

## Efektivitas Sonikasi terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Rambutan (*Nephelium lappaceum* L.)

The Effectivity of Sonication on Antioxidant Activity of Rambutan Leaves Extract (*Nephelium lappaceum* L.)

Frengky H.H. Prasetyo<sup>1\*</sup>, Yulia Rachmawati<sup>2</sup>, Amellia Dwi Rizkyana<sup>2</sup>, dan Edia Fitri Dwinianti<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknologi Industri Pangan, Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Jember

<sup>2</sup>Teknologi Rekayasa Pangan, Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Jember

<sup>3</sup>Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Jember

\*Email Koresponden: frengky\_hermawan@polije.ac.id

Received : 28 Oktober 2024 | Accepted : 8 November 2024 | Published : 29 November 2024

| Kata Kunci                                                                                  | ABSTRAK                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aktivitas Antioksidan, Daun Rambutan, DPPH, ekstrak, IC 50, maserasi etanol, Sonikasi       | Daun rambutan dapat dimanfaatkan karena mengandung sumber antioksidan alami. Antioksidan adalah senyawa yang dapat menetralkan radikal bebas dalam tubuh yang disebabkan oleh polusi maupun pola hidup yang tidak sehat. Ekstraksi senyawa antioksidan alami umumnya dilakukan dengan ekstraksi etanol. Pada penelitian ini, ekstraksi senyawa antioksidan dilakukan dengan metode maserasi etanol disertai sonikasi. Gelombang ultrasonik dari sonikasi dapat memudahkan pemecahan dinding sel daun sehingga distribusi senyawa antioksidan lebih cepat. Hasil pengujian aktivitas antioksidan dengan DPPH, diperoleh nilai IC50 ekstrak etanol daun rambutan tanpa sonikasi sebesar 65,203 mg/L (antioksidan kuat), lalu dengan sonikasi selama 60 menit nilai IC50 menjadi 41,942 mg/L (antioksidan sangat kuat).                                      |
| Keywords                                                                                    | ABSTRACT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Antioxidant Activity, Rambutan Leaves, DPPH, extract, IC 50, ethanol maceration, Sonication | Rambutan leaves are typically discarded but can be used as a natural antioxidant. Antioxidants play an important role in protecting the body from the effects of free radicals which can cause various diseases caused by pollution or unhealthy lifestyles. Extraction of natural antioxidant compounds is generally carried out by ethanol extraction. In this study, extraction of antioxidant compounds was carried out using the ethanol maceration method with sonication treatment. Ultrasonic waves from sonication can break down the cell walls of rambutan leaves in order to accelerate the dispersion of antioxidant compounds. Antioxidant activity was analyzed by DPPH radical scavenging assay. The result showed strong antioxidant activity of rambutan leaves extract without sonication obtained IC50 value of 65,203 mg/L, and with |

---

sonication treatment for 60 minutes the IC50 value became 41,942 mg / L (very strong antioxidant).

---

## 1. PENDAHULUAN

Rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) merupakan tanaman buah tropis yang termasuk dalam famili (Sapindaceae) dan merupakan tanaman asli Asia Tenggara. Selain kulit dan biji, daun tanaman rambutan merupakan bagian yang dapat dimanfaatkan karena mengandung sumber antioksidan alami. Antioksidan adalah senyawa penting yang dapat membantu menetralkan tubuh dari radikal bebas yang disebabkan oleh polusi maupun pola hidup yang tidak sehat (Amrullah et al., 2020). Menurut Mudjiran and Karneli (2024) radikal bebas merupakan salah satu bentuk senyawa yang mempunyai elektron tidak berpasangan, dan sangat reaktif mencari pasangan elektronnya. Radikal bebas yang terbentuk dalam tubuh akan menghasilkan radikal bebas yang baru melalui reaksi berantai yang pada akhirnya jumlahnya akan terus bertambah. Selanjutnya radikal bebas yang terakumulasi di dalam tubuh akan berinteraksi secara destruktif melalui reaksi oksidasi dengan bagian tubuh maupun sel-sel tertentu yang tersusun atas protein, karbohidrat, lemak, DNA dan RNA. Menurut Maigoda et al. (2022) radikal bebas akan menimbulkan stress oksidatif dan berperan penting dalam menginduksi beberapa penyakit degeneratif seperti kanker, penuaan, rheumatoid arthritis, autoimun, neurodegeneratif.

Antioksidan dapat menurunkan karsinogenesis yang diinduksi stress oksidatif dengan cara detoksifikasi ROS secara langsung dan/atau dengan cara menghambat proliferasi sel sekunder pada fosforilasi protein (Lobo et al., 2010). Pada tubuh manusia terdapat antioksidan berupa enzim diantaranya yaitu Katalase (CAT), Superoksida Dismutase (SOD) dan Glutathion Peroksidase (GPx). Antioksidan juga dapat diperoleh dari bahan-bahan sintetis seperti Butil Hidroksi Anisol (BHA), Butil Hidroksi Toluen (BHT), Propil Galat (PG) dan Tert-Butil Hidro Quinon (TBHQ) (Jubaidah et al., 2024). Namun penggunaan bahan sintesis dapat meningkatkan risiko karsinogenesis, oleh karena itu perlu dicari sumber antioksidan dari bahan-bahan alami seperti dari ekstrak daun rambutan.

Metode ekstraksi senyawa antioksidan dapat dilakukan dengan cara maserasi etanol, perkolasi, dan ekstraksi menggunakan sonikasi (Tutik et al., 2022). Metode maserasi etanol sering digunakan dalam penelitian untuk mengekstrak senyawa bioaktif dari berbagai sumber alami. Salah satu pengujian penting untuk ekstrak etanol senyawa bioaktif adalah pengujian aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil). Dalam penelitian ini, metode ekstraksi yang digunakan adalah perpaduan maserasi etanol dengan sonikasi agar hasil ekstraksi senyawa antioksidan yang didapat lebih optimal, hal ini dikarenakan gelombang ultrasonik dapat merusak struktur dinding sel pada jaringan tanaman (Fachri et al., 2022). Pada penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa penambahan perlakuan sonikasi dapat mempengaruhi aktivitas antioksidan pada ekstrak daun Karamunting (Marwati, et al., 2022), namun apakah hasil yang sama juga didapatkan pada daun rambutan perlu dilakukan penelitian lebih lanjut. Aktivitas antioksidan dari ekstrak hasil sonikasi dan tanpa sonikasi diuji dengan metode DPPH kemudian dibandingkan. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif metode ekstraksi senyawa antioksidan daun rambutan yang terbaik.

## 2. METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biosains Politeknik Negeri Jember secara eksperimental laboratorium, dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh sonikasi terhadap aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun rambutan. Daun rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) dikumpulkan dari berbagai wilayah di kabupaten Jember, Jawa Timur.

## 2.1 Pembuatan Serbuk Simplisia

Daun rambutan yang berwarna hijau tua dibersihkan dari kotoran dengan cara dicuci menggunakan air mengalir kemudian ditiriskan. Daun rambutan yang sudah ditiriskan dipotong-potong kemudian dikeringkan menggunakan oven (Heratherm OGH100 Thermo-Fisher) dengan suhu 45°C sampai tingkat kekeringan yang sesuai. Daun rambutan yang sudah kering dihaluskan menggunakan grinder (IKA M20 Universal Mill) kemudian disaring menggunakan ayakan mesh 40.

## 2.2 Ekstraksi Sampel

Sebanyak 100 gram serbuk simplisia yang sudah dikeringkan kemudian dilarutkan kedalam etanol 96% sebanyak 1000 mL. Selanjutnya dilakukan sonikasi dengan durasi waktu yang berbeda (0, 15, 30 dan 60 menit). Sampel kemudian dimaserasi dalam ruang yang terlindungi cahaya selama 5 hari dengan sesekali dilakukan pengadukan. Sampel kemudian disaring dan dipekatkan dengan menggunakan *rotary evaporator* (IKA RV10) pada suhu 55°C. Sampel yang telah dipekatkan kemudian disimpan untuk analisa aktivitas antioksidan.

## 2.3 Perhitungan Rendemen Ekstrak Simplisia

Tujuan perhitungan rendemen ekstrak simplisia adalah untuk mengetahui persentase jumlah yang tersisa dari hasil proses ekstraksi dan mengetahui tingkat keefektifan dari proses yang dihasilkan. Rendemen ekstrak masing-masing dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Senduk et al., 2020) :

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{berat ekstrak (g)}}{\text{berat simplisia (g)}} \times 100\%$$

## 2.4 Pengujian Aktivitas Antioksidan DPPH

### 2.3.1 Pembuatan larutan DPPH

Larutan DPPH konsentrasi 40 ppm dibuat dengan melarutkan 4 mg serbuk DPPH (Sigma Aldrich) dalam 100 mL metanol 99% Larutan disimpan pada suhu ruang dan dilindungi dari paparan cahaya.

### 2.3.2 Pembuatan larutan baku sampel dan pembanding vitamin C

Sebanyak 50 mg asam askorbat dilarutkan dengan metanol 99% dan dimasukkan kedalam labu ukur 50 mL sehingga diperoleh larutan induk vitamin C dengan konsentrasi 1000 ppm, selanjutnya dari larutan induk tersebut dibuat konsentrasi bertingkat 100 ppm, 50 ppm, 10 ppm dan 5 ppm.

### 2.3.3 Pengujian antioksidan dengan metode DPPH

Sampel ekstrak etanol ditimbang sebanyak 1 gram kemudian dimasukkan ke dalam *falcon tube*. Sampel dimaserasi dengan metanol sebanyak 10 mL selama 24 jam disertai dengan pengocokan menggunakan *shaker* (*Thermoshake Gerhardt*). Sampel dipisahkan dengan cara sentrifugasi (Rotina 38 R) selama 5 menit pada kecepatan 5000 rpm. *Supernatant* dipipet sebanyak 1 mL ke dalam *eppendorf tube* kemudian ditambah 1 mL DPPH dan direaksikan dengan cara mengocok *eppendorf tube* hingga larutan menjadi homogen dan diinkubasi selama 30 menit pada kondisi gelap. Absorbansi sampel diukur dengan spektrofotometer UV-Vis

(Shimadzu UV-2600) pada panjang gelombang 517 nm. Nilai persentase inhibisi dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{(A \text{ kontrol} - A \text{ ekstrak}) \times 100\%}{A \text{ kontrol}}$$

Keterangan :

A kontrol = Absorbansi blanko

A ekstrak = Absorbansi sampel

Selanjutnya hasil perhitungan dimasukkan ke dalam persamaan regresi dengan konsentrasi ekstrak (mg/L) sebagai absis (sumbu X) dan nilai % inhibisi antioksidan sebagai ordinatnya (sumbu Y). Nilai IC50 dihitung pada saat nilai % inhibisi sebesar 50% dengan menggunakan persamaan  $Y = ax + b$  (Wijaya et al., 2014).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Daun rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) yang diperoleh dari berbagai wilayah di kabupaten Jember dipanen pada saat pagi hari untuk menjaga kualitas zat aktif. Pemilihan daun didasarkan kesegarannya, berwarna hijau, tidak terlalu tua dan tidak terlalu muda. Preparasi sampel meliputi penimbangan, pencucian, pengeringan, penggilingan, penyarian, dan maserasi dengan pelarut etanol. Pemilihan pelarut didasarkan pada sifat kepolaran senyawa flavonoid (Umboro et al., 2020).

#### 3.1 Hasil Ekstraksi Daun Rambutan

Pada penelitian ini digunakan beberapa variasi lama waktu sonikasi yaitu 0 menit (S0), 15 menit (S15), 30 menit (S30) dan 60 menit (S60). Perbedaan perlakuan lama waktu sonikasi bertujuan untuk melihat pengaruh waktu sonikasi terhadap aktivitas antioksidan. Metode ekstraksi yang digunakan adalah metode maserasi dan sonikasi. Metode maserasi dipilih untuk mencegah kerusakan senyawa yang terkandung dalam sampel karena pemanasan. Metode ekstraksi yang kedua dilakukan dengan penambahan sonikasi. Metode sonikasi merupakan metode ekstraksi menggunakan gelombang ultrasonik untuk mempercepat proses ekstraksi sehingga proses ekstraksi senyawa berlangsung lebih cepat (Marwati, 2022). Penentuan lama waktu sonikasi bertujuan untuk mengetahui lama waktu sonikasi terbaik untuk menghasilkan rendemen yang diinginkan dari masing-masing metode ekstraksi. Berdasarkan ekstraksi sampel daun rambutan yang dilakukan diperoleh hasil rendemen seperti pada tabel 1.

**Tabel 1.** Rendemen ekstrak daun rambutan

| Sampel | Berat Simplisia<br>(gr) | Berat Ekstrak Kental<br>(gr) | Rendemen Ekstrak<br>(%) |
|--------|-------------------------|------------------------------|-------------------------|
| S0     | 100,041                 | 15,396                       | 15,390                  |
| S15    | 100,009                 | 12,049                       | 12,048                  |
| S30    | 100,007                 | 16,396                       | 16,395                  |
| S60    | 100,005                 | 14,940                       | 14,939                  |

Persentase rendemen merupakan persentase berat ekstrak terhadap berat awal simplisia daun rambutan. Perhitungan rendemen ekstrak dilakukan untuk mengetahui besar massa ekstrak yang dihasilkan dari perlakuan dua metode ekstraksi yang berbeda. Semakin tinggi persen rendemen semakin banyak pula ekstrak yang didapatkan. Persen rendemen dapat menggambarkan bagaimana efektifitas suatu pelarut terhadap bahan dalam suatu sampel.

Namun menurut Azzahra et al., (2022) banyak sedikitnya persen rendemen tidak menggambarkan tingkat aktivitas dan kadar dari ekstrak. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Syarief Armanzah and Tri Yuni Hendrawati (2016), persen rendemen akan meningkat seiring dengan penambahan waktu. Namun pada Tabel 1. diatas dapat dilihat bahwa data persentase rendemen tidak dipengaruhi oleh perlakuan lama waktu sonikasi.

Perbedaan dalam hasil rendemen dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk suhu dan waktu. Pengaturan suhu dan waktu ekstraksi yang tepat dapat menghasilkan rendemen ekstrak yang optimal. Secara umum, peningkatan suhu dan durasi ekstraksi cenderung meningkatkan jumlah ekstrak yang diperoleh. Namun, perlu diperhatikan bahwa suhu yang terlalu tinggi dan waktu ekstraksi yang terlalu lama dapat menyebabkan penurunan rendemen ekstrak yang dihasilkan (Damanis et al., 2020).

### 3.2 Hasil Pengukuran Persentase Inhibisi

Antioksidan adalah senyawa yang dapat melawan efek merugikan dari oksidan dalam tubuh. Senyawa ini bekerja dengan cara menstabilkan radikal bebas, yaitu dengan melengkapi kekurangan elektron yang dimiliki oleh radikal bebas, serta menghambat reaksi pembentukan radikal bebas yang dapat menyebabkan stres oksidatif (Baliyan et al., 2022). Uji aktivitas antioksidan pada sampel dilakukan dengan metode peredaman radikal bebas DPPH menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Uji ini dilakukan untuk mengetahui apakah daun rambutan yang diuji terbukti memiliki potensi aktivitas pengikatan terhadap radikal bebas. DPPH merupakan senyawa yang mengandung radikal bebas nitrogen yang tidak stabil dan dapat mengikat ion hidrogen, sehingga sering digunakan untuk menguji aktivitas antioksidan. Kehadiran senyawa antioksidan dalam sampel menyebabkan perubahan warna larutan DPPH dalam metanol dari ungu pekat menjadi kuning pucat. Perubahan warna ini terjadi karena DPPH mengalami reduksi, yang memungkinkan elektron menjadi berpasangan (Brand-Williams et al., 1995).

Pengukuran aktivitas antioksidan ditunjukkan oleh penurunan nilai absorbansi pada larutan DPPH setelah penambahan sampel. Absorbansi yang diukur adalah absorbansi sisa dari DPPH yang tidak bereaksi dengan senyawa antioksidan dalam sampel. Penurunan nilai absorbansi ini mengindikasikan bahwa radikal bebas telah dinetralkan oleh larutan uji, yang menunjukkan adanya aktivitas antioksidan dalam sampel tersebut. Hasil uji aktivitas antioksidan dilakukan analisis pengulangan sebanyak dua kali pengukuran untuk masing-masing sampel, Hasil persentase inhibisi aktivitas antioksidan dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut:

| Tabel 2. Persentase Inhibisi Sampel |            |       |        |            |
|-------------------------------------|------------|-------|--------|------------|
| Sampel                              | Absorbansi |       | Rerata | % Inhibisi |
|                                     | 1          | 2     |        |            |
| S0                                  | 0,322      | 0,317 | 0,320  | 36,759     |
| S15                                 | 0,288      | 0,259 | 0,274  | 45,850     |
| S30                                 | 0,216      | 0,211 | 0,214  | 55,147     |
| S60                                 | 0,189      | 0,195 | 0,192  | 62,055     |

Berdasarkan hasil yang didapat (Tabel 2.) menyatakan bahwa penambahan lama waktu sonikasi menyebabkan peningkatan persentase inhibisi. Hal ini dikarenakan penggunaan gelombang ultrasonik dapat membantu memecah dinding sel dan menyebabkan distribusi senyawa metabolit sekunder lebih cepat. Durasi waktu sonikasi berpengaruh terhadap ukuran partikel yang terbentuk, semakin lama waktu maka ukuran partikel yang dihasilkan semakin kecil sehingga akan mempengaruhi hasil ekstraksi yang didapat. Das et al., (2019) menyatakan

penggunaan metode ekstraksi dengan sonikasi diketahui dapat meningkatkan efisiensi ekstraksi dan diperlukan waktu yang lebih singkat untuk mengekstrak senyawa aktif antioksidan dibandingkan dengan metode maserasi.

Selanjutnya untuk menentukan potensi aktivitas senyawa antioksidan yang telah diekstraksi dari daun rambutan, maka dipilih sampel tanpa perlakuan sonikasi (S0) dan dengan sonikasi selama 60 menit (S60) untuk dilakukan analisis IC50 dengan asam askorbat (vit. C) sebagai kontrol positif. Menurut Damanis et al., (2020) semakin tinggi konsentrasi (mg/L) yang digunakan, maka semakin rendah nilai absorbansi yang terukur, semakin tinggi persentase inhibisi, semakin kecil nilai IC50. Setelah didapatkan nilai % inhibisi data diolah untuk mendapatkan persamaan regresi linier, yang kemudian digunakan untuk penentuan nilai IC50. Nilai IC50 diperoleh dari persamaan regresi linier dengan konsentrasi larutan uji sebagai sumbu x dan nilai persentase inhibisi sebagai sumbu y.

**Tabel 3.** Hasil Pengukuran Aktivitas Antioksidan IC50

| Sampel | Konsentrasi<br>mg/L | Absorbansi |       | Rerata | % Inhibisi | IC50<br>mg/L |
|--------|---------------------|------------|-------|--------|------------|--------------|
|        |                     | 1          | 2     |        |            |              |
| S0     | 100                 | 0,184      | 0,181 | 0,183  | 62,735     | 65,203       |
|        | 50                  | 0,287      | 0,292 | 0,290  | 35,885     |              |
|        | 10                  | 0,337      | 0,339 | 0,338  | 23,714     |              |
|        | 5                   | 0,468      | 0,459 | 0,464  | -7,779     |              |
| S60    | 100                 | 0,156      | 0,153 | 0,155  | 69,762     | 41,942       |
|        | 50                  | 0,229      | 0,222 | 0,226  | 51,945     |              |
|        | 10                  | 0,337      | 0,349 | 0,343  | 22,459     |              |
|        | 5                   | 0,435      | 0,429 | 0,432  | 0,125      |              |
| Vit C  | 100                 | 0,036      | 0,035 | 0,036  | 99,624     | 13,928       |
|        | 50                  | 0,085      | 0,083 | 0,084  | 87,453     |              |
|        | 10                  | 0,231      | 0,231 | 0,231  | 50,565     |              |
|        | 5                   | 0,376      | 0,377 | 0,377  | 14,053     |              |

Secara spesifik, suatu senyawa dikategorikan sebagai antioksidan yang sangat kuat jika nilai IC50 kurang dari 50 ppm, kuat jika nilai IC50 di antara 50-100 ppm, sedang jika nilai IC50 antara 101-150 ppm dan lemah jika nilai IC50 lebih dari 151 ppm (Molyneux, 2004). Berdasarkan data dari Tabel 3, diperoleh nilai IC50 dengan kategori sangat kuat untuk sampel yang disonikasi selama 60 menit (S60) yaitu sebesar 41,942 mg/L. Sedangkan sampel tanpa penambahan perlakuan sonikasi nilai IC50nya sebesar 65,203 mg/L dengan kategori kuat. Hasil ini menunjukkan bahwa dengan konsentrasi tersebut dapat meredam sebanyak 50% radikal bebas (Alim et al., n.d.). Asam askorbat (vit. C) memiliki nilai IC50 sebesar 13,928 mg/L, yang berada dalam rentang kurang dari 50 mg/L, hal ini menunjukkan bahwa vitamin C memiliki aktivitas antioksidan yang sangat kuat. Vitamin C digunakan sebagai kontrol positif karena mudah larut dalam air dan merupakan contoh antioksidan yang sangat kuat. Nilai IC50 dari vitamin C digunakan sebagai pembandingan untuk menilai seberapa kuat ekstrak etanol daun rambutan dengan penambahan sonikasi dalam menangkal radikal bebas.

Ekstrak daun rambutan menunjukkan aktivitas antioksidan yang kuat karena mengandung berbagai senyawa fitokimia, termasuk tanin, flavonoid, alkaloid, saponin, dan fenol. Menurut penelitian oleh (Theafelicia & Narsito Wulan, 2023), senyawa fenol berperan penting dalam aktivitas antioksidan ini. Kandungan fenolik yang tinggi dalam ekstrak berkontribusi pada tingginya aktivitas antioksidan. Selain fenol, flavonoid dan tanin juga berperan dalam aktivitas

antioksidan. Umumnya, kemampuan antioksidan suatu senyawa diperoleh dari efek saling menguatkan antar senyawa dalam sampel.

#### 4. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa metode sonikasi efektif meningkatkan aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun rambutan. Nilai IC<sub>50</sub> ekstrak etanol daun rambutan tanpa sonikasi sebesar 65,203 mg/L (antioksidan kuat), lalu dengan sonikasi selama 60 menit nilai IC<sub>50</sub> menjadi 41,942 mg/L (antioksidan sangat kuat).

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alim, N., Hasan, T., & Asraf Abidin, A. (n.d.). *Perbandingan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Awar-Awar (Ficus septica burm) dengan Asam Askorbat Menggunakan Metode DPPH Comparison of Antioxidant Activity of Ethanol Extracts Awar-Awar Leaf (Ficus septica Burm) with Ascorbic Acid Using DPPH Method*.
- Amrullah, M., Mardawati, E., Kastaman, R., & Suryaningsih, S. (2020). Study of bio-briquette formulation from mixture palm oil empty fruit bunches and palm oil shells. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 443(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/443/1/012079>
- Azzahra, F., Sari, I. S., & Ashari, D. N. (2022). Penetapan Nilai Rendemen Dan Kandungan Zat Aktif Ekstrak Biji Alpukat (Persea americana) Berdasarkan Perbedaan Pelarut Ekstraksi. *Jurnal Farmasi Higea*, 14(2), 159. <https://doi.org/10.52689/higea.v14i2.484>
- Baliyan, S., Mukherjee, R., Priyadarshini, A., Vibhuti, A., Gupta, A., Pandey, R. P., & Chang, C. M. (2022). Determination of Antioxidants by DPPH Radical Scavenging Activity and Quantitative Phytochemical Analysis of Ficus religiosa. *Molecules*, 27(4). <https://doi.org/10.3390/molecules27041326>
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25–30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)
- Damanis, F. V. M., Wewengkang, D. S., & Antasionasti, I. (2020). Uji AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK ETANOL ASCIDIAN Herdmania Momus DENGAN METODE DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil). *Pharmacon*, 9(3), 464. <https://doi.org/10.35799/pha.9.2020.30033>
- Das, S., Ray, A., Nasim, N., Nayak, S., & Mohanty, S. (2019). Effect of different extraction techniques on total phenolic and flavonoid contents, and antioxidant activity of betelvine and quantification of its phenolic constituents by validated HPTLC method. *3 Biotech*, 9(1), 0. <https://doi.org/10.1007/s13205-018-1565-8>
- Fachri, B. A., Palupi, B., Rahmawati, I., Rizkiana, M. F., & Amini, H. W. (2022). Ekstraksi Protein Dari Spirulina Sp Dalam Pelarut Etanol Terbantukan Gelombang Ultrasonik. *Jurnal Penelitian Sains Dan Teknologi Indonesia*, 1(1), 73–81. <https://doi.org/10.19184/jpsti.v1i1.90>
- Jubaidah, S., Wijaya, H., Safira, A., & Ramadhan, M. M. (2024). Pengaruh Metode Ekstraksi terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Singkil (Premna corymbosa Rottl. et Willd) dengan DPPH secara Spektrofotometri UV-Vis. *Acta Holistica Pharmacia*, 6(1), 39–48. <https://doi.org/10.62857/ahp.v6i1.160>
- Lobo, V., Patil, A., Phatak, A., & Chandra, N. (2010). Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. *Pharmacognosy Reviews*, 4(8), 118–126. <https://doi.org/10.4103/0973-7847.70902>
- Maigoda, T., Judiono, J., Purkon, D. B., Haerussana, A. N. E. M., & Mulyo, G. P. E. (2022).

- Evaluation of *Peronema canescens* Leaves Extract: Fourier Transform Infrared Analysis, Total Phenolic and Flavonoid Content, Antioxidant Capacity, and Radical Scavenger Activity. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 10(A), 117–124. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2022.8221>
- Marwati, M. . N. S. . K. N. . & N. N. (2022). Pengaruh Metode Ekstraksi Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Karamunting (*Rhodomyrtus Tomentosa* (Aiton) Hassk) Dengan Metode DPPH. *Jurnal Ilmiah Farmasi Farmasyifa*, 5(2), 183–191.
- Molyneux, P. (2004). The Use of the Stable Free Radical Diphenylpicryl-hydrazyl (DPPH) for Estimating Antioxidant Activity. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 26(December 2003), 211–219. <https://doi.org/10.1287/isre.6.2.144>
- Mudjiran, & Karneli, Y. (2024). Analisis aktivitas antioksidan dalam menghambat radikal bebas. *Sains Dan Ilmu Terapan*, 2(2), 55–59.
- Senduk, T. W., Montolalu, L. A. D. Y., & Dotulong, V. (2020). The rendement of boiled water extract of mature leaves of mangrove *Sonneratia alba*. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan Tropis*, 11(1), 9. <https://doi.org/10.35800/jpkt.11.1.2020.28659>
- Syarief Armanzah, R., & Tri Yuni Hendrawati, dan. (2016). *PENGARUH WAKTU MASERASI ZAT ANTOSIANIN SEBAGAI PEWARNA ALAMI DARI UBI JALAR UNGU (Ipomoea batatasL. Poir)*.
- Theafelicia, Z., & Narsito Wulan, S. (2023). PERBANDINGAN BERBAGAI METODE PENGUJIAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN (DPPH, ABTS DAN FRAP) PADA TEH HITAM (*Camellia sinensis*). *Jurnal Teknologi Pertanian*, 24(1), 35–44. <https://doi.org/10.21776/ub.jtp.2023.024.01.4>
- Tutik, T., Putri, G. A. R., & Lisnawati, L. (2022). PERBANDINGAN METODE MASERASI, PERKOLASI DAN ULTRASONIK TERHADAP AKTIVITAS ANTIOKSIDAN KULIT BAWANG MERAH (*Allium cepa* L.). *Jurnal Ilmu Kedokteran Dan Kesehatan*, 9(3), 913–923. <https://doi.org/10.33024/jikk.v9i3.5634>
- Umboro, R. O., S, D. E. B., & Yanti, N. K. W. (2020). UJI EFEKTIVITAS ANTIOKSIDANT (IC50) DAN TOKSISITAS AKUT (LD50) FRAKSI ETANOL DAUN NANGKA (*Artocarpus Heterophyllus* Lam.). *JUPE : Jurnal Pendidikan Mandala*, 5(6). <https://doi.org/10.58258/jupe.v5i6.2349>
- Wijaya, D. P., Paendong, J. E., & Abidjulu, J. (2014). Skrining Fitokimia dan Uji Aktivitas Antioksidan dari Daun Nasi (*Phrynium capitatum*) dengan Metode DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil). *Jurnal MIPA*, 3(1), 11. <https://doi.org/10.35799/jm.3.1.2014.3899>