobaan**

Penelitian ini dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pada lima taraf perlakuan berdasarkan variasi perbandingan waktu ekstraksi dengan metode kombinasi maserasi dinamis dan ultrasonikasi meliputi yaitu P1 = maserasi dinamis (60 menit), P2 = ultrasonikasi (30 menit), P3 = maserasi dinamis : ultrasonikasi (10:10 menit), P4 = maserasi dinamis : ultrasonikasi (20:20 menit), P5 = maserasi dinamis : ultrasonikasi (30:30 menit). Setiap perlakuan dilakukan

pengulangan 3 kali, sehingga total unit percobaan sebanyak 15 .

#### **Pelaksanaan Penelitian**

##### **Pembuatan Simplisia Daun Pepe**

Proses pembuatan simplisia daun pepe mengacu pada penelitian Prayoga et al., (2019). Daun pepe yang digunakan adalah 2 sampai 8 daun pucuk tanaman sebanyak 500 g. Daun pepe dicuci menggunakan air mengalir lalu ditiriskan sampai kering. Daun pepe dikeringkan menggunakan *food dehydrator* selama 24 jam pada suhu 40°C. Daun yang sudah kering kemudian dihancurkan dengan blender dan dilakukan pengecilan ukuran partikel menggunakan ayakan 60 mesh sehingga simplisia daun pepe didapatkan.

##### **Pembuatan Ekstrak Daun Pepe**

Ekstraksi daun pepe menggunakan metode kombinasi maserasi dan ultrasonikasi mengacu berdasarkan penelitian Prayoga et al., (2019) dan Kristina et al., (2022) yang dimodifikasi. Proses ekstraksi diawali dengan simplisia daun pepe ditimbang sebanyak 10 gram pada timbangan analitik, kemudian dicampur dengan pelarut etanol 70% dalam rasio 1:10 (b/b). Ekstraksi awal dilakukan dengan metode maserasi dinamis menggunakan *magnetic stirrer* diatas *hot plate* pada suhu 30°C sesuai waktu perlakuan (10, 20, 30, dan 60 menit) dengan kecepatan *shaking* 600 rpm. Ekstraksi kemudian dilanjutkan menggunakan metode ultrasonikasi pada *ultrasonic bath cleaner* frekuensi 40 KHz

sesuai perlakuan (10, 20 dan 30 menit) dengan suhu 40°C. Setelah ekstraksi selesai, campuran disaring menggunakan kertas Whatman No. 1. Filtrat yang dihasilkan kemudian dipekatkan dengan alat *rotary vacuum evaporator* pada tekanan 760 atm, suhu 45°C dan putaran 100 rpm hingga pelarut sudah tidak ada yang menguap dan ekstrak mengental.

### Variabel yang Diamati

Variabel yang diamati dalam penelitian ini meliputi : rendemen (AOAC, 1990), uji klorofil berdasarkan metode spektrofotometri UV-Vis (Nollet, 2004), total fenol berdasarkan metode Spektrofotometri UV-Vis menggunakan reagen folin-ciocalteu (Sakanaka et al., 2003), total flavonoid berdasarkan metode

spektrofotometri UV-Vis menggunakan reagen  $AlCl_3$  (Xu & Chang, 2005), aktivitas antioksidan berdasarkan  $IC_{50}$  dengan metode DPPH (Khan, 2012).

### Analisis Data

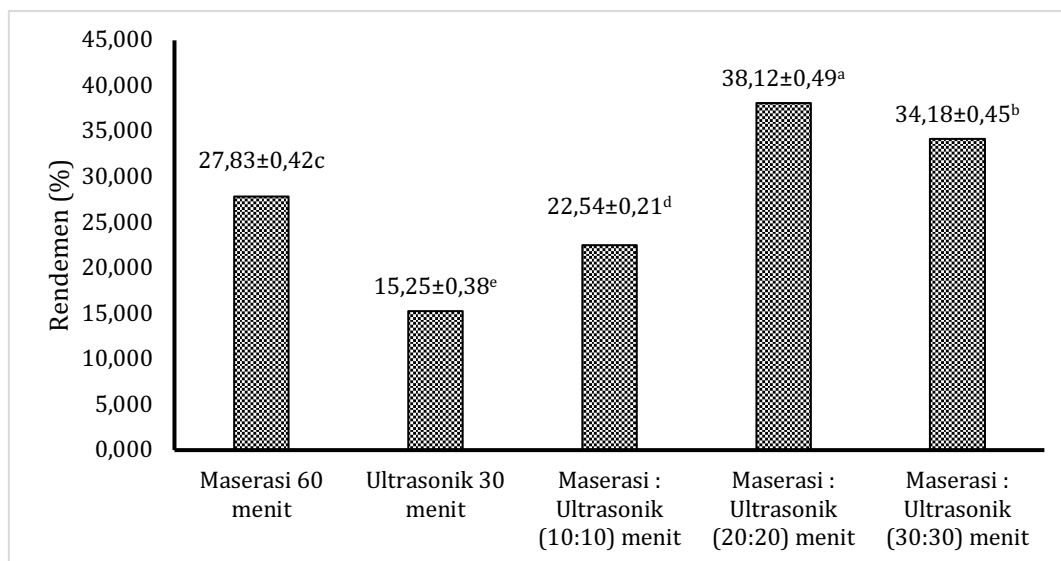
Data hasil penelitian yang didapatkan, dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA), bila terdapat pengaruh nyata antar perlakuan terhadap parameter uji, dilanjutkan dengan *Duncas's Multiple Range Test* (DMRT) pada tingkat signifikansi 5% menggunakan software SPSS Statistic 26 (Gomez & Gomez, 1995). Korelasi antara total fenol, total flavonoid, total klorofil dan aktivitas antioksidan dianalisis menggunakan metode korelasi *Pearson's* pada taraf signifikansi 1% (Fidrianny et al., 2015).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Rendemen

Berdasarkan data sidik ragam diketahui bahwa waktu ekstraksi menggunakan metode kombinasi maserasi dinamis dan ultrasonikasi berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap rendemen ekstrak daun pepe. Nilai rata-rata dari rendemen ekstrak daun pepe ditampilkan pada Gambar 1. Rendemen ekstrak daun pepe berkisar antara 15,25% hingga 38,12%. Rendemen tertinggi diperoleh dari metode kombinasi maserasi dinamis dan ultrasonikasi pada waktu 20:20 menit (P4) yaitu 38,12% dan rendemen terendah diperoleh dari waktu ekstraksi

ultrasonikasi 30 menit (P2) yaitu 15,25%. Hasil rendemen ekstrak mengalami perbedaan berdasarkan penggunaan metode dan waktu ekstraksi. Rendemen pada metode maserasi dinamis menunjukkan hasil yang lebih tinggi dibandingkan metode ultrasonikasi. Hal ini diakibatkan oleh waktu ekstraksi yang digunakan pada metode maserasi dinamis lebih lama dibandingkan metode ultrasonikasi. Waktu ekstraksi yang lebih panjang mengakibatkan interaksi antara pelarut dan bahan lebih lama, sehingga memungkinkan terjadinya perpindahan massa melalui mekanisme difusi.



Keterangan : Nilai rata-rata (pengulangan n = 3) ± standar deviasi. Nilai notasi dengan huruf berbeda menyatakan perlakuan berbeda nyata ( $P>0,05$ ).

Gambar 1. Grafik Hubungan Antara Rendemen Dengan Waktu Ekstraksi Daun Pepe Pada Metode Kombinasi Maserasi Dinamis dan Ultrasonikasi.

Proses ekstraksi tetap berjalan hingga mencapai kondisi kesetimbangan konsentrasi antara senyawa terlarut di dalam matriks bahan dan pelarut (Sayuti, 2017). Variasi waktu ekstraksi dapat memengaruhi efektivitas pelarut etanol 70% dalam berdifusi serta berinteraksi dengan senyawa-senyawa polar dan non-polar, yang diduga menjadi penyebab utama perbedaan rendemen yang diperoleh.

Penggunaan metode kombinasi maserasi dinamis dan ultrasonikasi dapat memberikan peningkatan rendemen pada ekstraksi daun pepe dibandingkan hanya menggunakan satu metode saja. Pada metode kombinasi maserasi dinamis dan ultrasonikasi dengan waktu ekstraksi 20:20 menit menunjukkan nilai rendemen tertinggi. Peningkatan waktu ekstraksi dari perbandingan waktu 10:10 hingga 20:20

menit menyebabkan kenaikan suhu, sehingga gelombang akustik dapat memasuki dinding sel dan menstimulasi partikel-partikel bahan untuk menghasilkan panas hingga terjadi kavitasi sehingga memudahkan pelarut dalam menyari komponen-komponen bioaktif sehingga terjadi peningkatan rendemen ekstrak. Waktu ekstraksi yang tepat menciptakan kesetimbangan antara pelarut dengan bahan yang terekstrak. Penggunaan metode kombinasi maserasi dinamis dan ultrasonikasi pada perbandingan waktu 30:30 menit menyebabkan timbulnya panas yang berlebih sehingga pelarut mengalami penguapan dan senyawa-senyawa aktif yang sensitif terhadap panas menjadi teroksidasi lalu dapat menurunkan nilai rendemen ekstrak (Ibrahim et al, 2015). Proses difusi akan terhambat dengan menggunakan suhu

ekstraksi yang terlalu rendah, sehingga senyawa bioaktif tidak dapat terekstrak secara maksimal (Sekarsari et al., 2019).

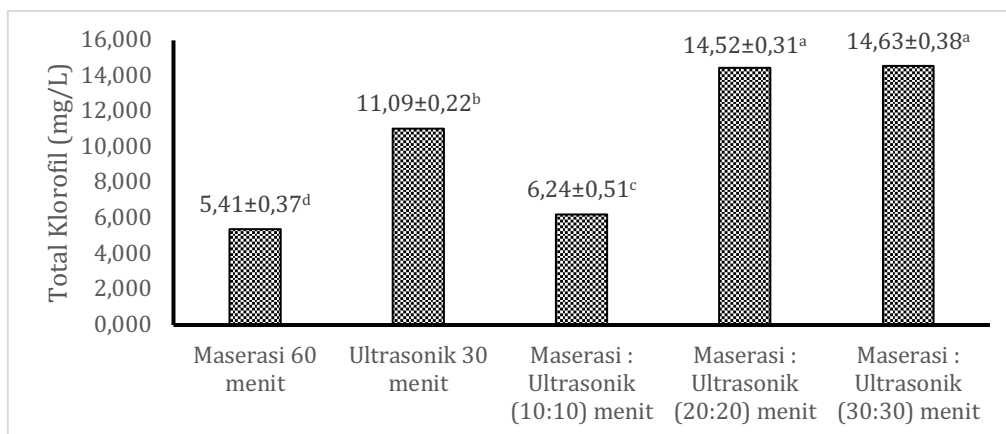
Rendemen ekstrak daun pepe pada penelitian ini menggunakan metode maserasi dinamis selama 60 menit dengan pelarut etanol 70% menghasilkan rendemen yang lebih rendah yaitu 27,83% jika dibandingkan dengan ekstrak daun pepe yang dilaporkan oleh Prayoga et al., (2019) menggunakan metode maserasi selama 30 jam dalam pelarut aseton 70% menunjukan nilai rendemen lebih tinggi yaitu 32,35%. Hal ini menunjukkan bahwa waktu ekstraksi dan perbedaan jenis pelarut berpengaruh terhadap hasil rendemen ekstrak. Ekstraksi daun pepe menggunakan metode kombinasi maserasi dinamis dan ultrasonikasi dapat menghasilkan rendemen ekstrak yang lebih tinggi yaitu 38,12% serta waktu yang diperlukan lebih singkat.

### **Total Klorofil**

Berdasarkan data sidik ragam diketahui bahwa waktu ekstraksi menggunakan metode kombinasi maserasi dinamis dan ultrasonikasi berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap total klorofil ekstrak daun pepe. Nilai rata-rata total klorofil ekstrak daun pepe ditampilkan pada Gambar 2.

Total klorofil ekstrak daun pepe berkisaran antara 5,41 mg/L sampai 14,63 mg/L. Total klorofil tertinggi diperoleh dari metode kombinasi maserasi dinamis dan

ultrasonikasi pada waktu 30:30 menit (P5) yaitu 14,63 mg/L yang tidak berbeda nyata dengan P4 yaitu 14,52 mg/L dan terendah diperoleh dari waktu ekstraksi maserasi dinamis 60 menit (P1) yaitu 5,41 mg/L. Pemilihan metode ekstraksi berpengaruh terhadap total klorofil yang dihasilkan. Berdasarkan hasil penelitian, total klorofil pada metode ultrasonikasi lebih tinggi dibandingkan metode maserasi dinamis. Hal ini disebabkan oleh adanya fenomena kavitasi yang diinduksi selama proses ekstraksi oleh gelombang ultrasonik (Kumar et al., 2021). Penggunaan metode kombinasi maserasi dinamis dan ultrasonikasi pada perbandingan waktu ekstraksi 30:30 menit dapat memberikan total klorofil tertinggi pada ekstraksi daun pepe. Ekstraksi pada perbandingan waktu 10:10 menit belum meningkatkan total klorofil, namun pada perbandingan waktu ekstraksi 20:20 menit dapat memberikan peningkatan total klorofil. Berdasarkan laporan Romero et al., (2019) & Grillo et al., (2020) bahwa waktu ekstraksi yang terlalu singkat tidak cukup untuk menyelesaikan ekstraksi sehingga meninggalkan senyawa yang diinginkan pada sampel. Oleh karena itu, peningkatan waktu ekstraksi dapat meningkatkan hasil hingga mencapai maksimum. Namun, peningkatan lebih lanjut dapat mengakibatkan degradasi oksidatif senyawa yang diekstraksi sehingga menurunkan hasil (Rahmawati et al., 2022).



Keterangan : Nilai rata-rata (pengulangan n = 3) ± standar deviasi. Nilai notasi dengan huruf berbeda menyatakan perlakuan berbeda nyata ( $P>0,05$ ).

Gambar 2. Grafik Hubungan Antara Total Klorofil Dengan Waktu Ekstraksi Daun Pepe Pada Metode Kombinasi Maserasi Dinamis dan Ultrasonikasi.

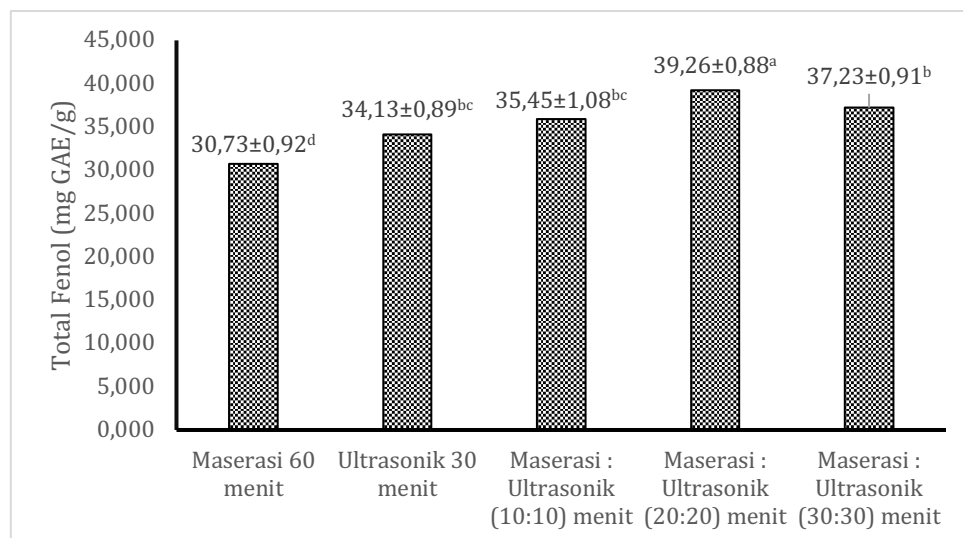
Fenomena ini menyebabkan kerusakan dinding sel, pemecahan organel di dalam sel (vakuola), perpindahan massa dan pelepasan pigmen seperti klorofil lebih besar (Linares & Rojas., 2022).

Rahma el at., (2023) melaporkan bahwa ekstraksi serai dapur dengan metode maserasi kinetik pada pelarut etanol selama 60 menit menghasilkan total klorofil 25,82 mg/L. Penelitian lainnya yang dilaporkan oleh Aryanti et al., (2016) memperoleh nilai total klorofil 30,327 mg/L dari ekstraksi daun suji dengan metode maserasi pelarut etanol selama 3 jam. Berdasarkan data dari penelitian Rahma el at., (2023) dan Aryanti et al., (2016), nilai total klorofil yang dihasilkan pada penelitian ini lebih rendah yaitu 14,63 mg/L sebagai nilai tertinggi. Perbedaan data hasil pengujian dapat

diakibatkan oleh jenis bahan yang digunakan, metode penelitian, waktu ekstraksi, suhu, ukuran matriks bahan dan jenis pelarut yang digunakan (Linares & Rojas., 2022).

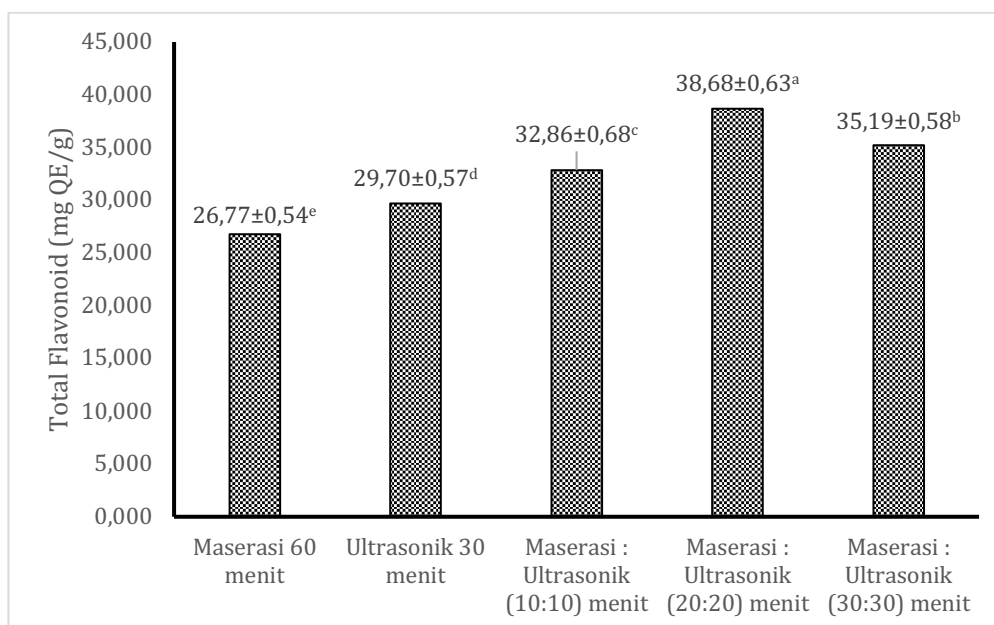
### Total Fenol

Berdasarkan data sidik ragam diketahui bahwa waktu ekstraksi menggunakan metode kombinasi maserasi dinamis dan ultrasonikasi berpengaruh nyata ( $P<0,05$ ) terhadap total fenol ekstrak daun pepe. Nilai rata-rata total fenol ekstrak daun pepe ditampilkan pada Gambar 3. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan mekanisme kavitasi yang diinduksi oleh gelombang ultrasonik menyebabkan dinding sel sampel terbuka sehingga senyawa fenolik pada inti sel mudah ditarik oleh pelarut (Safdar et al., 2017).



Keterangan : Nilai rata-rata (pengulangan n = 3) ± standar deviasi. Nilai notasi dengan huruf berbeda menyatakan perlakuan berbeda nyata ( $P>0,05$ ).

Gambar 3. Grafik Hubungan Antara Total Fenol Dengan Waktu Ekstraksi Daun Pepe Pada Metode Kombinasi Maserasi Dinamis dan Ultrasonikasi.



Keterangan : Nilai rata-rata (pengulangan n = 3) ± standar deviasi. Nilai notasi dengan huruf berbeda menyatakan perlakuan berbeda nyata ( $P>0,05$ ).

Gambar 4. Grafik Hubungan Antara Total Flavonoid Dengan Waktu Ekstraksi Daun Pepe Pada Metode Kombinasi Maserasi dan Ultrasonikasi.

Lestari et al., (2020) juga melaporkan bahwa saat intensitas gelombang ultrasonik ditingkatkan hingga mencapai kondisi maksimum, gaya intramolekuler tidak

mampu mempertahankan struktur molekul seperti pada keadaan awal, sehingga terbentuk kavitasi pada molekul. Ekstraksi menggunakan metode ultrasonikasi juga

memiliki keuntungan dibandingkan metode maserasi dinamis yaitu membutuhkan waktu yang lebih singkat dalam mengekstrak dan menghasilkan total fenol lebih tinggi.

Penggunaan metode kombinasi maserasi dinamis dan ultrasonikasi dapat memberikan peningkatan total fenol pada ekstraksi daun pepe dengan pelarut etanol 70%. Ekstraksi pada metode kombinasi maserasi dinamis dan ultrasonikasi pada perbandingan waktu 10:10 menit dapat meningkatkan kandungan total fenol dibandingkan hanya menggunakan salah satu metode ekstraksi saja dengan durasi yang lebih panjang. Pada waktu ini, senyawa fenol yang diekstrak belum mencapai hasil yang maksimal. Pada perbandingan waktu ekstraksi 20:20 menit menyebabkan kenaikan total fenol dan mencapai titik maksimalnya, namun perbandingan waktu ekstraksi 30:30 menit akan menurunkan jumlah total fenol ekstrak. Dzah et al., (2020) melaporkan bahwa waktu ekstraksi yang terlalu lama akan meningkatkan suhu sehingga semakin tinggi suhu saat proses ekstraksi berlangsung akan mengakibatkan peningkatan laju oksidasi fenol dan menurunkan hasil total senyawa fenolik dalam ekstrak. Senyawa fenol dapat mengalami proses oksidasi yang menghasilkan senyawa quinon, lalu berubah menjadi radikal semiquinon yang bersifat

Ekstraksi daun pepe dengan pelarut etanol 70% menunjukkan total flavonoid

sangat reaktif, sehingga menyebabkan penurunan kadar total fenol dalam sampel (Sugumaran et al., 2016).

Pada penelitian ini, kandungan fenol ekstrak daun pepe menggunakan metode maserasi dinamis selama 60 menit menghasilkan nilai yang lebih rendah yaitu 30,73 mg GAE/g dibandingkan dengan ekstrak daun pepe yang dilaporkan oleh Prayoga et al., (2019) menggunakan metode maserasi konvensional selama 30 jam menghasilkan total fenol yang lebih tinggi yaitu 36,14 mg GAE/g dalam pelarut aseton 70%. Penggunaan metode maserasi konvensional tanpa pengadukan memerlukan waktu kontak antara bahan dan pelarut lebih lama. Ekstraksi menggunakan metode kombinasi maserasi dinamis dan ultrasonikasi pada daun pepe mampu menghasilkan total fenol yang lebih tinggi yaitu 39,26 mg GAE/g sekaligus mengurangi waktu ekstraksi yang dibutuhkan.

#### **Total Flavonoid**

Berdasarkan data sidik ragam diketahui bahwa waktu ekstraksi menggunakan metode kombinasi maserasi dinamis dan ultrasonikasi berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap total flavonoid ekstrak daun pepe. Nilai rata-rata total flavonoid ekstrak daun pepe ditampilkan pada Gambar 4.

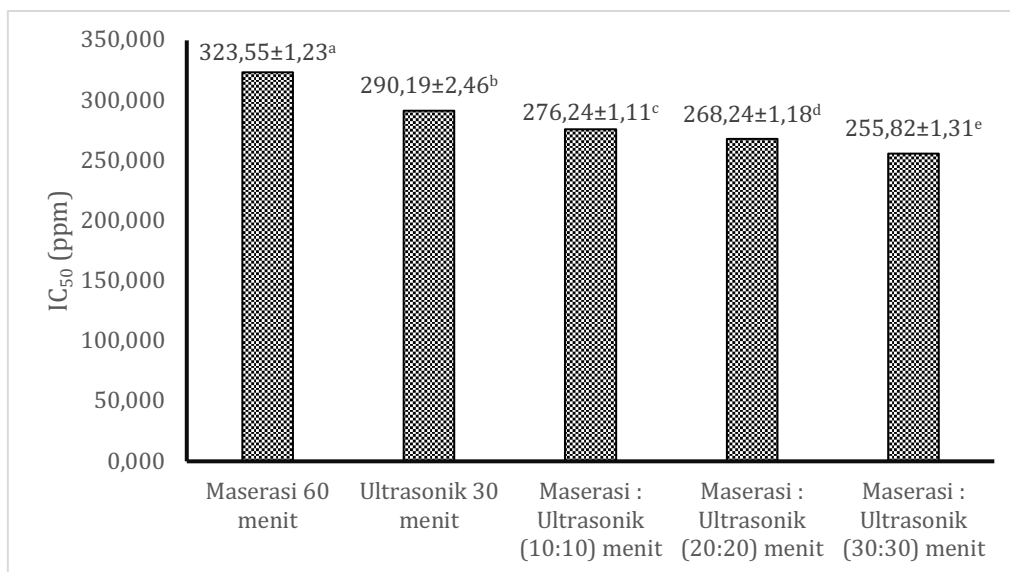
berkisar 26,77 mg QE/g sampai 38,68 mg QE/g. Total flavonoid tertinggi diperoleh dari metode kombinasi maserasi dinamis

dan ultrasonikasi pada waktu 20:20 menit (P4) yaitu 38,68 mg QE/g dan total flavonoid terendah diperoleh dari waktu ekstraksi maserasi dinamis 60 menit (P1) yaitu 26,77 mg QE/g. Berdasarkan hasil penelitian, ekstraksi ultrasonikasi mampu menghasilkan jumlah komponen bioaktif yang lebih tinggi dibandingkan metode maserasi dinamis. Ekstraksi ultrasonikasi memanfaatkan getaran gelombang ultrasonik untuk menghasilkan lubang pada dinding sel sampel (kavitasi). Fenomena kavitasi dapat menyebabkan dinding sel pada bahan lebih mudah ditembus oleh pelarut untuk masuk ke dalam inti sel sehingga memudahkan pelepasan senyawa bioaktif. Pembentukan lubang kavitasi dipengaruhi oleh proses pemanasan akibat peningkatan suhu selama proses ekstraksi berlangsung (Singla & Sit, 2021). Penggunaan waktu ekstraksi yang lebih lama mengakibatkan suhu mengalami kenaikan yang berpengaruh terhadap tekanan pada dinding sel meningkat dan sel mengalami pembengkakan, sehingga senyawa flavonoid lebih mudah dilepaskan dan ditarik oleh pelarut (Kartika et al., 2024).

Penggunaan metode kombinasi maserasi dinamis dan ultrasonikasi dapat memberikan peningkatan total flavonoid pada ekstraksi daun pepe dengan pelarut etanol 70%. Ekstraksi pada perbandingan

waktu 10:10 dapat meningkatkan kandungan total flavonoid dibandingkan hanya menggunakan salah satu metode ekstraksi saja dengan waktu yang relatif lebih lama. Senyawa flavonoid yang diekstrak pada waktu ini belum mencapai hasil yang maksimal. Pada perbandingan waktu ekstraksi 20:20 menit menyebabkan kenaikan total flavonoid dan mencapai titik maksimalnya, namun waktu ekstraksi pada perbandingan 30:30 menit akan menurunkan jumlah total flavonoid. Hal ini diakibatkan oleh waktu ekstraksi yang terlalu lama akan meningkatkan suhu selama proses ekstraksi. Menurut Syarfida et al. (2018), flavonoid mudah teroksidasi dan cepat rusak pada suhu tinggi sehingga kadarnya menurun. Chaaban et al. (2017) menambahkan bahwa durasi ekstraksi yang terlalu lama mengubah flavonoid menjadi senyawa hidroksibenzoil dan hidroksibenzofuran.

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, total flavonoid pada penelitian ini lebih rendah pada metode maserasi dinamis yaitu 26,77 mg QE/g serta metode kombinasi maserasi dinamis dan ultrasonikasi yaitu 38,68 mg QE/g dibandingkan dengan penelitian ekstrak daun pepe yang dilaporkan oleh Prayoga et al., (2019) menggunakan metode maserasi konvensional dengan waktu ekstraksi 30 jam dalam pelarut aseton 70% menghasilkan total flavonoid sebanyak 50,3 mg QE/g.



Keterangan : Nilai rata-rata (pengulangan n = 3) ± standar deviasi. Nilai notasi dengan huruf berbeda menyatakan perlakuan berbeda nyata ( $P > 0,05$ ).

Gambar 5. Grafik Hubungan Antara Nilai IC<sub>50</sub> Dengan Waktu Ekstraksi Daun Pepe Pada Metode Kombinasi Maserasi Dinamis dan Ultrasonikasi.

Tingkat polaritas dari senyawa flavonoid tersebut berbeda-beda berdasarkan jumlah dan posisi gugus hidroksilnya (Chaaban et al., 2017). Khasanah et al., (2023) melaporkan polaritas dari pelarut etanol memiliki tingkat yang lebih tinggi dibandingkan pelarut aseton.

#### Aktivitas Antioksidan berdasarkan IC<sub>50</sub>

Berdasarkan data sidik ragam diketahui bahwa waktu ekstraksi menggunakan metode kombinasi maserasi dinamis dan ultrasonikasi berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap nilai IC<sub>50</sub> ekstrak daun pepe. Nilai rata-rata IC<sub>50</sub> ekstrak daun pepe ditampilkan pada Gambar 5.

Hasil pengujian menunjukkan nilai IC<sub>50</sub> ekstrak daun pepe berkisar antara 255,82 ppm sampai 323,55 ppm. Nilai IC<sub>50</sub> terendah diperoleh dari metode kombinasi

maserasi dinamis dan ultrasonikasi pada waktu 30:30 menit (P5) yaitu 255,82 ppm dan tertinggi diperoleh dari waktu ekstraksi maserasi dinamis 60 menit (P1) yaitu 323,55 ppm. Penelitian ini menunjukkan nilai IC<sub>50</sub> yang lebih rendah dihasilkan oleh metode kombinasi maserasi dinamis dan ultrasonikasi dibandingkan dengan penggunaan metode maserasi dinamis maupun ultrasonikasi secara tunggal. Data ini sejalan dengan hasil pengujian total fenol dan total flavonoid, di mana metode kombinasi menghasilkan kadar senyawa yang lebih tinggi dibandingkan kedua metode ekstraksi tersebut secara terpisah. Penggunaan metode kombinasi maserasi dinamis dan ultrasonikasi dapat menurunkan nilai IC<sub>50</sub>, mulai dari perbandingan waktu 10:10 menit hingga 30:30 menit.

**Tabel 1. Korelasi *Pearson's* Total Fenol, Total Flavonoid dan Total Klorofil dengan IC<sub>50</sub> DPPH Daun pepe**

| Parameter Antioksidan           | Koefisien Korelasi Pearson's ( $r^2$ ) |                 |                |
|---------------------------------|----------------------------------------|-----------------|----------------|
|                                 | Total Fenol                            | Total Flavonoid | Total Klorofil |
| IC <sub>50</sub> DPPH Daun Pepe | -0,874**                               | -0,864**        | -0,752**       |

\*\* : signifikan ( $p < 0,01$ )

Senet et al., (2017) melaporkan bahwa komponen bioaktif seperti fenol, flavonoid dan klorofil memiliki peran sebagai antioksidan. Pernyataan ini didukung oleh hasil analisis korelasi yang dilakukan antara total fenol, flavonoid dan klorofil dengan aktivitas antioksidan yang dilakukan dengan metode *Pearson's* (Fidrianny et al., 2015). Adapun hasil analisis korelasi *pearson's* dapat dilihat pada Tabel 2.

Hasil korelasi *pearson's* menunjukkan total fenol, total flavonoid dan total klorofil memiliki korelasi negatif yang signifikan dengan aktivitas antioksidan. Indradi et al., (2017) melaporkan korelasi negatif menandakan bahwa semakin tinggi nilai dari total fenol, flavonoid dan klorofil maka semakin rendah nilai IC<sub>50</sub>. Namun demikian, terdapat fenomena pada perlakuan waktu ekstraksi 20:20 menit yang menunjukkan hasil optimal pada pengujian total fenol dan total flavonoid, sementara nilai IC<sub>50</sub> terus menunjukkan penurunan hingga pada perlakuan waktu 30:30 menit. Fenomena ini diduga disebabkan oleh adanya senyawa bioaktif non fenolik yang berperan dalam meningkatkan aktivitas antioksidan. Selain itu, nilai total klorofil yang masih mengalami peningkatan pada

waktu ekstraksi 30:30 menit juga diduga berkontribusi terhadap penurunan nilai IC<sub>50</sub> melalui mekanisme interaksi dengan senyawa antioksidan lainnya.

Senyawa fenolik dikenal sebagai penetral radikal yang baik karena kemampuannya untuk mentransfer elektron ke senyawa radikal bebas serta kemampuan mentransfer atom hidrogen ke senyawa reaktif lainnya (Manuhara et al., 2022). Namun, tingginya nilai total fenol dan total flavonoid tidak selalu diikuti oleh aktivitas antioksidan yang kuat. Fenomena serupa juga dilaporkan oleh Sulaiman et al., (2011) pada ekstrak buah pisang, di mana jenis dan kandungan senyawa fenolik, serta keberadaan senyawa antioksidan non-fenolik turut berkontribusi terhadap aktivitas antioksidan ekstrak tersebut. Penentuan metode pengujian aktivitas antioksidan juga diduga menyebabkan kandungan senyawa fenolik pada penelitian ini tidak berkorelasi dengan metode DPPH (Fidrianny et al., 2018). Berdasarkan data tersebut, nilai IC<sub>50</sub> terendah pada ekstrak daun pepe sebesar 255,82 mg/L. Berdasarkan laporan Kurniawati & Sutoyo., (2021), nilai IC<sub>50</sub> yang diperoleh pada penelitian ini termasuk kategori sangat lemah. IC<sub>50</sub> ekstrak daun

pepe dengan pelarut etanol 70% menunjukkan hasil yang lebih rendah dibandingkan IC<sub>50</sub> ekstrak aseton daun pepe yaitu 200,775 mg/L yang dilaporkan oleh Prayoga et al., (2019). Tingkat polaritas dari pelarut aseton dibandingkan etanol, sehingga antioksidan yang bersifat polar dan semipolar pada ekstrak daun pepe lebih mudah bersinergi dengan pelarut aseton (Khasanah et al., 2023).

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi waktu ekstraksi daun pepe menggunakan metode kombinasi maserasi dinamis dan ultrasonikasi memberikan pengaruh yang nyata terhadap rendemen ekstrak, total klorofil, total fenol, total flavonoid, dan aktivitas antioksidan berdasarkan IC<sub>50</sub>. Metode kombinasi maserasi dinamis dan ultrasonikasi dengan waktu 30:30 menit mampu menghasilkan ekstrak dengan aktivitas antioksidan tertinggi yaitu IC<sub>50</sub> sebesar 255,82 ppm, rendemen 34,18%, total klorofil 14,63 mg/L, nilai total fenol 37,23 mg GAE/g, nilai total flavonoid 35,19 mg QE/g.

### DAFTAR PUSTAKA

- Andishmand, H., Masoumi, B., Torbati, M., Homayouni-Rad, A., Azadmard-Damirchi, S., & Hamishehkar, H. (2023). Ultrasonication/dynamic maceration-assisted extraction method as a novel combined approach for recovery of phenolic compounds from pomegranate peel. *Food Science and Nutrition*, 11(11), 7160–7171. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3642>
- Aryal, S., Baniya, M. K., Danekhu, K., Kunwar, P., Gurung, R., & Koirala, N. (2019). Total Phenolic content, Flavonoid content and antioxidant potential of wild vegetables from western Nepal. *Plants*, 8(4), 1–12. <https://doi.org/10.3390/plants8040096>
- Aryanti, N. (2016). Ekstraksi Dan Karakterisasi Klorofil Dari Daun Suji (*Pleomele angustifolia*) Sebagai Pewarna Pangan Alami. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 5(4). <https://doi.org/10.17728/jatp.196>
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (1990). Official Method of Analysis of Association Official Agriculture Chemist. *Association of Official Analytical Chemists, Inc, Washington D.C.*
- Chaaban, H., Ioannou, I., Chebil, L., Slimane, M., Gérardin, C., Paris, C., ... & Ghoul, M. (2017). Effect of heat processing on thermal stability and antioxidant activity of six flavonoids. *Journal of food processing and preservation*, 41(5), e13203.
- Dewitasari, W. F. (2020). Perbandingan Pelarut Kloroform dan Etanol terhadap Rendemen Ekstrak Daun Lidah Mertua (*Sansevieria trifasciata* Prain.) Menggunakan Metode Maserasi. *Prosiding Seminar Nasional*, 6(1), 127–132.
- Dzah, C. S., Duan, Y., Zhang, H., Wen, C., Zhang, J., Chen, G., & Ma, H. (2020). The effects of ultrasound assisted extraction on yield, antioxidant, anticancer and antimicrobial activity of polyphenol extracts: A review. *Food bioscience*, 35, 100547.
- Ebringerová, A., & Hromádková, Z. (2010). An overview on the application of ultrasound in extraction, separation and purification of plant polysaccharides. *Central European Journal of Chemistry*, 8(2), 243–257. <https://doi.org/10.2478/s11532-010-0006-2>
- Fidrianny, I., Ayu, D., & Hartati, R. (2015). Antioxidant capacities, phenolic, flavonoid and carotenoid content of various polarities extracts from three organs of *Sechium edule* (Jacq.) Swartz. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 7(5), 914-920.
- Fidrianny, I., Rizkiya, A., & Ruslan, K. (2015). Antioxidant activities of various fruit extracts from three solanum sp. using DPPH and ABTS method and correlation with phenolic, flavonoid and carotenoid content. *J Chem*

- Pharm Res*, 7(5), 666-72.
- Fidrianny, I., Suhendy, H., & Insanu, M. (2018). Correlation of phytochemical content with antioxidant potential of various sweet potato (*Ipomoea batatas*) in West Java, Indonesia. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 8(1), 25-30.
- Grillo, G., Gunjević, V., Radošević, K., Redovniković, I. R., & Cravotto, G. (2020). Deep eutectic solvents and nonconventional technologies for blueberry-peel extraction: Kinetics, anthocyanin stability, and antiproliferative activity. *Antioxidants*, 9(11), 1069. <https://doi.org/10.3390/antiox9111069>
- Indradi, R. B., Fidrianny, I., & Wirasutisna, K. R. (2017). DPPH scavenging activities and phytochemical content of four Asteraceae plants. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 9(6), 755-759.
- Hartuti, S., & Supardan, M. D. (2013). Optimasi ekstraksi gelombang ultrasonik untuk produksi oleoresin Jahe (*Zingiber officinale* Roscoe) menggunakan Response Surface Methodology (RSM). *Agritech*, 33(4), 415–423.
- Ibrahim, A. M., Yunianta, Y., & Sriherfyna, F. H. (2015). Pengaruh suhu dan lama waktu ekstraksi terhadap sifat kimia dan fisik pada pembuatan minuman sari jahe merah (*Zingiber officinale* var. Rubrum) dengan kombinasi penambahan madu sebagai pemanis. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(2), 530-541.
- Kanifah, U., Lutfi, M., & Susilo, B. (2015). Karakterisasi Ekstrak Daun Sirih Merah (*Piper crocatum*) Dengan Metode Ekstraksi Non-Thermal Berbantuan Ultrasonik (Kajian Perbandingan Jenis Pelarut Dan Lama Ekstraksi). *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*, 3(1), 73–79.
- Kartika, W. R., Ramadhanti, L. A., Oktaviani, D., Rosiana, T., Nurjayadi, M., Dianhar, H., & Kurniadewi, F. (2024, January). Two flavone derivatives from the ethyl acetate extract of the wood of Nangkadak (Moraceae) and their antioxidant activities. In *AIP Conference Proceedings*. 2982(1). AIP Publishing. <https://doi.org/10.1063/5.0183677>
- Khan, R. A. (2012). Evaluation of flavonoids and diverse antioxidant activities of *Sonchus arvensis*, 1–7.
- Khasanah, U. (2023). Optimasi Determinasi Total Flavonoid Dari Daun Jati (*Tectona Grandis* Lf) Menggunakan Etanol dan Aseton. *Prosiding Sains Nasional dan Teknologi*, 13(1), 400-403. <https://doi.org/10.36499/psnst.v13i1.9556>
- Kristina, C. V. M., Yusasrini, N. L. A., & Yusa, N. M. (2022). Pengaruh Waktu Ekstraksi Dengan Menggunakan Metode *Ultrasonic Assisted Extraction* (UAE) Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Duwet (*Syzygium cumini*). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 11(1), 13. <https://doi.org/10.24843/itepa.2022.v11i.101.p02>
- Kumar, K., Srivastav, S., & Sharanagat, V. S. (2021). Ultrasound assisted extraction (UAE) of bioactive compounds from fruit and vegetable processing by-products: A review. *Ultrasonics sonochemistry*, 70, 105325.
- Kurniawati, I. F., & Sutoyo, S. (2021). Review Artikel: Potensi Bunga Tanaman Sukun (*Artocarpus altilis* [ Park . I ] Fosberg) Sebagai Bahan Antioksidan Alami. *UNESA Journal of Chemistry*, 10(1), 1–11.
- Laha, S., & Paul, S. (2019). *Gymnema sylvestre* (Gurmar): A potent herb with anti-diabetic and antioxidant potential. *Pharmacognosy Journal*, 11(2), 201–206. <https://doi.org/10.5530/pj.2019.11.33>
- Lestari, N. M. M., Yusa, N. M., & Nocianitri, K. A. (2020). Pengaruh Lama Ekstraksi Menggunakan Ultrasonik Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Tempuyung (*Sonchus arvensis* L.). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 9(3), 321. <https://doi.org/10.24843/itepa.2020.v09.i03.p08>
- Linares, G., & Rojas, M. L. (2022). Ultrasound-assisted extraction of natural pigments from food processing by-products: a review. *Frontiers in Nutrition*, 9, 891462.
- Manuhara, Y. S. W., Sugiharto, S., Kristanti, A. N., Aminah, N. S., Wibowo, A. T., Wardana,

- A. P., ... & Sugiarto, D. (2022). Antioxidant activities, total phenol, flavonoid, and mineral content in the rhizome of various Indonesian herbal plants. *Rasayan J Chem*, 15(4), 2724-2730.
- Marwati, Nur, S., Khairi, N., & Nursamsiar. (2022). Pengaruh Metode Ekstraksi Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Karamunting (*Rhodymyrtus tomentosa* (Aiton) Hassk) Dengan Metode Dpph. *Jurnal Ilmiah Farmasi Farmasyifa*, 5(2), 183–191. <https://doi.org/10.29313/jiff.v5i2.9053>
- Medlej, M. K., Cherri, B., Nasser, G., Zaviska, F., Hijazi, A., Li, S., & Pochat-Bohatier, C. (2020). Optimization of polysaccharides extraction from a wild species of *Ornithogalum* combining ultrasound and maceration and their anti-oxidant properties. *International Journal of Biological Macromolecules*, 161, 958–968. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.06.021>
- Nollet, L. M. (2004). *Handbook of Food Analysis: Volume 1: Physical Characterization and Nutrient Analysis*. CRC press.
- Prayoga, D. G. E., Nocianitri, K. A., & Puspawati, N. N. (2019). Identifikasi Senyawa Fitokimia Dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kasar Daun Pepe (*Gymnema reticulatum* Br.) Pada Berbagai Jenis Pelarut. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan*, 8(2), 111–121.
- Pereira, S. V., Reis, R. A., Garbuio, D. C., & Freitas, L. A. P. D. (2018). Dynamic maceration of *Matricaria chamomilla* inflorescences: Optimal conditions for flavonoids and antioxidant activity. *Revista Brasileira de farmacognosia*, 28(1), 111–117. <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2017.11.006>
- Rahma, R. S. A. N., Widiyana, A. P., & Wulandari, D. N. (2023). Pengaruh Variasi Suhu Pada Maserasi Modifikasi Terhadap Nilai Rendemen Dan Kadar Total Klorofil Herba Serai Dapur (*Cymbopogon citratus*). *Jurnal Bio Komplementer Medicine*, 10(1).
- Romero-Díez, R., Matos, M., Rodrigues, L., Bronze, M. R., Rodríguez-Rojo, S., Cocero, M. J., & Matias, A. A. (2019). Microwave and ultrasound pre-treatments to enhance anthocyanins extraction from different wine lees. *Food Chemistry*, 272, 258–266. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.08.016>
- Safdar, M. N., Kausar, T., & Nadeem, M. (2017). Comparison of ultrasound and maceration techniques for the extraction of polyphenols from the mango peel. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(4), e13028.
- Sakanaka, S., Y. Tachibana, Y. Okada. (2005). Preparation and antioxidant properties of Japanese persimmon leaf aca (Kakinoha-cha). *Food Chemistry*. 89(2005)569–575.
- Sayuti, M. (2017). Pengaruh Perbedaan Metode Ekstraksi, Bagian Dan Jenis Pelarut Terhadap Rendemen Dan Aktifitas Antioksidan Bambu Laut (*Isis hippuris*). *Technology Science and Engineering Journal*, 1(3), 166–174.
- Sekarsari S., Widarta, I. W. R., Jambe, A. A. G. N. A. (2019). Pengaruh Suhu dan Waktu Ekstraksi Dengan Gelombang Ultrasonik Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* L.). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 8(3), 267–277.
- Senet, M. R. M., Parwata, I. M. O. A., & Sudiarta, I. W. (2017). Kandungan total fenol dan flavonoid dari buah kersen (*Muntingia calabura*) serta aktivitas antioksidannya. *Jurnal Kimia*, 11(2), 187–193.
- Singla, M., & Sit, N. (2021). Application of ultrasound in combination with other technologies in food processing: A review. *Ultrasonics Sonochemistry*, 73, 105506. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2021.105506>
- Sugumaran, M. (2016). Reactivities of quinone methides versus o-quinones in catecholamine metabolism and eumelanin biosynthesis. *International Journal of Molecular Sciences*, 17(9), 1576.
- Sulaiman, S. F., Yusoff, N. A. M., Eldeen, I. M., Seow, E. M., Sajak, A. A. B., & Ooi, K. L. (2011). Correlation between total phenolic and mineral contents with antioxidant activity of eight Malaysian bananas (*Musa* sp.). *Journal of food Composition and Analysis*, 24(1), 1–10.

Syahir, A., Sulaiman, S., Mel, M., Othman, M., & Sulaiman, S. Z. (2020, April). An Overview: Analysis of ultrasonic-assisted extraction's parameters and its process. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 778(1), p. 012165. DOI : 10.1088/1757-899X/778/1/012165

Xu, B. J., & Chang, S. K. (2007). A comparative study on phenolic profiles and antioxidant activities of legumes as affected by extraction solvents. *Journal of food science*, 72(2), S159-S166.

Yuniati, Y., Syafa'atullah, A. Q., Qadariyah, L., & Mahfud, M. (2022). Ekstraksi Zat Warna Antosianin Dari Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.) Dengan Metode Ekstraksi Berbantuan Ultrasonik dan Aplikasinya Untuk Minuman. *Journal of Chemical Process Engineering*, 7(2), 79–84. <https://doi.org/10.33536/jcpe.v7i2.1184>