

Literature Review: Extraction Methods and Antioxidant Activity of *Rhizophora mucronata* Leaves

Kalisa Attaya^{1*}, Legis Ocktaviana Saputri², Lina Permatasari¹

¹Program Studi Farmasi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;

²Departemen Farmakologi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;

Article History

Received : April 15th, 2025

Revised : May 06th, 2025

Accepted : May 18th, 2025

*Corresponding Author:

Legis Ocktaviana Saputri,
Departemen Farmakologi,
Fakultas Kedokteran dan Ilmu
Kesehatan, Universitas
Mataram, Nusa Tenggara
Barat, Indonesia;
Email:

legisocktavia@unram.ac.id

Abstract: Free radicals are highly reactive molecules and can trigger various degenerative diseases, so prevention efforts are needed through effective antioxidants. This study aims to review and analyze the extraction method of *R. mucronata* leaves in increasing antioxidant activity against DPPH free radicals. This study was conducted through a literature review of experimental research articles obtained from Google Scholar and PubMed databases using specific keywords, covering national and international publications for the period 2015-2025. The obtained articles were analyzed based on the extraction technique, solvent type, and IC₅₀ value reported in the article. The analysis showed that cold extraction methods, especially multi-step maceration with methanol solvent, can produce *R. mucronata* leaf extracts with very strong antioxidant activity with an IC₅₀ value of 0.04 ppm. The conclusion of this study confirms that extraction technique and solvent selection can affect the antioxidant activity of *R. mucronata* leaves. These findings support the need for optimization of extraction methods to maximize antioxidant effectiveness in the development of natural antioxidants.

Keywords: Antioxidant activity, extraction, DPPH, *Rhizophora mucronata*; solvent.

Pendahuluan

Radikal bebas merupakan molekul yang mengandung satu elektron tidak berpasangan sehingga memiliki reaktivitas tinggi. Radikal bebas terakumulasi karena ketidakseimbangan antara antioksidan dan oksidan yang dapat merusak makromolekul dan jaringan tubuh sehingga memicu gangguan ekspresi gen, kerusakan sistem imun, hingga mutasi genetik (Martemucci *et al.*, 2022). Radikal bebas berperan dalam berbagai penyakit degeneratif seperti kanker, kardiovaskular, gangguan metabolik, penyakit ginjal, paru-paru, dan neurologis. Gangguan akibat radikal bebas dapat diatasi dengan peningkatan pasokan antioksidan (Jomova *et al.*, 2023). Antioksidan merupakan suatu senyawa yang dapat menghambat reaksi oksidasi melalui transfer elektron kepada molekul radikal (Ngibad, 2023). Berdasarkan

sumbernya, antioksidan diklasifikasikan menjadi dua jenis, yakni antioksidan sintetik dan antioksidan alami. Antioksidan sintetik seperti butil hidroksil anisol (BHA), butil hidroksil toluene (BHT), dan tetra butil hidroksil quinon (TBHQ) diketahui berisiko karsinogenik (Anggarani *et al.*, 2023; Wulandari *et al.*, 2022). Berdasarkan alasan tersebut, maka diperlukan antioksidan alami yang dapat digunakan sebagai pengganti antioksidan sintetik.

Mangrove, khususnya *Rhizophora mucronata*, merupakan sumber antioksidan alami yang potensial karena diketahui memiliki berbagai zat kimia bioaktif dengan sifat antioksidan yang signifikan (Indriaty *et al.*, 2023). Senyawa fenolik, flavonoid, tanin, saponin, terpenoid, alkaloid, kumarin, kuinon, resin, fitosterol, xantoprotein, dihidroflavonol, asam kafeat, asam vanilat, asam p-hidroksibenzoat, pigmen klorofil dan karotenoid,

serta glukosa semuanya diketahui terdapat dalam daun *Rhizophora mucronata*, yang selanjutnya disebut sebagai *R. mucronata* (Akasia et al., 2021; Usman et al., 2023; Sammanta et al., 2024). Telah diketahui secara umum bahwa zat-zat ini dapat memberikan proton kepada radikal bebas untuk menciptakan molekul yang lebih stabil (Mutik et al., 2022).

Pemilihan metode ekstraksi menjadi langkah krusial dalam upaya memperoleh ekstrak daun *R. mucronata* dengan potensi antioksidan yang maksimal (Delta et al., 2021). Hingga kini, belum banyak kajian yang secara komprehensif membahas pengaruh metode ekstraksi terhadap aktivitas antioksidan daun *R. mucronata*, khususnya terhadap radikal DPPH, sehingga kajian lebih lanjut masih diperlukan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mereview dan menganalisis berbagai metode ekstraksi daun *R. mucronata* dalam kaitannya dengan potensi antioksidan terhadap radikal bebas DPPH. Fokus utama ditujukan pada penggunaan metode ekstraksi, jenis pelarut, serta parameter ekstraksi lainnya seperti pemanasan pada ekstraksi yang dapat mempengaruhi nilai aktivitas antioksidan yang dihasilkan.

Bahan dan Metode

Metode yang digunakan berupa studi literatur melalui penelusuran dari hasil penelitian pada artikel ilmiah dan jurnal penelitian yang telah terpublikasi nasional dan internasional dari tahun 2015-2025. Setelah dilakukan pencarian, didapatkan sebanyak 23 jurnal yang kemudian beberapa diantaranya dieksklusi sehingga menjadi 9 jurnal dengan terbitan 10 tahun terakhir. Pencarian jurnal dilakukan pada database elektronik Google Scholar dan Pubmed dengan kata kunci penelusuran “*Antioxidant*”, “*Mangrove leaves extract*”, “*DPPH antioxidant test*”, dan “*Rhizophora mucronata*”. Setiap jurnal yang diperoleh dari hasil pencarian selanjutnya dianalisis judul, pendahuluan, tujuan, metode ekstraksi, metode pengujian, dan hasil uji aktivitas antioksidan ekstrak daun mangrove *Rhizophora mucronata* menggunakan metode DPPH.

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pencarian jurnal menggunakan beberapa kata kunci, ditemukan berbagai spesies mangrove termasuk spesies *R. mucronata* yang telah diuji aktivitas antioksidannya menggunakan metode DPPH. Bagian-bagian tanaman yang telah diketahui memiliki aktivitas antioksidan adalah daun, buah, kulit batang, dan akar. Dari total 25 jurnal yang didapatkan, sebanyak 19 diantaranya menguji aktivitas antioksidan bagian daun dan 10 diantaranya berfokus pada spesies *R. mucronata*. Seluruh informasi terkait pengaruh metode ekstraksi terhadap aktivitas antioksidan daun mangrove *R. mucronata* telah dikumpulkan dan dapat dilihat pada Tabel 1, yang mencakup metode ekstraksi, pelarut ekstraksi, hasil uji aktivitas antioksidan (IC₅₀), serta referensinya.

Proses ekstraksi melibatkan penggunaan pelarut tertentu, baik organik maupun anorganik, untuk menghilangkan komponen kimia dari sampel (Senduk et al., 2020). Ketika pelarut cair digunakan untuk mengekstraksi sampel padat, pelarut tersebut terlebih dahulu menembus matriks sampel sebelum menyebabkan bahan terlarut berdifusi keluar darinya (Zhang et al., 2018). Maserasi, maserasi multistep, sokletasi, dan infus adalah beberapa teknik ekstraksi yang sering digunakan. Karena maserasi dan maserasi multistep tidak memerlukan perlakuan suhu tinggi, teknik tersebut merupakan teknik ekstraksi dingin yang dapat diterapkan pada bahan yang tidak tahan panas.

Maserasi dilakukan dengan perendaman sampel dengan pelarut dalam bejana tertutup pada suhu kamar dengan pengadukan berkali-kali hingga seluruh permukaan sampel terbasahi (Endarini, 2016). Metode maserasi dilakukan dengan satu jenis pelarut, sedangkan maserasi bertingkat dilakukan menggunakan beberapa jenis pelarut secara bertahap yang umumnya dari pelarut non polar hingga polar (Hasan et al., 2023). Adapun metode sokletasi dan infusa termasuk dalam metode ekstraksi cara panas karena dalam prosesnya menggunakan pemanasan dengan suhu tinggi (Endarini, 2016). Perbedaan metode ekstraksi termasuk penggunaan suhu dan durasi ekstraksi dapat mempengaruhi senyawa-senyawa yang tertarik serta aktivitas antioksidan suatu sampel.

Tabel 1. Aktivitas antioksidan (IC₅₀) ekstrak daun mangrove *Rhizophora mucronata* dari berbagai metode ekstraksi

No.	Metode ekstraksi	Waktu ekstraksi	Pelarut	IC ₅₀ (ppm)	Referensi
1.	Soxhlet	15 jam	Etanol	200	(Chelliah <i>et al.</i> , 2023)
2.	Maserasi bertingkat	72 jam	Metanol	-117,49	(Kasitowati <i>et al.</i> , 2017)
			Etil asetat	160,42	
			n-heksan	327,61	
3.	Maserasi bertingkat	48 jam	n-heksan	151,13	(Ridlo <i>et al.</i> , 2017)
			Etil asetat	184,78	
			Metanol	113,41	
4.	Maserasi	48 jam	Metanol 70%	100,64	(Usman <i>et al.</i> , 2023)
5.	Maserasi	5 hari	Metanol	93,21	(Vittaya <i>et al.</i> , 2022)
6.	Infusa	Tidak disebutkan	Air	79,99	(Tanod <i>et al.</i> , 2024)
7.	Maserasi	48 jam	Etanol p.a	20,99	(Rumengan <i>et al.</i> , 2024)
8.	Maserasi	24 jam	Metanol	15,28	(Indriaty <i>et al.</i> , 2023)
9.	Maserasi bertingkat	48 jam	Etil asetat	2,34	(Bulan <i>et al.</i> , 2022)
			Metanol	0,04	

Jenis pelarut yang digunakan dalam prosedur ekstraksi memiliki dampak signifikan terhadap aktivitas antioksidan sampel. Bergantung pada komponen target yang akan diekstraksi, penggunaan pelarut dalam proses ekstraksi harus dimodifikasi. Pelarut dapat bersifat non-polar, semi-polar, atau polar. Pelarut polar metanol dan air, pelarut semi-polar etil asetat, dan pelarut non-polar n-heksana adalah beberapa pelarut yang sering digunakan dalam proses ekstraksi (Annas *et al.*, 2023). Pelarut polar efektif dalam menarik senyawa flavonoid, fenolik, dan asam-asam organik.

Pelarut semi polar efektif dalam menarik senyawa-senyawa non polar seperti klorofil serta pelarut non polar dapat menarik lipida dan lilin (Ridlo *et al.*, 2017). Hal ini sesuai dengan hasil pengukuran aktivitas antioksidan daun *R. mucronata* yang telah dilakukan oleh Ridlo *et al.*, (2017) dan Bulan *et al.*, (2022), dimana aktivitas antioksidan sampel yang diekstraksi secara maserasi dengan pelarut polar lebih baik dibandingkan aktivitas antioksidan sampel yang diekstraksi menggunakan pelarut semi polar dan non polar. Oleh karena itu, penggunaan pelarut polar seperti metanol dan etanol lebih disarankan dalam mengekstraksi senyawa antioksidan pada daun mangrove *R. mucronata*.

Sejumlah penelitian telah menilai kapasitas antioksidan daun mangrove *R. mucronata* menggunakan berbagai teknik ekstraksi dan pelarut. Metode DPPH digunakan untuk menyelidiki aktivitas antioksidan, dan nilai IC₅₀ menunjukkan potensi antioksidan.

Kemampuan sampel untuk menghambat 50% radikal bebas pada konsentrasi tertentu dikenal sebagai nilai IC₅₀, atau Konsentrasi Penghambatan 50%. Aktivitas antioksidan yang lebih kuat dalam sampel ditunjukkan dengan nilai IC₅₀ yang lebih kecil (Delta *et al.*, 2021). Aktivitas antioksidan suatu sampel tergolong sangat kuat jika nilai IC₅₀-nya kurang dari 50 ppm, kuat jika berada di antara 50 dan 100 ppm, sedang jika berada di antara 100 dan 150 ppm, lemah jika berada di antara 150 dan 200 ppm, dan sangat lemah jika berada di atas 200 ppm (Usman *et al.*, 2023).

Molekul radikal bebas DPPH digunakan sebagai indikasi proses reduksi bahan kimia antioksidan dalam teknik DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil), yang mengukur aktivitas antioksidan. Ide dasar metode DPPH adalah bahwa molekul antioksidan sampel akan memberikan atom hidrogennya kepada radikal DPPH, mengubahnya menjadi keadaan non-radikal yang tereduksi. DPPH akan berwarna ungu dan berubah menjadi kuning selama pengujian. Proton dari antioksidan disumbangkan ke radikal DPPH, menyebabkan DPPH menjadi menurun, yang menghasilkan pergeseran rona ini. Bahan kimia antioksidan yang telah menyumbangkan elektronnya akan menstabilkan diri dengan delokalisasi elektron radikal (Permatasari *et al.*, 2019). Dengan menggunakan perangkat spektrofotometri, pergeseran intensitas warna ini dapat diukur pada panjang gelombang tertentu, seringkali 517 nm (Dotulong *et al.*, 2024).

Tabel 1 menunjukkan aktivitas antioksidan daun mangrove *R. mucronata* yang disusun secara progresif dari lemah hingga sangat kuat. Bergantung pada teknik ekstraksi dan pelarut yang digunakan, aktivitas antioksidan ekstrak daun mangrove *R. mucronata* terhadap radikal DPPH bervariasi. Dengan nilai IC_{50} sebesar 0,04 ppm, hasil pengujian menunjukkan bahwa ekstrak yang dihasilkan oleh proses maserasi bertingkat dengan menggunakan pelarut metanol memiliki aktivitas antioksidan maksimum (Bulan *et al.*, 2022). Angka ini menunjukkan kapasitas yang sangat tinggi untuk melindungi terhadap radikal bebas DPPH. Namun, dibandingkan dengan pendekatan maserasi, metode ekstraksi yang menggunakan sokletasi dengan pelarut etanol menghasilkan IC_{50} sebesar 200 ppm, yang menunjukkan aktivitas antioksidan yang berkurang (Chelliah *et al.*, 2023). Sebaliknya, pendekatan ekstraksi infus air panas menghasilkan IC_{50} sebesar 79,99 ppm, yang menunjukkan bahwa meskipun metode infus air panas mampu mengekstraksi bahan kimia antioksidan, namun tidak sesukses metode maserasi menggunakan pelarut organik polar seperti metanol atau etanol.

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu, aktivitas antioksidan daun *R. mucronata* dapat ditingkatkan dengan menggunakan teknik ekstraksi suhu rendah seperti maserasi dibandingkan dengan teknik ekstraksi panas seperti sokletasi dan infus. Metode maserasi yang merupakan proses ekstraksi berkelanjutan tanpa pemanasan tidak merusak zat aktif yang tidak tahan panas (Yulianti *et al.*, 2020). Kandungan zat kimia termolabil seperti flavonoid dan fenolik yang merupakan antioksidan penting dapat dipertahankan dengan menggunakan suhu rendah selama proses ekstraksi. Metode maserasi merupakan teknik ekstraksi dingin yang menghasilkan kandungan fenolik dan flavonoid total yang maksimal (Candra *et al.*, 2021). Diketahui pula bahwa penggunaan suhu ekstraksi lebih tinggi dari 45 °C dapat menurunkan jumlah keseluruhan komponen flavonoid sehingga menurunkan aktivitas antioksidan sampel (Yuliantari *et al.*, 2017).

Secara umum, ekstrak yang dibuat dengan pelarut polar seperti metanol dan etanol memiliki aktivitas antioksidan yang lebih besar daripada yang dibuat dengan pelarut semi-polar atau non-polar. Hampir semua molekul organik dalam

sampel, baik yang polar maupun non-polar, dapat dilarutkan oleh pelarut metanol dan etanol (Kalija & Prayitno, 2020). Diketahui juga bahwa pelarut etanol memiliki jumlah keseluruhan bahan kimia flavonoid yang lebih besar daripada pelarut etil asetat (Annas *et al.*, 2023). Hal ini berdampak signifikan pada aktivitas antioksidan sampel. Rasio sampel terhadap pelarut, ukuran partikel sampel, dan pilihan teknik ekstraksi serta jenis pelarut semuanya dapat memengaruhi aktivitas antioksidan ekstrak (Bulan *et al.*, 2022).

Kesimpulan

Berdasarkan hasil review dan analisis beberapa penelitian, dapat disimpulkan bahwa metode ekstraksi cara dingin, khususnya metode maserasi dengan penggunaan pelarut polar seperti metanol dan etanol, terbukti menghasilkan aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan metode ekstraksi cara panas. Ekstrak daun mangrove *R. mucronata* dengan metode maserasi bertingkat menggunakan metanol menunjukkan aktivitas antioksidan yang sangat kuat terhadap radikal DPPH, dengan nilai IC_{50} sebesar 0,04 ppm.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih penulis ucapkan kepada apt. Legis Ocktaviana Saputri, M.Biomed. dan Dr. apt. Lina Permatasari, S.Farm. sebagai dosen pembimbing artikel review ini yang telah berkenan menyediakan waktunya untuk membimbing, mengarahkan, memberikan saran, dan masukan selama proses penyusunan hingga publikasi.

Referensi

- Ahmad Kalija, T., & Imam Prayitno, D. (2020). Komponen Bioaktif dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kasar Kerang Ale-Ale (*Metatrix Sp.*) Bioactive Components and Antioxidant Activity of Crude Extract Shellfish Ale-Ale (*Metatrix Sp.*). In *Jurnal Laut Khatulistiwa* (Vol. 3, Issue 1). Online. <http://jurnal.untan.ac.id/index.php/lk>
- Akasia, A. I., Putra, I. D. N. N., & Putra, I. N. G. (2021). Skrining Fitokimia Ekstrak Daun Mangrove *Rhizophora mucronata* dan *Rhizophora apiculata* yang Dikoleksi dari

- Kawasan Mangrove Desa Tuban, Bali. *Journal Of Marine Research And Technology*, 4(1), 16–22. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/JMRT>
- Anggarani, M. A., Ilmiah, M., & Mahfudhah, D. N. (2023). Literature Review of Antioxidant Activity of Several Types of Onions and Its Potensial as Health Supplements. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 12(1), 103–111. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ijcs>
- Annas, Z. F., Muliasari, H., Deccati, R. F., Permatasari, L., & Mukhlisah, N. R. I. (2023). Penentuan kadar flavonoid total ekstrak dan fraksi-fraksi daun mangrove (*Avicennia marina*). *Jurnal Agrotek Ummat*, 10(3), 271–282.
- Bulan, D. E., Nurfadilah, N., Syahrir, M. R., Mismawati, A., Torambung, A. K., & Rachmawati, M. (2022). Phytochemical Composition and Antioxidant Activity of Leaf Extracts from Three *Rhizophora* Species from Bontang Waters, Indonesia. *Tropical Journal of Natural Product Research*, 6(8), 1178–1182. <https://doi.org/10.26538/tjnpr/v6i8.2>
- Candra, L. M. M., Andayani, Y., & Wirasisya, D. G. (2021). Pengaruh Metode Ekstraksi Terhadap Kandungan Fenolik Total dan Flavonoid Total Pada Ekstrak Etanol Buncis (*Phaseolus vulgaris* L.). *Jurnal Pijar Mipa*, 16(3), 397–405. <https://doi.org/10.29303/jpm.v16i3.2308>
- Chelliah, C. K., Murugan, M., Rajivgandhi, G., Gnanasekaran, C., Govindan, R., Maruthupandy, M., Quero, F., Arulraj, A., Viswanathan, M. R., Alharbi, N. S., & Alshammary, N. H. (2023). Phytochemical derivatives and secondary metabolites rich *Rhizophora mucronata* as an active antioxidant and anti-bacterial agent against multi drug resistant bacteria. *Journal of King Saud University - Science*, 35(8). <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2023.102912>
- Delta, M., Rozirwan, & Hendri, M. (2021). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Dan Kulit Batang Mangrove *Sonneratia Alba* Di Tanjung Carat, Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan. *Maspuri Journal*, 13(2), 129–144. <https://doi.org/10.36706/maspuri.v13i2.14577>
- Dotulong, V., Montolalu, L., & Reo, A. (2024). Aktivitas Antioksidan Daun Muda Mangrove *Sonneratia alba* Segar Asal Pesisir Desa Wori Sulawesi Utara. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 32–40. <https://doi.org/10.35800/mthp.12.1.2024.51673>
- Endarini, L. H. (2016). *Farmakognisi dan Fitokimia*.
- Hasan, H., Andy Suryadi, A. M., Bahri, S., & Widiastuti, N. L. (2023). Penentuan Kadar Flavonoid Daun Rumpun Knop (*Hyptis capitata* Jacq.) Menggunakan Spektrofotometri UV-Vis. *Journal Syifa Sciences and Clinical Research*, 5(2). <https://doi.org/10.37311/jsscr.v5i2.19371>
- Indriaty, Djufri, Ginting, B., & Hasballah, K. (2023). Phytochemical screening, phenolic and flavonoid content, and antioxidant activity of *Rhizophoraceae* methanol extract from Langsa, Aceh, Indonesia. *Biodiversitas*, 24(5), 2865–2876. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d240541>
- Jomova, K., Raptova, R., Alomar, S. Y., Alwasel, S. H., Nepovimova, E., Kuca, K., & Valko, M. (2023). Reactive oxygen species, toxicity, oxidative stress, and antioxidants: chronic diseases and aging. In *Archives of Toxicology* (Vol. 97, Issue 10, pp. 2499–2574). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s00204-023-03562-9>
- Kasitowati, R. D., Yamindago, A., & Safitri, M. (2017). Potensi Antioksidan Dan Skrining Fitokimia Ekstrak Daun Mangrove *Rhizophora mucronata*, Pilang Probolinggo. *Journal of Fisheries and Marine Science*, 1(1), 72–77. <http://jfmr.ub.ac.id>
- Martemucci, G., Costagliola, C., Mariano, M., D'andrea, L., Napolitano, P., & D'Alessandro, A. G. (2022). Free Radical Properties, Source and Targets, Antioxidant Consumption and Health. *Oxygen*, 2(2), 48–78. <https://doi.org/10.3390/oxygen2020006>
- Mutik, M. S., Sibero, M. T., Widianingsih, W., Subagiyo, S., Pribadi, R., Haryanti, D., Ambariyanto, A., & Murwani, R. (2022).

- Kandungan Senyawa Bioaktif dan Aktivitas Biologis Ekstrak Daun *Rhizophora apiculata* Asal Perairan Teluk Awur, Jepara. *Jurnal Kelautan Tropis*, 25(3), 378–390. <https://doi.org/10.14710/jkt.v25i3.14287>
- Ngibad, K. (2023). Aktivitas Antioksidan, Kadar Fenolik, Dan Kadar Flavonoid Total Daun Jati Cina (*Senna alexandrina*). *Lantanida Journal*, 11(1), 24–35.
- Permatasari, L., Riyanto, S., & Rohman, A. (2019). *Baccaurea racemosa* (Reinw. ex Blume) Müll. Arg. pulp: A potential natural antioxidant. *Food Research*, 3(6), 713–719. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.3\(6\).165](https://doi.org/10.26656/fr.2017.3(6).165)
- Ridlo, A., Pramesti, R., Koesoemadji, K., Supriyantini, E., & Soenardjo, N. (2017). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Mangrove *Rhizophora mucronata*. *Buletin Oseanografi Marina*, 6(2), 110. <https://doi.org/10.14710/buloma.v6i2.16555>
- Sammanta, R. V., Permatasari, L., Muliasari, H., Rachmalia Izzatul Mukhlisah, N., & Fersiyana Deccati, R. (2024). Determination of Total Flavonoid Content from Extract and Fractions of Mangrove Leaves (*Rhizophora mucronata*). *Acta Chimica Asiana*, 7(2), 502–508. <https://doi.org/10.29303/aca.v7i2.199>
- 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), 9–15. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/JPKT/index>
- Usman, U., Masruhim, M. A., Kusumaningtiyas, P., Erwin, E., & Bulan, D. E. (2023). Antioxidant and Antidiabetic from *Rhizophora mucronata* Derived from Sambera Beach, East Kalimantan, Indonesia. *Tropical Journal of Natural Product Research*, 7(10), 4921–4926. <https://doi.org/10.26538/tjnpr/v7i10.31>
- Vittaya, L., Charoendat, U., Janyong, S., Ui-eng, J., & Leesakul, N. (2022). Comparative analyses of saponin, phenolic, and flavonoid contents in various parts of *Rhizophora mucronata* and *Rhizophora apiculata* and their growth inhibition of aquatic pathogenic bacteria. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 12(11), 111–121. <https://doi.org/10.7324/JAPS.2022.121113>
- Yuliantari, N. W. A., Widarta, I. W. R., & Permana, I. D. G. M. (2017). Pengaruh Suhu dan Waktu Ekstraksi Terhadap Kandungan Flavonoid dan Aktivitas Antioksidan Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) Menggunakan Ultrasonik. *Media Ilmiah Teknologi Pangan (Scientific Journal of Food Technology)*, 4(1), 35–42.
- Yulianti, W., Ayuningtyas, G., Martini, R., & Resmeiliana, I. (2020). Pengaruh Metode Ekstraksi Dan Polaritas Pelarut Terhadap Kadar Fenolik Total Daun Kersen (*Muntingia calabura* L.). *Jurnal Sains Terapan*, 10(2), 41–49. <https://doi.org/10.29244/jstsv.10.2.41-49>
- Zhang, Q. W., Lin, L. G., & Ye, W. C. (2018). Techniques for extraction and isolation of natural products: A comprehensive review. In *Chinese Medicine (United Kingdom)* (Vol. 13, Issue 1). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s13020-018-0177-x>