



Phytochemicals Analysis and Antioxidant (IC50) Value of Dried and Fresh Mangrove (*Rhizophora racemosa*) Leaves Extract for Herbal Drink Base

Analisis Fitokimia dan Antioksidan (IC50) Ekstrak Daun Kering dan Basah Mangrove (*Rhizophora racemosa*) Sebagai Bahan Dasar Minuman Herbal

Sutrisno Adi Prayitno^{1*}, Dwi Retnaningtyas Utami¹, Silvy Novita Antrisna Putri²

¹Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Muhammadiyah Gresik, Jl. Sumatera No. 101, Gresik, Jawa Timur, 61121, Indonesia

²Program Studi Hasil Pertanian, Universitas Widyagama Malang, Jl. Borobudur No. 35, Malang, Jawa Timur, 65142, Indonesia

Abstract. The use of mangrove leaves as a functional ingredient is associated with secondary metabolites such as steroids, saponins, tannins, phenols, flavonoids, antioxidants, magnesium, sodium, potassium and calcium. This research determined the total phenol content (TPC), total flavonoid content (TFC) and antioxidants (IC50) in dry and fresh mangrove leaf infusion extracts. The method used was infusion extraction. The materials used are fresh mangrove leaves and dried leaves (dried in the oven). The data obtained then discussed descriptively based on the average obtained in the calculations. The research results showed that the type or condition of leaves used has an influence on TPC, TFC and Antioxidants (IC50). Oven drying can produce higher levels of secondary metabolites compared to fresh leaf infusion (TPC, 36 mg GAE/g; TFC 4.12 mg QE/g; IC50 225,706 ppm). Dried leaf extraction has better potential in producing secondary metabolic compounds and antioxidants. The choice of extraction method and type of solvent is highly recommended for further research objectives, because it suits research interests. It is recommended that when making functional drinks (tea) from mangrove leaves, to add other sources of ingredients such as dried lemon or mint leaves so that the resulting flavor is fresher and provides a better linking assessment of preferences.

Keywords: mangrove, bioactive, phenol, flavonoid, antioxidant, infusa

Abstrak. Penggunaan daun mangrove sebagai bahan fungsional dikaitkan dengan senyawa metabolit sekunder seperti steroid, saponin, tanin, fenol, flavonoid, antioksidan, magnesium, natrium, kalium, serta kalsium. Penelitian ini difokuskan pada penentuan kadar total Fenol (TPC), kadar total Flavonoid (TFC) dan Antioksidan (IC50) pada ekstrak infusa daun mangrove kering dan segar. Metode yang digunakan adalah ekstraksi infusa. Bahan yang digunakan adalah daun mangrove segar dan daun kering (dikeringkan dengan oven). Data yang diperoleh kemudian dibahas dengan cara deskriptif berdasarkan rata-rata yang diperoleh dalam perhitungan. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi daun yang digunakan memberikan pengaruh terhadap TPC, TFC dan Antioksidan (IC50). Pengeringan menggunakan oven menghasilkan kadar metabolit sekunder yang lebih tinggi dibandingkan dengan infusa daun segar (TPC, 36 mg GAE/g; TFC 4.12 mg QE/g; IC50 225.706 ppm). Ekstraksi daun kering memiliki potensi yang lebih baik dalam menghasilkan senyawa metabolit sekunder dan antioksidan. Pemilihan metode ekstraksi dan jenis pelarut sangat disarankan dari tujuan penelitian selanjutnya, karena menyesuaikan dengan kepentingan penelitian. Disarankan dalam pembuatan minuman fungsional (teh) dari daun mangrove untuk ditambahkan sumber bahan lain seperti lemon kering atau daun mint agar flavor yang dihasilkan lebih segar dan memberikan penilaian kesukaan yang lebih baik.

Kata kunci: mangrove, bioaktif, fenol, flavonoid, antioksidan, infusa

OPEN ACCESS

ISSN 2541-5816
(online)

*Correspondence:
Sutrisno Adi Prayitno
sutrisnoadi2007@umg.ac.id

Received: 20-12-2024

Accepted: 11-01-2025

Published: 13-01-2025

Citation: Prayitno SA, Utami DR, and Putri SNA. (2025). Analysis Phytochemicals and Antioxidant (IC50) of Dried and Fresh Mangrove (*Rhizophora racemosa*) Leaves Extracted Through Infusing Technique as Herbal Drink Base. *Journal of Tropical Food and Agroindustrial Technology* 06:01

doi: [10.21070/jtfat.v6i01.1643](https://doi.org/10.21070/jtfat.v6i01.1643)

PENDAHULUAN

Tanaman mangrove (*Rhizophora racemosa*) seringkali ditemukan di negara Indonesia, khususnya di daerah pesisir pantai (Azian *et al.*, 2014). Habitat tanaman ini juga bergantung pada iklim, substrat pada tanah, kondisi salinitas, perubahan iklim yang drastis (kenaikan curah hujan, badai, dan peningkatan suhu permukaan laut) juga mempengaruhi kehidupan pada mangrove (Hamdan, 2020). Tumbuhan ini banyak memiliki nilai ekonomis yang sangat berguna bagi kehidupan manusia (Hamzah *et al.*, 2020). Tanaman mangrove berperan dalam pelindung terhadap gelombang, menyediakan habitat bagi reptil, burung, ikan dan sebagainya (Chiavaroli *et al.*, 2020). Tanaman mangrove memiliki nilai penting dalam habitatnya (Tshiaba *et al.*, 2023) dan dapat digunakan sebagai tanaman yang dapat menjaga keseimbangan lingkungan (Cherigo *et al.*, 2024).

Bagian akar pada tanaman mangrove memiliki peran dalam perlindungan wilayah pesisir, peningkatan rantai makanan laut, peningkatan kualitas air (Othman *et al.*, 2015) serta dapat berfungsi dalam menjaga keseimbangan ekosistem (Bandaranayake, 2002). Kayu tanaman mangrove dapat digunakan sebagai arang, kayu bakar ataupun tiang atau atap dalam pembuatan rumah, peralatan dapur, furniture dan sebagainya (Ramya *et al.*, 2023).

Tumbuhan umumnya memiliki berbagai sumber senyawa aktif yang berpotensi baik untuk manusia (liu *et al.*, 2019). Biokatif tidak hanya terdapat pada tanaman, akan tetapi juga terdapat pada hewan termasuk di dalamnya adalah hasil laut (Izougu *et al.*, 2023). Metabolit sekunder memiliki aktivitas biologis yang beragam dengan struktur molekul yang unik (Sopalun *et al.*, 2021). Tumbuhan *Rhizophora racemosa* juga memiliki potensi dalam senyawa metabolit sekunder diantaranya adalah alkaloid, flavonoid, steroid, terpenoid (Mitra *et al.*, 2021), tanin (Egwunatum *et al.*, 2023), asam fenolat, kuinon, tetralon, xanton benzopiranon (Sopalun *et al.*, 2021).

Tanaman ini juga berperan dalam bidang obat –obatan dan bidang toksikologi serta bidang ekologi yang sangat penting (Sader *et al.*, 2023). Tanaman mangrove diyakini memiliki sifat untuk kesehatan yang dapat menyembuhkan berbagai penyakit (Angalabiri and Isrima, 2014), diantaranya dapat menyembuhkan rematik, kencing manis, gigitan ular, (Musara *et al.*, 2020) asma, penyakit kulit, sakit tenggorokan, diare, demam, cacingan, dan lain-lain (Sur *et al.*, 2016). Senyawa aktif pada tanaman mangrove juga memiliki peran dalam bidang kesehatan lainnya seperti sebagai agen anti bakteri, antiprotozoa, antivirus (Cadamuro *et al.*, 2021) dan anti fungsi (Lagunes *et al.*, 2023), antibiotik (Jia *et al.*, 2020). Dalam penelitian lain juga disebutkan bahwa tanaman mangrove ini juga terkandung beberapa senyawa aktif lainnya, seperti imonosupresan kuat, antiparasit, antisisitotoksik dan antioksidan (Chatterjee & Abraham, 2020).

METODE

BAHAN

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun mangrove basah dan kering, akuades, asam galat, Etanol P.A, Na₂CO₃, reagen Folin-Ciocalteau, NaNO₂, AlCl₃, NaOH, DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil).

ALAT

Alat yang digunakan adalah tabung reaksi, erlenmeyer, gelas ukur, pipet volume, mikro pipet, kertas saring, spektrofotometer, vortex, inkubator.

DESAIN PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif yang diulang sebanyak 2 kali.

TAHAPAN PENELITIAN

Tahapan Pelaksanaan Penelitian Pengeringan Daun Mangrove

Daun segar mangrove sebanyak 1 kg dicuci bersih dengan air mengalir, kemudian ditiriskan untuk 20 menit. Kemudian dikeringkan dengan angin angin selama 2 jam dan dilanjutkan dengan pengeringan menggunakan oven selama 12 jam dengan suhu 70 °C. setelah kering, simplisia di hancurkan kasar (bukan dalam bentuk serbuk) dan hasilnya disimpan dalam wadah kedap udara.

Ekstraksi Infusa

Dalam penelitian ini menggunakan dua jenis kondisi daun mangrove yang berbeda yaitu daun kering dan daun basah. Sebanyak masing – masing 100 gram daun kering yang sudah disiapkan sebelumnya dan daun segar (yang sudah dicacah) dimasukkan ke dalam bejana infusa (panci bersusun) dan diisi air sebanyak 1000 mL sebagai media penyari. Panaskan hingga mencapai suhu 90 °C selama 15 menit, jika suhu dan waktu sudah tercapai matikan alat perapian dan saring untuk mendapatkan ekstrak (sari) infusa dan kemas dalam wadah tertutup dan simpan beberapa saat agar dingin dan lakukan pengujian air ekstrak infusa tersebut.

Metode Analisis

Investigasi Kadar Total Fenol (Prayitno *et al.*, 2021)

Sebanyak 0,025 g asam galat ditimbang secara analitis dalam kertas timbang lalu dimasukkan dalam *beaker glass* 100 ml. Ditambahkan 0,2 ml etanol p.a kemudian ditambahkan akuades hingga mencapai volume 100 ml

(didapatkan larutan asam galat 250 ppm). Kemudian dilakukan homogenisasi dengan pengocokan. Larutan ini selanjutnya sebagai larutan induk asam galat. Dibuat larutan standar asam galat dengan berbagai konsentrasi 50; 100; 150; 200, 250 ppm dengan mengambil masing-masing larutan induk asam galat sebanyak 0; 2; 4; 6; 8 ml dan dimasukkan ke dalam labu takar ukuran 10 ml kemudian ditambahkan akuades hingga mencapai volume 10 ml. Sebanyak 0,4 mL larutan asam galat standar dipipet secara analitis, kemudian dimasukkan ke dalam labu takar 10 mL lalu ditambahkan 0,4 ml reagen Folin-Ciocalteu dan kemudian dikocok. Setelah lima menit, ditambahkan 4 ml 7% Na₂CO₃ (b/v) dan ditambahkan akuades hingga mencapai mencapai volume 10 ml lalu dikocok dan diinkubasi selama 90 menit pada suhu 23 °C. Pengukuran absorbansi larutan standar asam galat pada λ-max dengan spektrofotometer (didapatkan absorbansi maksimum pada λ 760 nm). Pembuatan kurva standar antara absorbansi (sebagai sumbu y) dengan konsentrasi (sebagai sumbu x) dengan satuan ppm. Dihitung persamaan kurva regresi linier dihasilkan persamaan : $Y = ax + b$; $Y =$ absorbansi sampel, $x =$ konsentrasi sampel (ppm).

Investigasi Kadar Total Flavonoid (Prayitno *et al.*, 2021)

Analisa pada ekstrak mangrove dengan menggunakan spektrofotometri. Standar yang dipakai adalah quercetin dengan konsentrasi 20, 40, 60, 80 dan 100 ppm. 1 ml sampel ekstrak infusa ditambahkan dengan akuades 4 ml dan 0,3 ml NaNO₂ 5% ke dalam tabung reaksi dan divortek hingga homogen, kemudian diinkubasi selama lima menit. Setelah 5 menit kemudian ditambahkan 0,3 ml AlCl₃ dan diinkubasi ulang selama 6 menit dan ditambahkan 2 ml NaOH 1 M dan akuades hingga mencapai volume 10 ml dan divortek hingga homogen. Nilai serapan sampel diukur dengan panjang gelombang 510 nm dengan menggunakan persamaan garis linear $y = ax + b$ dimana sumbu x merupakan konsentrasi dan sumbu y merupakan absorbansi.

Investigasi Antioksidan (Prayitno and Rahim, 2020)

Analisa aktivitas antioksidan (IC₅₀) ekstrak infusa dilakukan dengan metode DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) dengan menggunakan spektrofotometer. Konsentrasi yang dipakai adalah 25, 50, 75, 100 dan 125 ppm. Prosedur analisisnya dengan memasukkan 2 ml sampel ekstrak infusa ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan dengan 1 ml larutan DPPH 200 μM, kemudian divortek hingga homogen dan diinkubasi selama 30 menit. Nilai serapan sampel diukur pada panjang gelombang 517 nm dengan persamaan garis linear $y = ax + b$, dimana sumbu y merupakan absorbansi sampel dan sumbu x merupakan konsentrasi standar yang digunakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mendapatkan senyawa aktif sebagai metabolit sekunder pada bahan alam diperlukan teknik ekstraksi yang sesuai peruntukannya. Ekstraksi memberikan hasil yang baik dan berkorelasi terhadap senyawa yang ada pada bahan yang diekstraksi. Pemilihan metode disesuaikan dengan tujuan dan fungsi dari ekstraksi tersebut. Dari hasil penelitian dapat dilihat perbedaan antara hasil ekstraksi infusa pada daun mangrove segar dan daun mangrove yang telah mengalami pengeringan. Pada [Tabel 1](#), disajikan hasil penelitian tersebut.

Tabel 1. Rata-rata hasil investigasi senyawa ekstrak infusa

Perlakuan infusa	Hasil analisis rata-rata		
	TPC (mg GAE/g)	TFC (mg QE/g)	IC ₅₀ (ppm)
Ekstrak infusa daun segar	32	2.65	230.75
Ekstrak infusa daun kering	36	4.12	225.71

Keterangan: TPC (Total Phenol Content); TFC: (Total Flavonoid Content); IC₅₀: (Inhibition Concentration)

1. Kadar Total Fenol (TPC)

Fenol merupakan senyawa biokatif yang tergolong metabolit sekunder. Senyawa ini terdapat pada bahan alam baik tanaman ataupun hewan termasuk hasil kelautan. Senyawa fenolik pada bahan alam dipengaruhi oleh adanya kondisi fisik dari bahan aslinya. Daun dan daun basah akan menghasilkan kadar fenol yang berbeda. Pada penelitian mengungkapkan bahwa dalam bahan yang mengalami proses pengeringan, mempengaruhi komposisi senyawa fenolik dalam ekstrak pada daun, yang berdampak pada jumlah senyawa antioksidan (Barros *et al.*, 2010). Berdasarkan data pada [Tabel 1](#), terdapat perbedaan kadar infusa pada daun kering dan daun basah. Pada kenyataannya daun kering ini memiliki kadar air yang lebih rendah dibandingkan pada daun basah. Pada daun kering ini sangat menguntungkan pada proses ekstraksi senyawa fenol. Kadar air yang rendah dapat menjadi penghalang terhadap pelarut organik yang digunakan dalam proses ekstraksi. Kecenderungan ini akan menghasilkan senyawa fenol (metabolit sekunder) yang lebih tinggi dibandingkan dengan daun mangrove yang basah. Hal tersebut didukung oleh adanya penelitian yang menyatakan bahwa pada proses ekstraksi senyawa fenol secara kasar pada daun kering memberikan proses yang lebih efektif dibandingkan dengan ekstraksi daun basah dikarenakan kondisi air yang rendah pada bahan dapat digunakan sebagai media untuk memfasilitasi ekstraksi senyawa fenolik yang lebih

tinggi (Wang *et al.*, 2020). Sebaliknya pada ekstraksi infusa dengan menggunakan daun basah akan memberikan konsentrasi fenolik yang didapatkan lebih rendah karena air yang terdapat pada daun mangrove dapat mengurangi kelarutan senyawa fenolik dalam pelarut organik, dan dapat mengurangi efisiensi dari ekstraksi infusi. Hal ini sejalan dengan penelitian Zhang *et al.*, (2018) yang menyatakan bahwa ekstraksi senyawa metabolit sekunder (fenol) dari daun basah akan menghasilkan rendemen yang lebih rendah. Hal ini dipengaruhi oleh adanya pengaruh yang negatif kandungan air terhadap ekstraksi senyawa fenol tersebut.

Alasan lain yang bisa menjadi penyebab perbedaan kadar fenol tersebut juga didukung oleh ulasan Barros *et al.*, (2010) yang menyatakan bahwa kondisi fisik basah dan fisik kering pada daun dapat mempengaruhi stabilitas dan bioavailabilitas senyawa fenol yang terdapat pada ekstrak yang dihasilkan. Hal tersebut juga berpengaruh terhadap potensi aktivitas biologisnya. Selain jenis bahan sebagai media yang berpengaruh dalam ekstraksi senyawa fenol metode pemilihan dalam ekstraksi akan berpengaruh juga dalam memperoleh hasil akhir, terutama senyawa fenolik. Metode maserasi, infusa atau MAE dengan pelarut tertentu akan memberikan hasil yang berbeda, tetapi juga tergantung dari konsisi fisik bahan (kering atau basah). Menurut ulasan yang ditulis oleh Fernandes *et al.*, (2018) menyatakan bahwa ekstraksi yang dilakukan dengan metode atau teknik ultrasonik dapat meningkatkan kadar fenol pada daun kering dibandingkan dengan daun basah.

2. Kadar Total Flavonoid (TFC)

Flavonoid banyak ditemukan pada bagian tanaman seperti pada buah, biji, daun, akar, batang, cabang dan sebagainya (Sahoo & Marar, 2018). Perbedaan hasil ekstraksi infusa pada daun mangrove kering dan basah berpengaruh pada total flavonoid yang dihasilkan. Hal ini juga dipengaruhi adanya metode ekstraksi yang digunakan. Metode ekstraksi berpengaruh terhadap hasil ekstraksi. Kondisi bahan, baik daun mangrove basah ataupun kering tersebut juga mempengaruhi kadar flavonoid dari hasil ekstraksi infusa. Hal ini didukung oleh suatu penelitian yang menggunakan ekstraksi dengan sistem ultrasonik bahwa total flavonoid yang dihasilkan dipengaruhi oleh metode ekstraksi dan kondisi atau karakteristik bahan saat diekstraksi (Zhao *et al.*, 2017). Ditegaskan juga dalam hasil penelitian daun kering jika diekstraksi akan menghasilkan kadar total fenol yang lebih tinggi dibandingkan dengan daun yang basah. Karena pada daun kering memungkinkan proses difusi dan osmosis terjadi dengan maksimal dalam penarikan senyawa yang diekstraksi (Saracoglu *et al.*, 2010). Sedangkan pada daun basah jika diekstraksi akan menghasilkan senyawa metabolit sekunder yang lebih rendah karena dipengaruhi oleh air pada bahan teh hijau, karena air mengganggu proses osmosis dan difusi ke dalam bahan yang diekstraksi (mempengaruhi efisiensi pelarutan flavonoid) (Chu *et al.*, 2011).

Perbedaan daun mangrove dalam kondisi basah ataupun kering memiliki pengaruh pada kadar senyawa flavonoid yang dihasilkan. Senyawa flavonoid lebih stabil dalam keadaan pada daun kering dan mudah keluar dari sel sehingga memudahkan dan mempercepat proses ekstraksi. Hal ini juga didukung oleh proses pengeringan daun ginkgo biloba yang mampu meningkatkan konsentrasi flavonoid yang lebih stabil (Xie *et al.*, 2016). Sedangkan pada daun mangrove basah, kadar air tersebut mempengaruhi stabilitas senyawa flavonoid karena air pada bahan berkontribusi pada flavonoid yang memiliki sifat sensitif terhadap suhu dan kelembaban. Hal tersebut didukung oleh suatu penelitian pada tanaman herbal yang memiliki kadar flavonoid yang lebih rendah pada daun basah yang diekstrak karena sejumlah air menyebabkan terjadinya perubahan kimia yang tidak dikehendaki pada senyawa flavonoid (Pang *et al.*, 2018).

3. Antioksidan (IC50)

Dalam pemilihan jenis bahan daun mangrove kering atau daun mangrove basah dalam ekstraksi infusa harus mempertimbangkan faktor intrinsik ataupun ekstrinsik agar didapatkan hasil antioksidan (IC50) yang optimal. Aktifitas antioksidan (IC50) pada ekstrak infusi memiliki perbedaan. Hal tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah kadar air, stabilitas dari senyawa antioksidan, serta metode ekstraksi yang digunakan dan sebagainya. Kaitanya dengan kadar air merupakan sejumlah kandungan air yang terdapat dalam bahan dan berpengaruh terhadap total antioksidan pada ekstrak infusa (daun mangrove kering dan basah). Pada daun mangrove kering sudah pasti memiliki kadar air yang lebih rendah daripada daun mangrove yang basah. Ekstraksi daun kering akan memberikan tingkat antioksidan yang tinggi karena mempengaruhi senyawa yang berperan dalam antioksidan termasuk tanin ataupun flavonoid yang terdapat pada daun mangrove. Hal ini didukung dalam penelitian spesies mangrove yang mengekstrak daun kering dan menunjukkan kadar flavonoid dan antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan dengan ekstrak spesies mangrove daun basah (Khotimchenko *et al.*, 2002). Sedangkan pada ekstraksi daun mangrove yang basah masih memiliki kadar air yang tinggi dan mempengaruhi proses dan efisiensi dalam ekstraksi senyawa yang berpotensi pada antioksidan. Air ini berpengaruh terhadap degradasi atau kerusakan senyawa bioaktif yang ada dalam daun mangrove basah selama proses ekstraksi. Dalam suatu penelitian ekstrak mangrove basah disebutkan bahwa antioksidan memiliki stabilitas yang rendah jika dibandingkan dengan stabilitas ekstrak pada daun yang kering. Pada daun kering senyawa penunjang dari antioksidan lebih mudah untuk diekstraksi dan menghasilkan rendemen yang lebih tinggi (Wang *et al.*, 2010).

Selain itu proses pengeringan memiliki pengaruh terhadap total antioksidan dan meningkatkan stabilitasnya (Simões *et al.*, 2013). Hal ini berkebalikan dengan daun basah yang langsung diekstraksi, air dalam bahan (daun mangrove basah) dapat mendegradasi atau mendestruksi senyawa aktif selama penyimpanan atau pengolahan bahan (Chao *et al.*, 2005). Metode ekstraksi juga berpengaruh terhadap kadar antioksidan yang dihasilkan. Ekstraksi

infusi berbeda dengan ekstraksi lainnya. Dalam ekstraksi infusa menggunakan pelarut berupa air, sedangkan dalam penelitian pendukung tingginya aktivitas antioksidan dikarenakan mengesktrak bahan dengan pelarut organik (metanol) pada daun mangrove (Khan *et al.*, 2015). Selain itu, meningkatnya kadar IC50 didukung dengan kenaikan total fenol dan flavonoid yang ada pada bahan yang diekstraksi (Widyawati *et al.*, 2014).

KESIMPULAN

Ekstraksi dengan teknik infusa memberikan pengaruh terhadap total fenol, total flavonoid dan total antioksidan (IC50) pada daun mangrove. Daun mangrove yang mengalami pengeringan menggunakan oven memiliki senyawa metabolik sekunder dan antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan dengan ekstraksi dengan daun basah (TPC, 36 mg GAE/g; TFC 4.12 mg QE/g; IC50 225.706 ppm). Ekstraksi daun kering memiliki potensi yang lebih baik dalam menghasilkan senyawa metabolik sekunder dan antioksidan. Senyawa metabolik sekunder berperan untuk kesehatan manusia, seperti digunakan dalam pengembangan produk minuman simplisia (teh) dengan berbagai formulasi. Pemilihan metode ekstraksi dan jenis pelarut sangat disarankan dari tujuan penelitian selanjutnya, karena menyesuaikan dengan kepentingan penelitian. Disarankan dalam pembuatan minuman fungsional (teh) dari daun mangrove untuk ditambahkan sumber bahan lain seperti lemon kering atau daun mint agar flavor yang dihasilkan lebih segar dan memberikan penilaian kesukaan yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrien, A., Bonnet, A., Dufour, D., Baudouin, S., Maugard, T., & Bridiau, N. (2019). Anticoagulant activity of sulfated ulvan isolated from the green macroalga *Ulva rigida*. *Marine Drugs*, 17(5), 14–16. <https://doi.org/10.3390/md17050291>
- Angalabiri-Owei, B., Isirima, J., Angalabiri-Owei, B., Isirima, J., Angalabiri-Owei, B., & Isirima, J. (2014). Evaluation of the lethal dose of the methanol extract of *Rhizophora racemosa* leaf using Karbers method. *African Journal of Cellular Pathology*, 2(5), 65–68. <https://doi.org/10.5897/ajcpath14.009>
- Bandaranayake, W. M. (2002). Bioactivities, bioactive compounds and chemical constituents of mangrove plants. *Wetlands Ecology and Management*, 10(6), 421–452. <https://doi.org/10.1023/A:1021397624349>
- Barros, L., Dueñas, M., Ferreira, I. C. F. R., Baptista, P., & Santos-Buelga, C. (2009). Phenolic acids determination by HPLC-DAD-ESI/MS in sixteen different Portuguese wild mushrooms species. *Food and Chemical Toxicology*, 47(6), 1076–1079. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2009.01.039>
- Cadamuro, R. D., da Silveira Bastos, I. M. A., da Silva, I. T., da Cruz, A. C. C., Robl, D., Sandjo, L. P., Alves, S., Lorenzo, J. M., Rodríguez-Lázaro, D., Treichel, H., Steindel, M., & Fongaro, G. (2021). Bioactive compounds from mangrove endophytic fungus and their uses for microorganism control. *Journal of Fungi*, 7(6). <https://doi.org/10.3390/jof7060455>
- Chatterjee, A., & Abraham, J. (2020). Mangrove endophytes: A rich source of bioactive substances. In *Biotechnological Utilization of Mangrove Resources*. INC. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819532-1.00002-0>
- Cherigo, L., López, D., Spadafora, C., Mejia, L. C., & Martínez-Luis, S. (2024). Exploring the Biomedical Potential of Endophytic Fungi Isolated from Panamanian Mangroves. *Natural Product Communications*, 19(1). <https://doi.org/10.1177/1934578X241228152>
- Chiang, L., Ng, L., Liu, L., Shieh, D., & Lin, C. (2003). S-2003-42797. 69, 705–709.
- Chiavaroli, A., Sinan, K. I., Zengin, G., Mahomoodally, M. F., Sadeer, N. B., Etienne, O. K., Cziáky, Z., Jekő, J., Glamocilja, J., Sokovic, M., Recinella, L., Brunetti, L., Leone, S., Abdullah, H. H., Angelini, P., Flores, G. A., Venanzoni, R., Menghini, L., Orlando, G., & Ferrante, C. (2020). Identification of Chemical Profiles and Biological Properties of *Rhizophora racemosa* G. Mey. Extracts Obtained by Different Methods and Solvents Annalisa. *Antioxidants*, 9(6), 1–37.
- Čvorović, J., Ziberna, L., Fornasaro, S., Tramer, F., & Passamonti, S. (2018). Bioavailability of flavonoids: The role of cell membrane transporters. *Polyphenols: Mechanisms of Action in Human Health and Disease*, 295–320. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813006-3.00022-2>
- Ebrahimi, P., Mihaylova, D., Marangon, C. M., Grigoletto, L., & Lante, A. (2022). Impact of Sample Pretreatment and Extraction Methods on the Bioactive Compounds of Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.) Leaves. *Molecules*, 27(22), 2–19. <https://doi.org/10.3390/molecules27228110>
- Egwunatum, A., Ndulue, N., Onejeme, U., & Obasi, C. (2023). Evaluation of Industrial and Thermal Properties of Mangrove Tree (*Rhizophora racemosa*) Tannin on Variegated Wood Waste. *Proceeding of the First Faculty of Agriculture International Conference*, 165–170.
- Hamzah, T. N. T., Ozturk, M., Altay, V., & Hakeem, K. R. (2020). Insights into the bioactive compounds of endophytic fungi in mangroves. In *Biodiversity and Biomedicine: Our Future* (Vol. 1). INC. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819541-3.00015-3>
- Izuogu, E. S., Blessing Ogechukwu Umeokoli, Onyeka Chinwuba Obidiegwu, Ugochukwu M. Okezie, Chukwubuikem

- Chinaeze Okolo, Damilola Caleb Akintayo, & Festus Basden Chiedu Okoye. (2023). Screening of secondary metabolites produced by a mangrove-derived *Nigrospora* species an endophytic fungus isolated from *Rhizophora racemosa* for antioxidant and antimicrobial properties. *GSC Advanced Research and Reviews*, 15(2), 047–060. <https://doi.org/10.30574/gscarr.2023.15.2.0133>
- Jia, S. L., Chi, Z., Liu, G. L., Hu, Z., & Chi, Z. M. (2020). Fungi in mangrove ecosystems and their potential applications. *Critical Reviews in Biotechnology*, 0(0), 852–864. <https://doi.org/10.1080/07388551.2020.1789063>
- Lagunes, I., Lumbreras-Martínez, H., Espinoza, C., Padrón, J. M., López-Portillo, J., & Trigos, Á. (2023). Diversity and bioactivity of sediment-associated fungi from a mangrove forest in Mexico with different conservation conditions. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 51(3), 379–387. <https://doi.org/10.3856/vol51-issue3-fulltext-2971>
- Liu, H. X., Tan, H. B., Chen, K., Zhao, L. Y., Chen, Y. C., Li, S. N., Li, H. H., & Zhang, W. M. (2019). Cytosporins A-D, novel benzophenone derivatives from the endophytic fungus: *Cytospora rhizophorae* A761. *Organic and Biomolecular Chemistry*, 17(9), 2346–2350. <https://doi.org/10.1039/c8ob03223h>
- Mitra, S., Naskar, N., & Chaudhuri, P. (2021). A review on potential bioactive phytochemicals for novel therapeutic applications with special emphasis on mangrove species. *Phytomedicine Plus*, 1(4), 100107. <https://doi.org/10.1016/j.phyplu.2021.100107>
- Mohti, A., Parlan, I., & Contents, H. O. (2014). Research and Development Activities Towards Sustainable Management of Mangroves in Peninsular Malaysia. *Forestry and Environment Devision, Forest Research Institute Malaysia (FRIM)*, 373–390. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-8582-7>
- Musara, C., Aladejana, E. B., & Mudywa, S. M. (2020). Review of botany, nutritional, medicinal, pharmacological properties and phytochemical constituents of *brugiera gymnorhiza* (L.) Lam, (Rhizophoraceae). *Journal of Pharmacy and Nutrition Sciences*, 10(4), 123–132. <https://doi.org/10.29169/1927-5951.2020.10.04.1>
- Omar, H., & Misman, M. A. (2020). Extend and Distribution of Mangroves in Malaysia. In *Forest research Institute Malaysia*.
- Othman, R., Ramya, R., Baharuddin, Z. M., Hashim, K. S. H. Y., & Yaman, M. (2015). Ecological indicator agents for inorganic contaminants state monitoring through *Sonneratia alba*, *Avicennia alba* and *Rhizophora apiculata*. *Jurnal Teknologi*, 77(30), 111–118. <https://doi.org/10.11113/jt.v77.6874>
- Patrick-Iwuanyanwu, K., Onyeike, E. N., & Adhikari, A. (2014). *Journal of Natural Products Isolation, identification and characterization of gallic acid derivatives from leaves of Tapinanthus bangwensis*. 7(June), 14–19.
- Prayitno, S. ., Lestari, L., Utami, D., & Salsabila, N. (2021). Food Science and Technology Journal Evaluation of Phytochemicals And Antioxidant Activity (IC50) of Bintaro Fruit Ethanol Extract (*Cerberaodollam* L.). *Food Science and Technology Journal Evaluation*, 4(1), 1–7. <https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.25139/fst.v4i1.3686>
- Prayitno, S. A., & Rahim, A. R. (2020). The Comparison of Extracts (Ethanol And Aquos Solvents) *Muntingia calabura* Leaves on Total Phenol, Flavonid And Antioxidant (Ic50) Properties. *Kontribusi (Research Dissemination for Community Development)*, 3(2), 319–325. <https://doi.org/10.30587/kontribusi.v3i2.1451>
- Ramya, R., Kamoona, S., Mohd Hatta, F. A., Wan Sulaiman, W. S. H., Mohd Latiff, N. H., & Othman, R. (2023). A Study on an Active Functional Group and Antimicrobial Properties From *Rhizophora apiculata* Extracts Used in Traditional Malay as Medicine. *Malaysian Applied Biology*, 52(4), 153–160. <https://doi.org/10.55230/mabjournal.v52i4.d180>
- Ranković, B., & Kosanić, M. (2019). Lichen Secondary Metabolites. *Lichen Secondary Metabolites*, 1–29. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-16814-8>
- Šali, A., Šepi, L., Turkalj, I., & Zeli, B. (2024). *Comparative Analysis of Enzyme-, Ultrasound-, Mechanical-, and Chemical-Assisted Extraction of Biflavonoids from Ginkgo Leaves*. 12(982), 2–14. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/pr12050982>
- Simões, M., Bennett, R. N., & Rosa, E. A. S. (2009). Understanding antimicrobial activities of phytochemicals against multidrug resistant bacteria and biofilms. *Natural Product Reports*, 26(6), 746–757. <https://doi.org/10.1039/b821648g>
- Sopalun, K., Laosripaiboon, W., Wachirachaiarn, A., & Iamtham, S. (2021). Biological potential and chemical composition of bioactive compounds from endophytic fungi associated with thai mangrove plants. *South African Journal of Botany*, 141, 66–76. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2021.04.031>
- Süntar, I. (2020). Importance of ethnopharmacological studies in drug discovery: role of medicinal plants. *Phytochemistry Reviews*, 19(5), 1199–1209. <https://doi.org/10.1007/s11101-019-09629-9>
- Sur, T., Hazra, A., Hazra, A., & Bhattacharyya, D. (2016). Antioxidant and hepatoprotective properties of Indian Sunderban mangrove *Bruguiera gymnorhiza* L. leave. *Journal of Basic and Clinical Pharmacy*, 7(3), 75. <https://doi.org/10.4103/0976-0105.183262>
- Tshiaba, C. P. N., Mbaya, A. N., Idrissa, A. Z., Antoine Djamba Mumba, Luyindula, S. N., & Mwange, R. K. N. (2023). Comparative analysis of three vegetative propagation techniques of *Rhizophora racemosa* G.F.W. Meyer for ex-situ conservation. *GSC Advanced Research and Reviews*, 17(1), 072–087. <https://doi.org/10.30574/gscarr.2023.17.1.0374>
- Usman, M., Nakagawa, M., & Cheng, S. (2023). Emerging Trends in Green Extraction Techniques for Bioactive Natural Products. *Processes*, 11(12), 2–31. <https://doi.org/10.3390/pr11123444>
- Vega-Galvez, A., Gomez-Perez, L. S., Zepeda, F., Vidal, R. L., Grunenwald, F., Mejías, N., Pasten, A., Araya, M., &

- Ah-Hen, K. S. (2023). Assessment of Bio-Compounds Content, Antioxidant Activity, and Neuroprotective Effect of Red Cabbage (*Brassica oleracea* var. *Capitata rubra*) Processed by Convective Drying at Different Temperatures. *Antioxidants*, *12*(9), 2–20. <https://doi.org/10.3390/antiox12091789>
- Wang, H., Shu, L., Su, Z.-Y., Fuentes, F., Lee, J.-H., & Kong, A.-N. T. (2012). *Send Orders of Reprints at reprints@benthamscience.org Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry Plants vs. Cancer: A Review on Natural Phytochemicals in Preventing and Treating Cancers and Their Druggability*. *12*, 1281–1305.
- Wang, L., Weller, C. L., & Cuppett, S. . (2022). Factors influencing total phenolic content, antioxidant capacity, and stability of partitioned cranberry products. *J. Agric. Food Chem*, *70*(49), 15560–15569. <https://doi.org/https://doi.org/10.1021/acs.jafc.2c06502>
- Widyawati, S. P., Budianta, T. D. W., Kusuma, F. A., & Wijaya, E. L. (2014). Difference of solvent polarity to phytochemical content and antioxidant activity of *Pluchea indica* less leaves extracts. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, *6*(4), 850–855.
- Zakaria, M. H., & Bujang, J. S. (2020). Status of. In *Forest research Institute Malaysia*.

Conflict of Interest Statements: The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright © 2025 Sutrisno Adi Prayitno, Dwi Retnaningtyas Utami, Silvy Novita Antrisna Putri. This in an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Licences (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.