

**BIOAKTIVITAS ANTIOKSIDAN ANDALIMAN (*Zanthoxylum acanthopodium*)  
SEBAGAI TANAMAN ENDEMIK SUMATERA UTARA**

*Antioxidant Bioactivity of Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium*) as an Endemic Plant of North Sumatera*

**Dian Pratiwi<sup>1</sup>, Digna Renny Panduwati<sup>1</sup>, Liza Mutia<sup>1</sup>, Sri Widia Ningsih<sup>1</sup>,  
Dewi Setiyawati<sup>1</sup>, Suparni<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Medan

Email: [dianpratiwitlm@gmail.com](mailto:dianpratiwitlm@gmail.com)

**ARTICLE HISTORY**

Received [27 Juli 2024]

Revised [01 Agustus 2024]

Accepted [03 Agustus 2024]

**KATA KUNCI:**

Andaliman, bioaktivitas, antioksidan, uji DPPH

**KEYWORDS:**

Andaliman, bioactivity, antioxidant, DPPH assay

**ABSTRAK**

Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium*) merupakan salah satu tanaman endemik Sumatera Utara yang pemanfaatannya masih sangat minim. Dengan adanya berbagai macam senyawa metabolit sekunder pada bahan alam, tidak menutup kemungkinan bahwa andaliman bisa berpotensi sebagai senyawa antioksidan. Senyawa antioksidan dapat mencegah radikal bebas disebabkan karena adanya donor elektron dari senyawa antioksidan yang dapat mengikat elektron bebas pada senyawa radikal. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan senyawa antioksidan melalui ekstraksi andaliman, karakterisasi dengan beberapa instrumen, dan uji 1,1-difinil-2-pikrilhidrazil (DPPH). Metode yang digunakan adalah secara eksperimental di laboratorium dengan sampel bahan alam yaitu buah andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium*). Berdasarkan uji FT-IR dapat dilihat bahwa peak yang muncul pada  $3300\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus -OH (hidroksil) pada sampel. Pada  $2900\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-H alifatik. Pada  $1700$  dan  $1600\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus karbonil. Berdasarkan uji menggunakan GC-MS diperoleh hasil ekstrak andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium*) mengandung senyawa 3-karen, D-limonen, 2-karen-4-ol, Geraniol, Geranil asetat, naftol, dodekatrienol trimetil asetat, asam heksadekanoat, asam suksinat, dan oktadekadienol klorida. Berdasarkan uji DPPH dapat disimpulkan bahwa kekuatan antioksidan dari andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium*) menunjukkan hasil yang sedang sebesar 149 ppm dan dapat dimanfaatkan sebagai antioksidan. Saran dari penelitian ini adalah bervariasi pelarut dalam pengujian DPPH.

**ABSTRACT**

Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium*) is one of the endemic plants of North Sumatra whose use is still very minimal. The secondary metabolite compounds in natural product, makes the possibility for andaliman to have potential as an antioxidant compound. Antioxidant compounds could prevent free radicals due to the presence of electron donors from antioxidant which can bind free electrons in radical compounds. The aim of this research is to obtain antioxidant compounds through andaliman extraction, characterization using several instruments, and DPPH assay. The method used was experimental in the laboratory with samples of natural product, in this case andaliman fruit (*Zanthoxylum acanthopodium*). According to the FT-IR, the peak appearing at  $3300\text{ cm}^{-1}$  indicates the presence of hydroxyl (-OH) groups in the sample. At  $2900\text{ cm}^{-1}$ , there are aliphatic C-H groups. At  $1700$  and  $1600\text{ cm}^{-1}$ , there are carbonyl groups. Based on the GC-MS, the results showed that the extract from Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium*) contains compounds such as 3-carene, D-limonene, 2-carene-4-ol, Geraniol, Geranyl acetate, Naphthol, Dodecatrienol trimethyl acetate, Hexadecanoic acid, Succinic acid, and Octadecadienoyl chloride. The DPPH assay indicates that andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium*) has a modest level of antioxidant strength with an  $IC_{50}$  value 149 ppm and can be utilized as an antioxidant. The various of solvents are recommended for the next research to determine the value of DPPH assay.

## Pendahuluan

Indonesia dikenal sebagai pusat keragaman genetika tumbuhan rempah-rempah. Menurut *Food and Agriculture Organization* (FAO) rempah-rempah adalah bagian tumbuhan yang digunakan secara terbatas sebagai bumbu, pengharum, penguat cita rasa, dan pengawet makanan (Anggrasari *et al.*, 2021). Rempah-rempah tidak hanya digunakan sebagai bumbu masakan dan meningkatkan selera makan, tetapi juga digunakan sebagai obat tradisional. Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium*) adalah salah satu jenis rempah-rempah tersebut. Andaliman atau juga dikenal sebagai *Zanthoxylum acanthopodium* adalah tanaman asli Sumatera Utara yang banyak ditemukan di Tapanuli Utara, Toba Samosir, dan Dairi (Napitupulu *et al.*, 2020). Buah Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium*) adalah termasuk jenis rempah-rempah tradisional, yang mempunyai aroma khas seperti jeruk dan memiliki sifat sensorik karena mengandung *hydroxy-alpha sanshool* (Wu *et al.*, 2020).

Ekstrak buah Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium*), mengandung alkaloid, tannin, fenol, dan flavonoid yang dapat berfungsi sebagai antioksidan. Kemampuan dalam mengikat atau menangkap radikal bebas, antioksidan dapat memperlambat atau mencegah oksidasi molekul lain, atau disebut dengan radical scavenger (Nooreen *et al.*, 2017). Di dalam tubuh, radikal bebas yang berlebih bisa menimbulkan masalah kesehatan seperti penyakit jantung, diabetes, demensia, bahkan kanker. Tubuh menghasilkan radikal bebas melalui proses metabolisme, yang mencakup pencernaan makanan dan penggunaan oksigen dari bahan kimia yang dihasilkan (Liang *et al.*, 2020). Namun, radikal bebas di luar tubuh dapat berasal dari paparan radiasi, asap kendaraan, zat beracun seperti pestisida dan logam berat, dan asap rokok (Parra-Arroyo *et al.*, 2022).

Penelitian mengenai pemanfaatan ekstrak rempah-rempah di Indonesia yang

mengandung senyawa aktif tertentu dalam menangkal radikal bebas sudah banyak dilakukan seperti pengujian aktivitas antioksidan pada biji pala dan diperoleh  $IC_{50}$  sebesar 11,599 ppm (Ginting *et al.*, 2017). Penelitian pada daun sereh wangi diperoleh nilai  $IC_{50}$  antioksidan sebesar 50,3 ppm (Febrina, 2019). Selanjutnya penelitian bioaktivitas antioksidan pada ekstrak temulawak diperoleh  $IC_{50}$  sebesar 87,01 ppm (Ryadha *et al.*, 2021). Pada tahun 2022, telah diteliti bioaktivitas antioksidan pada daun bitanggur dan diperoleh nilai  $IC_{50}$  sebesar 55,67 ppm (Faisal *et al.*, 2022). Dan pada tahun 2023 ditemukan nilai antioksidan dari daun pandan wangi sebesar 27,65 ppm (Hashary *et al.*, 2023). Berdasarkan hal di atas, andaliman sebagai bahan alam yang merupakan tanaman endemik Sumatera Utara juga bisa berpotensi mengandung senyawa antioksidan yang akan dilihat dari hasil pengujian untuk melihat nilai  $IC_{50}$ -nya. Rumusan masalah dari penelitian ini adalah apakah terdapat bioaktivitas antioksidan pada ekstrak andaliman. Penelitian dilakukan pada tahun 2023-2024.

## Metode Penelitian

Buah Andaliman diperoleh dari Kabupaten Toba Samosir kemudian diidentifikasi untuk memastikan taksonominya. Buah Andaliman kemudian dicuci menggunakan air yang mengalir dan dihaluskan hingga menjadi serbuk dengan menggunakan blender. Metode yang digunakan adalah maserasi bubuk Andaliman dan diambil ekstraknya. Perbandingan pelarut dan simplisia yang digunakan adalah 1:8 selama 24 jam. Selanjutnya solven disaring dan diuapkan dengan menggunakan *rotary evaporator*. Hasil ekstrak dikarakterisasi dengan menggunakan FT-IR dan GC-MS (Asworo & Widwastuti, 2023).

Sampel buah Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium*) yang telah diekstrak, kemudian dibuat larutan induk sebesar 100 ppm. Selanjutnya, pelarut etanol

digunakan untuk mengencerkan. Menyediakan larutan stok DPPH 50 ppm. Perbandingan yang digunakan 1:1, larutan diinkubasi selama 30 menit pada 37°C dan diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 517 nm.

Pengujian DPPH ini digunakan untuk mengetahui bioaktivitas antioksidan dari ekstrak andaliman yang telah diperoleh. Kategori kekuatan antioksidan dapat dilihat pada Tabel 1.

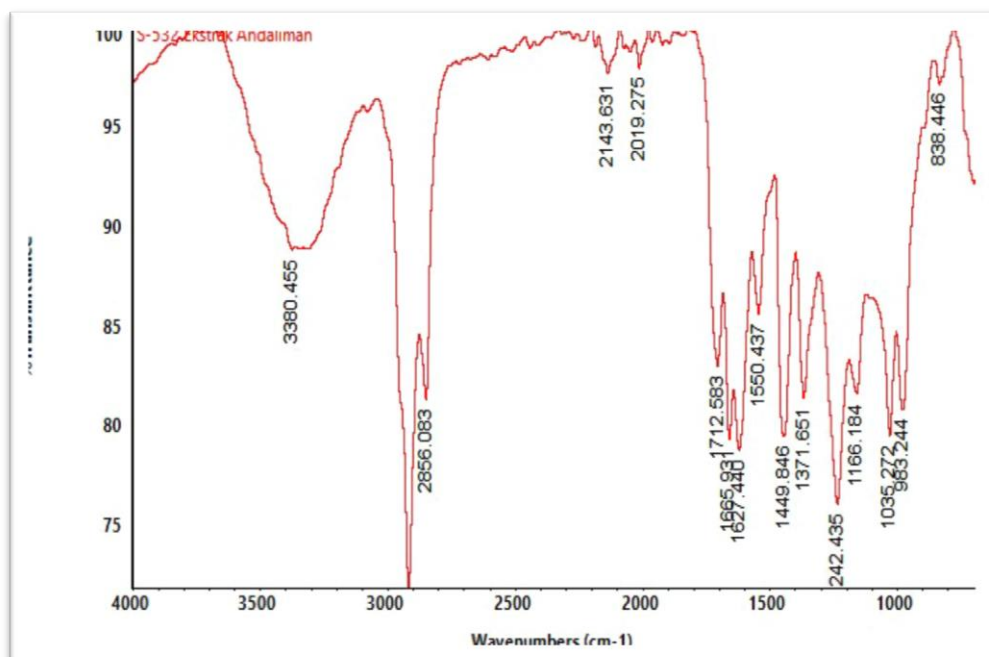
Tabel 1.  
Kategori Kekuatan Aktivitas Antioksidan (Ajhar & Meilani, 2020)

Kategori	Konsentrasi (ppm)
Lemah	151-200
Sedang	101-150
Kuat	50-100
Sangat Kuat	<50

### Hasil Penelitian

Ekstrak buah andaliman yang telah diperoleh diuji terlebih dahulu (Hidayat *et al.*, 2020) menggunakan FT-IR untuk

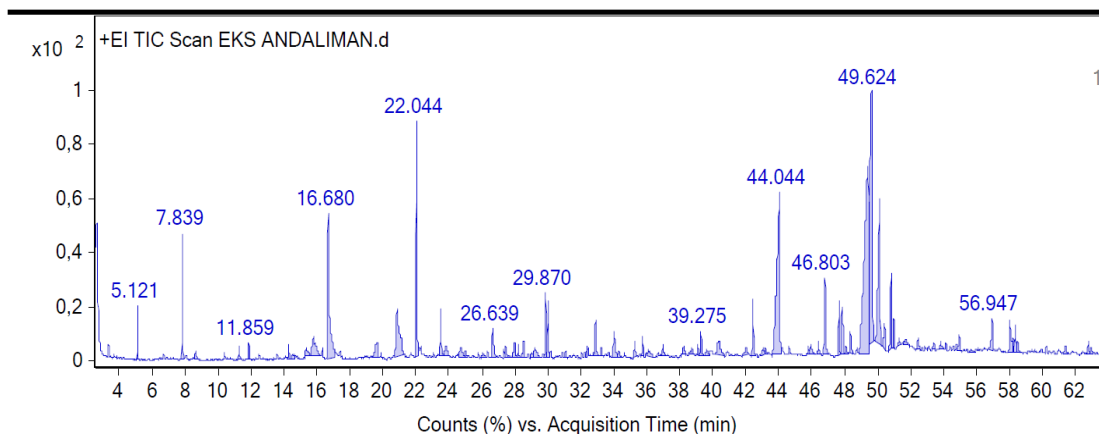
melihat gugus fungsi yang ada seperti pada Gambar 1.



Gambar 1.  
Hasil uji FT-IR andaliman

Setelah itu dilakukan uji GC-MS untuk mengetahui senyawa yang

terkandung dalam ekstrak buah andaliman dan diperoleh peak seperti pada Gambar 2.



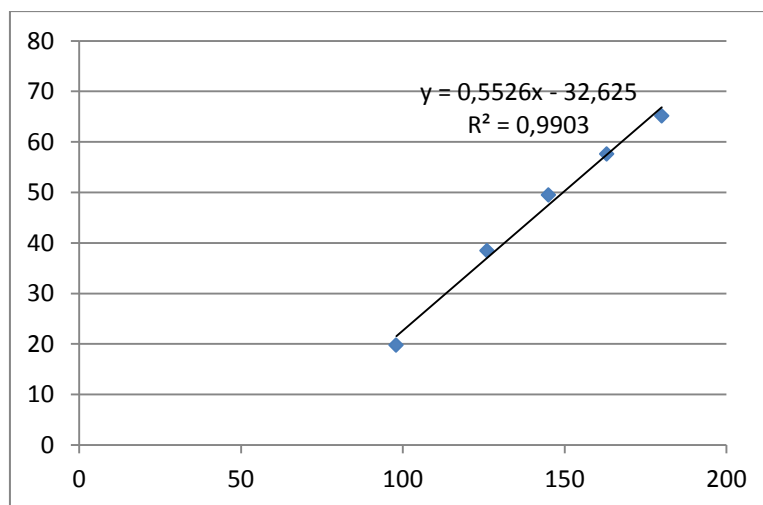
Gambar 2.  
Hasil GC-MS andaliman

Tabel 2 berikut berisi data mengenai hasil pengujian bioaktivitas antioksidan dari ekstrak buah andaliman menggunakan DPPH dengan

spektrofotometer UV-Visible, sehingga didapatkan persamaan regresi linier pada Gambar 3 untuk menentukan nilai IC<sub>50</sub> dari andaliman.

Tabel 2.  
Hasil Uji DPPH Andaliman

No	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi		% Penghambatan	
		Pengulangan ke-1	Pengulangan ke-2	Pengulangan ke-1	Pengulangan ke-2
1	98	0,7421	0,7421	19,7209	19,7209
2	126	0,5691	0,5688	38,4357	38,4682
3	145	0,4670	0,4667	49,4807	49,5132
4	163	0,3923	0,3920	57,5617	57,5941
5	180	0,3223	0,3146	65,1341	65,9671



Gambar 3.  
Hubungan Konsentrasi Ekstrak Andaliman dengan Persen Inhibisi

## Pembahasan

Andaliman merupakan rempah yang berasal dari Asia berupa kulit luar buah beberapa jenis anggota tumbuhan marga *Zanthoxylum* (*Rutaceae* atau suku jeruk-jerukan). Di Indonesia rempah ini dikenal untuk menambah cita rasa pada masakan Batak, sehingga banyak orang menyebutnya sebagai merica batak. Aroma Andaliman dengan nama latin *Zanthoxylum acanthopodium* mirip seperti aroma jeruk namun memiliki rasa pedas sehingga meninggalkan rasa getir di lidah, meskipun tidak sepedas cabai atau merica pada umumnya. Rasa getir ini muncul karena terdapat senyawa *hydroxy-alpha-sanshool* pada andaliman. Andaliman banyak tumbuh secara liar di hutan penuh semak wilayah Kabupaten Samosir, Toba, Dairi, dan Tapanuli Utara. Bahkan di Kabupaten Simalungun terdapat 3 kecamatan penghasil andaliman yaitu Kecamatan Purba, Dolog Masagal dan Raya (Adrian *et al.*, 2023; Naibaho *et al.*, 2020).

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, analisa terhadap andaliman dilakukan menggunakan uji FT-IR untuk melihat gugus fungsi yang ada, uji GC-MS untuk melihat senyawa yang terkandung dalam ekstrak andaliman, dan uji DPPH untuk melihat aktivitas antioksidannya. Uji awal menggunakan FT-IR diperoleh hasil seperti yang terlihat pada Gambar 1 dimana *peak* yang muncul menunjukkan adanya gugus -OH (hidroksil) pada  $3300\text{ cm}^{-1}$ , gugus C-H alifatik pada  $2900\text{ cm}^{-1}$ , dan gugus karbonil pada  $1700$  dan  $1600\text{ cm}^{-1}$ . Uji ini sangat penting dilakukan untuk mengkonfirmasi ada atau tidaknya gugus fungsi senyawa yang nanti berperan sebagai bioaktivitas pada bahan alam yang diekstrak.

*Gas Chromatography - Mass Spectrometry* digunakan untuk mengidentifikasi senyawa yang mudah menguap saat dipanaskan pada kondisi vakum tinggi dan tekanan rendah. Berdasarkan uji menggunakan kromatografi gas pada Gambar 2 diperoleh hasil ekstrak Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium*) berupa senyawa *3-carene*, *D-limonene*, *2-*

*carene-4-ol*, geraniol, senyawa terpenoid, geraniol asetat, naftol, fenol, dodekatrienol trimetil asetat, asam heksadekanoat, asam suksinat, dan oktadekadienoil klorida. Senyawa-senyawa yang muncul terkait dengan hasil uji FT-IR yang menandakan adanya gugus fungsi tertentu.

Terpenoid yang terkandung pada andaliman berpotensi mempunyai aktivitas antioksidan yang berperan penting untuk mempertahankan mutu produk pangan dari berbagai kerusakan atau ketengikan, sangat bermanfaat bagi kesehatan, serta memiliki nilai gizi, memberi warna dan aroma pada makanan (Gutiérrez-del-Río *et al.*, 2021). Tumbuhan-tumbuhan yang memiliki metabolit sekunder seperti terpenoid juga bisa digunakan sebagai antimikroba. Hal ini menjadikan andaliman mempunyai peluang sebagai bahan baku senyawa antioksidan maupun antimikroba bagi industri farmasi dan pangan (Huang *et al.*, 2022).

Andaliman juga mengandung metabolit sekunder lainnya seperti senyawa monoterpen dan sesquiterpen, polifenolat, serta quinon. Minyak atsiri yang terkandung dalam andaliman seperti geraniol, cineol, citronellal, dan linalool yang menimbulkan kombinasi aroma *mint* dan lemon. Identifikasi fraksi non volatil dari *Zanthoxylum* mengandung senyawa terpen, flavonoid, alkaloid, *aporphyrine* alkaloid, *pyranoguinoline* alkaloid, *quaternary isoquinoline* alkaloid, dan beberapa jenis ligan. Ligan ini merupakan senyawa yang kemungkinan berperan sebagai antioksidan dalam fraksi non volatil ekstrak *Zanthoxylum acanthopodium* (Nooreen *et al.*, 2017).

Ekstrak kasar buah *Zanthoxylum acanthopodium* atau andaliman ini juga pernah diteliti memiliki aktivitas fisiologi yang cukup aktif sebagai antimikroba dan antioksidan yang potensial. Hal ini berdasarkan hasil pengujian aktivitas antimikroba pada penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa ekstrak buah andaliman bersifat bakterisidal terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Bacillus*

*subtilis*, dan *Salmonella typhi*. Selain kandungan senyawa tersebut, andaliman yang memiliki kandungan fenolik berfungsi sebagai penyumbang radikal hidrogen atau dapat bertindak sebagai aseptor radikal bebas sehingga berfungsi sebagai *radical scavenger* (Ira Syaputri *et al.*, 2022; Susanti *et al.*, 2020).

Kekuatan antioksidan pada penelitian ini diuji menggunakan larutan DPPH atau 1,1-difenil-2-pikrihidrazil. Kategori kekuatan antioksidan dibagi menjadi empat kategori seperti pada Tabel 1. Berdasarkan persamaan regresi linier pada Gambar 3 diperoleh nilai IC<sub>50</sub> dari ekstrak andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium*) sebesar 149 ppm dan termasuk kategori sedang.

### Kesimpulan

Penelitian ini membuktikan bahwa buah Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium*) mengandung senyawa aktif seperti golongan alkaloid, terpenoid, tannin, fenol, dan flavonoid yang dapat bertindak sebagai antioksidan dengan kekuatan 149 ppm yang berasal dari terpenoid dalam menangkap radikal bebas. Saran untuk penelitian selanjutnya adalah bervariasi jenis pelarut agar dapat dibandingkan nilai bioaktivitas antioksidannya.

### Daftar Pustaka

- Adrian, Syahputra, R. A., Juwita, N. A., Astyka, R., & Lubis, M. F. (2023). Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC.) a herbal medicine from North Sumatera, Indonesia: Phytochemical and pharmacological review. *Heliyon*, 9(5), e16159. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16159>
- Ajhar, N. M., & Meilani, D. (2020). Skrining Fitokimia Dan Uji Aktivitas Antioksidan Dari Ekstrak Etanol Biji Kopi Arabika (*Coffea arabica* ). *Pharma Xplore*, 5(1), 34–40.
- Anggrasari, H., Perdana, P., & Mulyo, J. H. (2021). Keunggulan Komparatif Dan Kompetitif Rempah-Rempah Indonesia Di Pasar Internasional. *JURNAL AGRICA*, 14(1), 9–19. DOI: <https://doi.org/10.31289/agrica.v14i1.4396>
- Asworo, R. Y., & Widwastuti, H. (2023). Pengaruh Ukuran Serbuk Simplisia dan Waktu Maserasi terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kulit Sirsak. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Education*, 3(2), 256–263. DOI: <https://doi.org/10.37311/ijpe.v3i2.19906>
- Faisal, A. P., Nasution, P. R., & Wakidi, R. F. (2022). Aktivitas Antioksidan Dari Daun Bintangur (*Calophyllum Inophyllum* L.) Terhadap Radikal Bebas DPPH (1,1 Difenil-2-pikrihidrazil. *Jurnal Riset Kefarmasian Indonesia*, 4(1), 1–10. DOI: <https://doi.org/10.33759/jrki.v4i1.200>
- Febrina, D. (2019). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Sereh (*Cymbopogon citratus*). *Viva Medika: Jurnal Kesehatan, Kebidanan Dan Keperawatan*, 10(2), 152–159. DOI: <https://doi.org/10.35960/vm.v10i2.454>
- Ginting, B., Mustanir, M., Helwati, H., Desiyana, L. S., Eralisa, E., & Mujahid, R. (2017). Antioxidant Activity Of N-Hexane Extract Of Nutmeg Plants From South Aceh Province. *Jurnal Natural*, 17(1), 39. DOI: <https://doi.org/10.24815/jn.v17i1.6969>
- Gutiérrez-del-Río, I., López-Ibáñez, S., Magadán-Corpas, P., Fernández-Calleja, L., Pérez-Valero, Á., Tuñón-Granda, M., Miguélez, E. M., Villar, C. J., & Lombó, F. (2021). Terpenoids and Polyphenols as Natural Antioxidant Agents in Food Preservation. *Antioxidants*, 10(8), 1264. DOI: DOI:

- <https://doi.org/10.3390/antiox10081264>
- Hashary, A. R., Damayanti, U. P., Rusdaman, R., & Nurzak, A. N. (2023). Identifikasi Senyawa Antioksidan Dari Ekstrak Etanol Daun Pandan Wangi (*Pandanus Amaryllifolius*) Dengan Metode 2,2-Diphenyl-1-Picryl-Hydrazyl ( DPPH ). *Jurnal Riset Kefarmasian Indonesia*, 5(2), 204–215. DOI: <https://doi.org/10.33759/jrki.v5i2.360>
- Hidayat, I., Desi, Lesmini, B., Sukaryawan, M., & Mujamil, J. (2020). Implementation and the Impact of Constructivism-Based Module on Students' Academic Achievement. *Proceedings of the 4th Sriwijaya University Learning and Education International Conference (SULE-IC 2020)*. DOI: <https://doi.org/10.2991/assehr.k.201230.084>
- Huang, W., Wang, Y., Tian, W., Cui, X., Tu, P., Li, J., Shi, S., & Liu, X. (2022). Biosynthesis Investigations of Terpenoid, Alkaloid, and Flavonoid Antimicrobial Agents Derived from Medicinal Plants. *Antibiotics*, 11(10), 1380. DOI: <https://doi.org/10.3390/antibiotics11101380>
- Ira Syaputri, Ermi Girsang, & Linda Chiuman. (2022). Test of Antioxidant And Antibacterial Activity of Ethanol Extract of Andaliman Fruit (*Zanthoxylum Acanthopodium Dc.*) With Dpph (1.1-Diphenyl-2-Picrylhydrazil) Trapping Method And Minimum Inhibitory Concentration. *International Journal of Health and Pharmaceutical (IJHP)*, 2(2), 215–224. DOI: <https://doi.org/10.51601/ijhp.v2i2.36>
- Liang, H.-L., Cheng, P.-W., Lin, H.-L., Hao, C.-L., Ke, L.-Y., Chou, H.-Y., Tseng, Y.-H., Yen, H.-W., & Shen, K.-P. (2020). Extract of pre-germinated brown rice protects against cardiovascular dysfunction by reducing levels of inflammation and free radicals in a rat model of type II diabetes. *Journal of Functional Foods*, 75, 104218. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.104218>
- Naibaho, N. M., Damanik, N. S., & Syauqi, A. (2020). Profil organoleptik sambal segar andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium DC*) dan batang kecombrang (*Etlingera elatior*) muda. *Journal of Tropical AgriFood*, 2(1), 1. DOI: <https://doi.org/10.35941/jtaf.2.1.20203842.1-7>
- Napitupulu, F. I. R., Wijaya, C. H., Sulistiyani, S., Prangdimurti, E., Akyla, C., Yakhin, L. A., & Indriyani, S. (2020). Comparison of Several Processing Methods in Preserving the Flavor Properties of Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium DC.*) Fruit. *Journal of Engineering and Technological Sciences*, 52(3), 399–412. DOI: <https://doi.org/10.5614/j.eng.technol.sci.2020.52.3.7>
- Nooreen, Z., Singh, S., Singh, D. K., Tandon, S., Ahmad, A., & Luqman, S. (2017). Characterization and evaluation of bioactive polyphenolic constituents from *Zanthoxylum armatum DC.*, a traditionally used plant. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 89, 366–375. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2017.02.040>
- Parra-Arroyo, L., González-González, R. B., Castillo-Zacarías, C., Melchor Martínez, E. M., Sosa-Hernández, J. E., Bilal, M., Iqbal, H. M. N., Barceló, D., & Parra-Saldívar, R. (2022). Highly hazardous pesticides and related pollutants: Toxicological, regulatory, and analytical aspects. *Science of The Total Environment*, 807, 151879. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151879>

- Ryadha, R. S., Aulia, N., Batara, A., Studi Agribisnis Fakultas Pertanian, P., & Studi Ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Pertanian, P. (2021). *Potensi Rempah-Rempah sebagai Minuman Fungsional Sumber Antioksidan dalam Menghadapi Pandemi Covid-19*. 3(1).
- Susanti, N., Situmorang, E., & Fitri, W. (2020). Effectiveness of The Antibacterial Activity of n-Hexane Andaliman (*Zanthoxylum Acanthopodium* DC) Extract Against *Bacillus subtilis*, *Salmonella typhi*, and *Staphylococcus aureus*. *Journal of Physics: Conference Series*, 1462(1), 012072. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1462/1/012072>
- Wu, Z., Wang, W., Sun, L., Wei, A., & Wang, D. (2020). Accumulation and biosynthesis of hydroxyl- $\alpha$ -sanshool in varieties of *Zanthoxylum bungeanum* Maxim. by HPLC-fingerprint and transcriptome analyses. *Industrial Crops and Products*, 145, 111998. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111998>