



Artikel Review: Aplikasi Penggunaan Ultrasonik Pada Ekstraksi Antioksidan Pada Berbagai Simplisia Daun

Review Article: Application of Ultrasonic Use in Antioxidant Extraction in Various Leaf Simplicia

Ikhsan^{1*}, Amanda Diah Kartika Sari¹, Febi Tri Indah Sari¹

¹Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura, Pontianak, Kalimantan Barat, Indonesia

*Corresponding author : c1061221037@student.untan.ac.id

INFO ARTIKEL

Dikirim:
21 Mei 2025

Direvisi:
25 Juni 2025

Diterima:
27 Juni 2025

Terbit Online:
30 Juni 2025

ABSTRAK

Ekstraksi merupakan proses penting dalam isolasi senyawa bioaktif dari simplisia, terutama antioksidan yang berperan dalam menetralkan radikal bebas penyebab kerusakan sel. Metode *Ultrasonic-Assisted Extraction* (UAE) meningkatkan efisiensi ekstraksi melalui kavitasi akustik, yang merusak dinding sel dan mempermudah penetrasi pelarut. Kajian ini memberikan gambaran umum penelitian terkini tentang bagaimana suhu dan durasi ekstraksi memengaruhi produksi ekstrak daun dan aktivitas antioksidan. Menurut literatur yang ditinjau, hasil tinggi dan aktivitas antioksidan maksimum dihasilkan dalam keadaan ideal yang meliputi suhu antara 40 dan 50°C dan periode ekstraksi 20 hingga 30 menit. Sebagai contoh, ekstraksi daun jambu biji pada suhu 45°C selama 20 menit menghasilkan nilai IC₅₀ sebesar 3,55 µg/mL, menunjukkan potensi antioksidan yang kuat. Namun, suhu dan waktu ekstraksi yang berlebihan dapat menyebabkan degradasi senyawa aktif, menurunkan kualitas ekstrak. Oleh karena itu, pemilihan parameter ekstraksi yang tepat dalam UAE sangat penting untuk menjaga stabilitas dan efektivitas senyawa antioksidan.

Kata Kunci: *Ultrasonic-Assisted Extraction*, Antioksidan, Ekstraksi Daun, Rendemen, IC₅₀.

ABSTRACT

Ultrasonic-Assisted Extraction (UAE) enhances the efficiency of extracting antioxidant compounds from plant leaves through acoustic cavitation, which disrupts cell walls and facilitates solvent penetration. This review provides an overview of current research on how temperature and extraction duration affect leaf extract production and antioxidant activity. According to the reviewed literature, high yields and maximum antioxidant activity were achieved under ideal conditions including

temperatures between 40 and 50°C and extraction periods of 20 to 30 minutes. For example, guava leaf extraction at 45°C for 20 minutes achieved an IC_{50} value of 3.55 $\mu\text{g/mL}$, indicating strong antioxidant potential. However, excessive temperature and prolonged extraction time can degrade active compounds, reducing extract quality. Therefore, selecting appropriate extraction parameters in UAE is vital to maintain the stability and efficacy of antioxidant compounds.

Keywords: Ultrasonic-Assisted Extraction, Antioxidants, Leaf extraction, Yield, IC_{50} .

PENDAHULUAN

Ekstraksi adalah proses pemisahan senyawa aktif yang larut yang menggunakan pelarut cair tertentu dari bahan simplisia. Simplisia merupakan bahan alami yang berasal dari alam dan hanya mengalami proses pengeringan (Sapitri *et al.*, 2022). Penggunaan bentuk simplisia dapat menjaga stabilitas bahan aktif di dalam tanaman dibandingkan dalam bentuk segar yang mudah membusuk (Rakhmawatie *et al.*, 2023). Penyarian atau ekstraksi ini merupakan tahap penting dalam penemuan senyawa bioaktif dari bahan tanaman. Studi terbaru menunjukkan bahwa ekstraksi dengan bantuan sonikasi dapat meningkatkan efisiensi ekstraksi dengan menghasilkan rendemen metabolit sekunder tanaman yang lebih tinggi, serta membutuhkan waktu proses, penggunaan pelarut, dan suhu yang lebih rendah (Sholihah *et al.*, 2017).

Metode *Ultrasonic Assisted Extraction* (UAE) adalah metode ekstraksi untuk menciptakan gelembung spontan atau kavitasi dalam fase cair pada suhu yang lebih rendah dari titik didih yang menggunakan prinsip kavitasasi akustik. Teknik ini dapat memecah dinding sel yang memungkinkan pelarut masuk ke dalam material (Kristina *et al.*, 2022). Metode ultrasonik ini dapat digunakan karena sejumlah keunggulan dibandingkan dengan metode ekstraksi konvensional. Kandungan kimia aktif yang lebih tinggi, ekstrak yang lebih pekat, dan waktu pemrosesan yang lebih cepat semuanya dapat dicapai dengan metode UAE. Manfaat-manfaat ini sangat penting untuk ekstraksi zat-zat bioaktif, seperti antioksidan.

Antioksidan adalah zat yang membantu menangkal radikal bebas dan

melindungi sel dari stres oksidatif yang dapat menyebabkan sejumlah penyakit (Arif & Widodo, 2018). Melalui kapasitasnya untuk menangkal radikal bebas, zat kimia antioksidan ini berfungsi untuk menunda atau mencegah kerusakan sel. Radikal bebas sendiri adalah spesies molekul atau senyawa yang stabil secara mandiri dan memiliki satu atau lebih elektron tidak berpasangan dalam orbital atomnya (Ibroham *et al.*, 2022).

Oleh karena itu, ekstraksi senyawa antioksidan dari sumber alam memerlukan kondisi proses yang optimal untuk menjaga kestabilannya. Salah satu indikator penting dalam proses ekstraksi adalah rendemen, yaitu persentase hasil ekstrak terhadap berat bahan awal. Rendemen ini mencerminkan efisiensi proses ekstraksi dan dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk suhu dan lama waktu ekstraksi.

Melihat pentingnya kontrol parameter proses dalam UAE, terutama dalam ekstraksi senyawa antioksidan, maka perlu dilakukan kajian mengenai pengaruh waktu dan suhu ekstraksi terhadap rendemen dan kestabilan senyawa antioksidan. Review ini bertujuan untuk merangkum temuan-temuan ilmiah terkini terkait hubungan antara parameter waktu dan suhu dalam sonikasi dengan hasil ekstrak antioksidan, sehingga dapat memberikan informasi penting bagi pengembangan metode ekstraksi yang efisien dan efektif.

METODE PENELITIAN

Pada artikel review ini, metode yang digunakan dalam penyusunannya adalah dengan cara pengumpulan literatur yang dilakukan dengan pencarian literatur dilakukan melalui berbagai basis data ilmiah seperti PubMed, Scopus, Web of Science, ScienceDirect dan Google Scholar.

Kata kunci yang digunakan disesuaikan dengan topik utama artikel ini, yang mencakup, "Antioksidan", "Antioksidan Daun", "Ekstraksi", dan "Ultrasonic-Assisted Extraction (UAE)" dan pencarian dibatasi pada publikasi dalam rentang 10 tahun terakhir yaitu, tahun 2015 - 2025. Dari total 20 jurnal yang ditemukan, dilakukan seleksi lebih lanjut hingga diperoleh 7 jurnal utama yang digunakan dalam kajian ini. Seleksi dilakukan berdasarkan kriteria kualitas seperti keterindeksan jurnal, relevansi langsung

terhadap topik UAE pada simplisia daun, serta kelengkapan data mengenai suhu, waktu ekstraksi, dan aktivitas antioksidan.

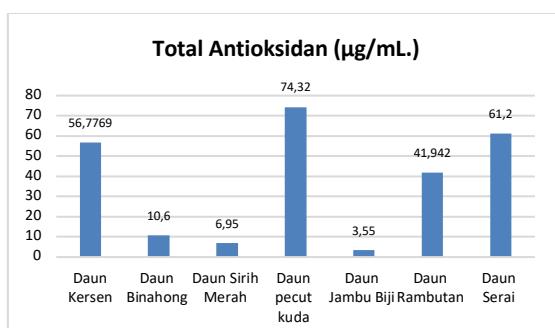
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil ekstraksi antioksidan dengan metode *Ultrasonic Assisted Extraction* (UAE) menunjukkan variasi nilai aktivitas antioksidan (IC_{50}), total antioksidan, serta total rendemen yang bergantung pada jenis tanaman, pelarut, suhu, dan waktu ekstraksi yang digunakan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengamatan literatur terkait kandungan antioksidan berbagai jenis daun

Tumbuhan	Treatment	Pelarut	Suhu (°C)	Waktu (menit)	Uji Antioksidan	Total Antioksidan (µg/mL)	Total Rendemen (%)	Referensi
Daun Kersen (<i>Muntingia calabura</i>)	<i>Ultrasonic Bath</i>	aquadest	40	10	DPPH IC50	56,7769	19,65	Isdiyanti, S. I., Kurniasari, L., & Maharani, F. (2021).
Daun Binahong (<i>Anredera cordifolia</i> [Ten] Steenis)	<i>Ultrasonic Bath</i>	Etanol	60	30	DPPH IC50	10,6	40,098	Sjahid, I. R., Aqshari, A., & Sediarno, S. (2020).
Daun Sirih Merah (<i>Piper cratatum</i>)	<i>Ultrasonic Bath</i>	Etil Asetat	50	20	DPPH IC50	6,95	18	Hendryani, R., Lutfi, M., & Hawa, L. C. (2015).
Daun pecut kuda (<i>Stachytarpheta jamaicensis</i> (L.) Vahl)	<i>Ultrasonic Bath</i>	Etanol	30	60	DPPH IC50	74,32	25,78	Jumawardi, R., Ananto, A. D., & Deccati, R. F. (2021).
Daun Jambu Biji (<i>Psidium guajava</i> L.)	<i>Ultrasonic Bath</i>	Etanol	45	20	DPPH IC50	3,55	16,65	Sekarsari, S., Widarta, I. W. R., & Jambe, A. A. G. N. A. (2019).
Daun rambutan (<i>Nephelium lappaceum</i> L.)	<i>Ultrasonic Probe</i>	Etanol	55	60	DPPH IC50	41,942	14,939	Prasetyo, F. H. H., Rachmawati, Y., Rizkyana, A. D., & Dwiniantti, E. F. (2024).
Daun Serai (<i>Cymbopogon citratus</i>)	<i>Ultrasonic Bath</i>	Etanol	40	60	DPPH IC50	61,2	26,68	Irfan, S., Ranjha, M. M. A. N., Nadeem, M., Safdar, M. N., Jabbar, S., Mahmood, S., Murtaza, M. A., Ameer, K., & Ibrahim, S. A. (2022).

Untuk mengetahui aktivitas antioksidan dari berbagai jenis simplisia daun, dilakukan pengukuran nilai IC_{50} yang kemudian disajikan dalam bentuk grafik dalam gambar 1. Grafik berikut menunjukkan total aktivitas antioksidan (dalam $\mu\text{g/mL}$) dari beberapa jenis simplisia daun yang diuji.



Gambar 1. Grafik Total Antioksidan Berbagai Jenis Simplisia Daun.

Konsentrasi ekstrak simplisia daun jambu biji dengan aktivitas antioksidan yang memiliki nilai IC_{50} sebesar $3,55 \mu\text{g/mL}$

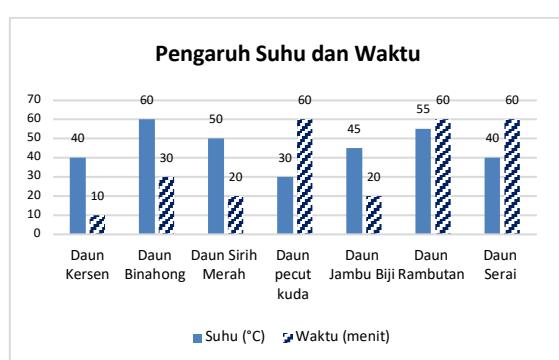
memberikan hasil yang paling besar. Hal ini disebabkan karena kapasitas antioksidan meningkat seiring dengan penurunan nilai IC_{50} (Rizqiana & Sudarmin., 2023). Menurut para peneliti di Departemen Pertanian Amerika Serikat (USDA) telah menunjukkan bahwa jambu biji memiliki kandungan antioksidan yang sangat tinggi (Ngatin *et al.*, 2022). Menurut penelitian Sekarsari *et al* (2019) daun jambu biji menunjukkan aktivitas antioksidan tingkat tinggi dengan nilai IC_{50} sebesar $3,55 \mu\text{g/mL}$. Nilai ini menunjukkan bahwa 50% aktivitas radikal bebas dapat dihambat oleh ekstrak daun jambu biji pada dosis ini.

Setelah 20 menit pada suhu 45°C , aktivitas antioksidan daun jambu biji mencapai hasil tinggi yaitu $3,55 \mu\text{g/mL}$. Metode UAE dapat menghasilkan ekstrak dengan kandungan total fenol dan flavonoid lebih tinggi dibandingkan metode konvensional seperti maserasi atau refluks. Hal ini karena gelombang ultrasonik menghasilkan efek kavitas yang berperan dalam menghancurkan dinding sel tanaman sehingga senyawa aktif dapat lebih

mudah dilepaskan dan terlarut dalam pelarut (Silalahi *et al.*, 2022). Suhu dan durasi ini dianggap ideal karena suhu yang terlalu tinggi atau waktu ekstraksi yang lama dapat mengakibatkan oksidasi dan hilangnya bahan aktif. Seperti pada simplisia daun pecut kuda meskipun menggunakan suhu yang rendah tetapi dengan waktu yang cukup lama hingga 60 menit menghasilkan aktivitas antioksidan yang sangat rendah. Sebaliknya, jika waktu ekstraksi yang digunakan terlalu pendek dapat menyebabkan senyawa aktif tidak terekstraksi dengan sempurna (Chemal *et al.*, 2017). Oleh karena itu, pengaturan suhu dan durasi ekstraksi yang seimbang sangat penting agar senyawa antioksidan tetap stabil dan efektif (Sekarsari *et al.*, 2019).

Pengaruh Suhu dan Waktu

Berdasarkan studi yang ditinjau, parameter proses seperti suhu dan waktu ekstraksi menunjukkan variasi yang cukup signifikan antar jenis simplisia daun. Variasi ini memengaruhi efisiensi ekstraksi senyawa bioaktif. Pada Gambar 2 menyajikan data suhu dan waktu ekstraksi yang digunakan dalam masing-masing perlakuan pada berbagai jenis simplisia daun.



Gambar 2. Grafik Pengaruh Suhu dan Waktu dari Berbagai Simplisia Daun

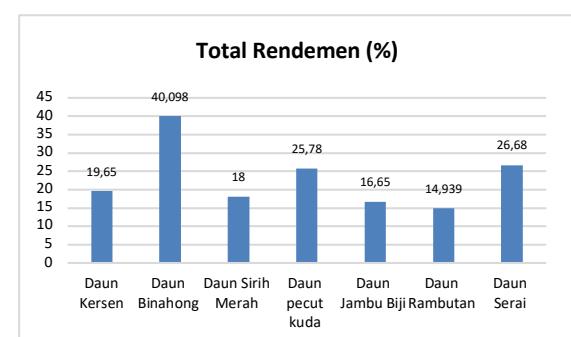
Aktivitas antioksidan yang lebih tinggi diperoleh setelah 20 menit ekstraksi pada suhu antara 40-50°C dibandingkan dengan waktu ekstraksi yang lebih lama. Ekstraksi yang berlangsung terlalu lama seperti 60 menit dapat cenderung mengurangi aktivitas antioksidan. Hal ini disebabkan karena

sebetulnya metode UAE sudah menurunkan suhu dan waktu pada saat metode ekstraksi (Handayani *et al.*, 2016). Prinsip metode ekstraksi UAE adalah efek kavitasi yang meningkatkan laju perpindahan massa dan efisiensi ekstraksi dengan memfasilitasi penetrasi pelarut ke dalam membran sel (Fauziah *et al.*, 2022).

Salah satu manfaat metode ekstraksi ultrasonik adalah mempercepat proses ekstraksi (Andhiksana, 2017). Jika dibandingkan dengan ekstraksi konvensional atau panas, metode ultrasonik ini jauh lebih singkat, lebih aman, dan menghasilkan lebih banyak bahan mentah (Handayani *et al.*, 2016). Sehingga, waktu ekstraksi yang terlalu lama cenderung menurunkan aktivitas antioksidan akibat degradasi termal senyawa aktif yang sensitif terhadap panas dan gelombang ultrasonik dalam durasi panjang (Zhong *et al.*, 2019; Ruijyanti *et al.*, 2020).

Total Rendemen

Rendemen menunjukkan efisiensi ekstraksi senyawa dari tanaman, seperti terlihat pada Gambar 3 yang membandingkan total rendemen berbagai simplisia daun.



Gambar 3. Grafik Total Rendemen dari Berbagai Simplisia Daun

Penggunaan UAE dinilai mampu meningkatkan kuantitas ekstrak hasil rendemen. Suhu dan lama ekstraksi yang digunakan berdampak pada hasil rendemen yang dihasilkan. Ultrasonik adalah metode ekstraksi alternatif yang efektif dan efisien, dengan konsumsi energi, waktu, bahan yang rendah, serta menghasilkan rendemen yang

lebih tinggi (Vinotoru, 2001; Hendryani *et al.*, 2015). Persentase rendemen merupakan persentase berat ekstrak terhadap berat awal simplisia daun. Perhitungan rendemen ekstrak dilakukan untuk mengetahui besar massa ekstrak yang dihasilkan dari perlakuan dua metode ekstraksi yang berbeda. Semakin tinggi persentase dari rendemen maka semakin banyak ekstrak yang didapatkan.

Persen rendemen dapat menggambarkan bagaimana efektifitas suatu pelarut terhadap bahan dalam suatu sampel (Prasetyo *et al.*, 2024). Jumlah zat aktif yang dihasilkan pada sebuah ekstraksi akan mempengaruhi nilai persen rendemen. Nilai persen rendemen sangat diperlukan untuk mengetahui banyaknya ekstrak yang dihasilkan selama ekstraksi berlangsung. Data hasil rendemen juga memiliki kaitan yang erat dengan senyawa aktif pada suatu sampel. Semakin tinggi nilai rendemen maka semakin banyak pula senyawa aktif yang terkandung pada sampel. (Hanif *et al.*, 2018)

Total rendemen terbanyak terdapat pada daun binahong. Daun binahong yang diekstraksi menggunakan metode UAE menghasilkan rendemen sebesar 40.098%. Hal ini disebabkan karena terjadinya fragmentasi. Alasan terjadinya fragmentasi ini adalah karena partikel simplisia terpecah menjadi potongan-potongan yang lebih kecil sehingga meningkatkan luas permukaan partikel yang diekstraksi. Karena keadaan ini, terjadi perpindahan massa yang lebih besar dari simplisia ke pelarut, yang mempercepat proses ekstraksi dan meningkatkan hasil (Chemat *et al.*, 2017; Sjahid *et al.*, 2020).

Pengaruh Jenis Pelarut

Jenis pelarut yang digunakan untuk proses ekstraksi memiliki peranan penting dalam menentukan efektivitas ekstraksi dari senyawa bioaktif (Alfauzi *et al.*, 2022). Pelarut yang digunakan adalah aquadest (air suling) dan etanol. Perbedaan polaritas di antara kedua pelarut ini berdampak signifikan terhadap hasil ekstraksi.

Etanol merupakan pelarut semi-polar yang mampu melarutkan senyawa polar dan non-polar, sehingga lebih efektif untuk mengekstraksi berbagai senyawa fenolik dan flavonoid (Rizkiana *et al.*, 2021). Sementara itu, aquadest hanya melarutkan

senyawa polar dan kurang efisien untuk senyawa non-polar (Alfauzi *et al.*, 2022). Dalam studi oleh Hendryani *et al* (2015), penggunaan etanol sebagai pelarut memberikan total fenol dan flavonoid yang lebih tinggi daripada air suling, menunjukkan efisiensinya dalam melarutkan senyawa antioksidan. Pemilihan pelarut sebaiknya disesuaikan dengan tujuan ekstraksi dan senyawa target yang ingin diperoleh.

KESIMPULAN

Telah dibuktikan bahwa metode UAE adalah metode ekstraksi yang berhasil dan berkelanjutan untuk mengekstraksi bahan kimia antioksidan dari bahan daun. Berdasarkan kajian literatur, suhu dan waktu ekstraksi merupakan parameter kunci yang secara signifikan memengaruhi rendemen serta aktivitas antioksidan dari hasil ekstrak. Suhu optimal berada pada kisaran 40–50°C dan waktu ekstraksi sekitar 20 menit, yang secara umum memberikan hasil ekstrak dengan rendemen tinggi dan aktivitas antioksidan maksimal. Suhu yang terlalu tinggi atau waktu ekstraksi yang lama dapat menurunkan kualitas ekstrak sehingga dapat menurunkan kualitas bahan aktif.

Oleh karena itu, pemilihan kondisi proses yang tepat dalam metode UAE sangat penting untuk menjaga stabilitas dan efektivitas senyawa antioksidan. Temuan-temuan ini dapat menjadi acuan dalam pengembangan lebih lanjut metode ekstraksi darbahan alam, untuk aplikasi di bidang farmasi, pangan, dan kosmetik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhikhana, A. (2017). Perbandingan metode konvensional ekstraksi pektin dari kulit buah pisang dengan metode ultrasonik. *Journal of Research and Technology*, 3(2), 80–87. Diakses dari <https://journal.unusida.ac.id/index.php/jrt/article/view/276>
- Alfauzi, R. A., Hartati, L., Suhendra, D., Rahayu, T. P., & Hidayah, N. (2022). Ekstraksi senyawa bioaktif kulit jengkol (*Archidendron jiringa*) dengan konsentrasi pelarut metanol berbeda sebagai pakan tambahan ternak ruminansia. *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*, 20(3),

- 95-103.
<https://doi.org/10.29244/jintp.20.3.95-103>
- Arief, H., & Widodo, M. A. (2018). Peranan stres oksidatif pada proses penyembuhan luka. *Jurnal Ilmiah Kedokteran Wijaya Kusuma*, 5(2), 22–29. Diakses dari <https://journal.uwks.ac.id/index.php/jikw/article/download/338/308>
- Chemat, F., Rombaut, N., Sicaire, A. G., Meullemiestre, A., Fabiano-Tixier, A. S., & Abert-Vian, M. (2017). Ultrasound assisted extraction of food and natural products: Mechanisms, techniques, combinations, protocols and applications. *Ultrasonics Sonochemistry*, 34, 540–560. doi:10.1016/j.ultsonch.2016.06.035
- Fauziah, J. H., Yuliawati, K. M., & Patricia, V. M. (2022). Pengaruh perbedaan pelarut ekstraksi terhadap aktivitas antioksidan ekstrak kulit buah naga yang diekstraksi dengan metode ultrasound-assisted extraction (UAE). *Bandung Conference Series: Pharmacy*, 2(2). doi:10.29313/bcsp.v2i2.3584
- Hanif, A. Q., Nur, Y., & Rijai, L. (2018). Aktivitas antioksidan ekstrak kulit batang kenitu (*Chrysophyllum cainito* L.) dengan dua metode ekstraksi. *Proceeding Mulawarman Pharmacy Conference*, 8(November 2018), 8–13. doi:10.25026/mpc.v8i1.296
- Handayani, H., Sriherfyna, H., & Yuanianta, Y. (2016). Antioxidant extraction of soursop leaf with ultrasonic bath (Study of material: Solvent ratio and extraction time). 4(1), 262–272. Diakses dari <http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php>
- Hendryani, R., Lutfi, M., & Hawa, L. C. (2015). Ekstraksi antioksidan daun sirih merah kering (*Piper crotatum*) dengan metode pra-perlakuan ultrasonic assisted extraction (kajian perbandingan jenis pelarut dan lama ekstraksi). *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*, 3(2), 33–38. Diakses dari <https://jbkt.ub.ac.id/index.php/jbkt/article/view/178>
- Ibroham, M. H., Jamilatun, S., & Kumalasari, I. D. (2022). A review: Potensi tumbuhan-tumbuhan di Indonesia sebagai antioksidan alami. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ*, 1(1). Diakses dari <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaslit/article/view/14252>
- Irfan, S., Ranjha, M. M. A. N., Nadeem, M., Safdar, M. N., Jabbar, S., Mahmood, S., Murtaza, M. A., Ameer, K., & Ibrahim, S. A. (2022). Antioxidant activity and phenolic content of sonication- and maceration-assisted ethanol and acetone extracts of *Cymbopogon citratus* leaves. *Separations*, 9(9), 244. doi:10.3390/separations909024
- Isdiyanti, S. I., Kurniasari, L., & Maharani, F. (2021). Ekstraksi flavonoid dari daun kersen (*Muntingia calabura* L) menggunakan pelarut etanol dengan metode MAE (Microwave Assisted Extraction) dan UAE (Ultrasonic Assisted Extraction). *Inovasi Teknik Kimia*, 6(2), 105–109. Diakses dari <https://publikasiilmiah.unwahas.ac.id/inteka/article/view/5513>
- Jumawardi, R., Ananto, A. D., & Deccati, R. F. (2021). Aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun pecut kuda (*Stachytarpheta jamaicensis* (L.) Vahl) menggunakan metode ekstraksi berbasis gelombang ultrasonic. *Sasambo Journal of Pharmacy*, 2(2), 80–86. doi:10.29303/sjp.v2i2.85
- Ngatin, A., Wulandari, A. F., Saffanah, A. D., Suminar, D. R., & Setyaningrum, S. (2022). Pemanfaatan ekstrak daun jambu biji sebagai inhibitor korosi baja paduan dalam medium larutan NaCl. *Fluida*, 15(2), 113–120. doi:10.35313/fluida.v15i2.3923
- Prasetyo, F. H. H., Rachmawati, Y., Rizkyana, A. D., & Dwinianti, E. F. (2024). Efektivitas sonikasi terhadap aktivitas antioksidan ekstrak daun rambutan (*Nephelium lappaceum* L.). *The 2nd National Conference on Innovative Agriculture 2024*, Politeknik Negeri Jember, 9 November. Diakses dari <https://ocs.polije.ac.id/index.php/pnacia/article/view/251>

- Rakhmawatie, M. D., Marfu'ati, N., & Ratnaningrum, K. (2023). Pembuatan simplisia dan teknik penympangan obat tradisional jahe merah dan daun pepaya untuk standardisasi dosis. *Berdikari: Jurnal Inovasi dan Penerapan IPTEKS*, 11(1), 12–23. <https://doi.org/10.18196/berdikari.v11i1.16717>
- Riskiana, N. P. Y. C., & Vifta, R. L. (2021). Kajian pengaruh pelarut terhadap aktivitas antioksidan alga coklat genus *Sargassum* dengan metode DPPH: Study of the effect of solvents on antioxidant activity of brown algae genus *Sargassum* using the DPPH method. *Journal of Holistics and Health Sciences*, 3(2), 201-213. <https://doi.org/10.35473/jhhs.v3i2.80>
- Rizqiana, A., & Sudarmin, S. (2023). Science analysis of antioxidant activity on the ethanol extract of Indonesian tropical forest plants. *J. Chem. Sci.*, 12(1). Diakses dari <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ijcs>
- Rujiyanti, M. L., Kunarto, B., & Pratiwi, E. (2020). Pengaruh lama ekstraksi kulit melinjo merah (*Gnetum gnemon* L.) berbantu gelombang ultrasonik terhadap yield, fenolik, flavonoid, tanin dan aktivitas antioksidan. *Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian*, 15(1), 17–27. Diakses dari <https://journals.usm.ac.id/index.php/jtphp/article/view/2290>
- Sapitri, A., Asfianti, V., & Marbun, E. D. (2022). Pengelolahan tanaman herbal menjadi simplisia sebagai obat tradisional. *Jurnal Abdimas Mutiara*, 3(1), 94–102. <https://ejournal.sarimutiara.ac.id/index.php/JAM/article/view/2595>
- 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*, 8(3), 267–277. Diakses dari <https://doi.org/10.24843/itepa.2025.v14.i01>
- Sholihah, M., Ahmad, U., & Budiastri, I. W. (2017). Aplikasi gelombang ultrasonik untuk meningkatkan rendemen ekstraksi dan efektivitas antioksidan kulit manggis (*Garcinia mangostana* L.). *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 5(2), 161–168. Diakses dari <https://doi.org/10.19028/jtep.05.2.161-168>
- Silalahi, P. K., Swasti, R. Y., & Pranata, S. F. (2022). Aktivitas antioksidan dari produk olahan jeruk. *Amerta Nutrition*, 6(1). Diakses dari <https://doi.org/10.20473/amnt.v6i1.2022.100-111>
- Sjahid, L. R., Aqshari, A., & Sediarno, S. (2020). Penetapan kadar fenolik dan flavonoid hasil ultrasonic assisted extraction daun binahong (*Anredera cordifolia* [Ten] Steenis). *Jurnal Riset Kimia*, 11(1), 16–23. Diakses dari <https://doi.org/10.25077/jrk.v11i1.348>