

KARAKTERISTIK FITOKIMIA DAN SENSORI TEH HERBAL DAUN *Sonneratia* sp. DENGAN PENAMBAHAN JAHE (*Zingiber officinale*) DAN KAYU MANIS (*Cinnamomum* sp.)

Sumartini*, Nirmala Efri Hasibuan, Putri Wening Ratrinia, Aulia Azka, Luchiandini Ika Pamaharyani, Kurnia Sada Harahap, Eko Novi Saputra, Muh Suryono, Basri

Politeknik Kelautan dan Perikanan Dumai

Jalan Wan Amir no 1, Pangkalan sesai, Dumai Barat, Provinsi Riau, Indonesia 28826

Diterima: 18 Agustus 2025/Disetujui: 20 November 2025

*Korespondensi: tinny.sumardi@gmail.com

Cara sitasi (APA Style 7th): Sumartini, Hasibuan, N. E., Ratrinia, P. W., Azka, A., Pamaharyani, L. I., Harahap, K. S., Saputra, E. N., Suryono, M., & Basri. (2026). Karakteristik fitokimia dan sensori teh herbal daun *Sonneratia* sp. dengan penambahan jahe (*Zingiber officinale*) dan kayu manis (*Cinnamomum* sp.). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 29(1), 29-45. <http://dx.doi.org/10.17844/e8q5bd54>

Abstrak

Daun *Sonneratia* sp merupakan salah satu sumber bahan alami yang berpotensi dikembangkan sebagai teh herbal. Teh herbal daun mangrove *Sonneratia* sp. kaya akan senyawa bioaktif yang berpotensi sebagai antioksidan alami. Penambahan jahe (*Zingiber officinale*) dan kayu manis (*Cinnamomum* sp.) diharapkan dapat meningkatkan karakteristik fitokimia serta mutu sensori produk teh herbal. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan karakteristik fitokimia dan sensori teh herbal mangrove dengan penambahan bahan alami jahe dan kayu manis. Metode penelitian meliputi pembuatan bubuk daun mangrove dan formulasi tiga perlakuan, yaitu teh mangrove murni (MTO), campuran mangrove–jahe (MTG), dan campuran mangrove–kayu manis (MTC). Rancangan penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan parameter uji kadar air, pH, skrining fitokimia, dan uji hedonik oleh 30 panelis. Kadar air seluruh sampel teh herbal berada pada kisaran 6,56–7,28% dan telah memenuhi standar mutu teh kering, dengan nilai pH berkisar antara 6,8–7,6. Hasil uji hedonik menunjukkan bahwa penambahan jahe dan kayu manis efektif dalam menekan rasa sepat khas daun mangrove, serta meningkatkan karakteristik sensori berupa aroma hangat-pedas atau manis-rempah dan warna seduhan yang lebih menarik. Seluruh perlakuan teh herbal teridentifikasi mengandung metabolit sekunder, meliputi flavonoid, tanin, saponin, dan steroid, dengan variasi kadar antarperlakuan. Panelis paling menyukai formulasi mangrove–kayu manis (MTC), diikuti campuran dengan jahe, dibanding teh murni. Hal ini menunjukkan bahwa tambahan rempah dapat meningkatkan penerimaan konsumen sekaligus memperkaya manfaat fungsional.

Kata kunci: bioaktif, hedonik, kesehatan, minuman fungsional

Potential Utilization of Mangrove Leaves (*Sonneratia* sp.) with the Addition of Various Natural Ingredients as Mangrove Herbal Tea

Abstract

Sonneratia sp. leaves are a promising natural resource for developing herbal tea products. Herbal tea produced from *Sonneratia* sp. mangrove leaves is rich in bioactive compounds with potential antioxidant properties. The incorporation of ginger (*Zingiber officinale*) and cinnamon (*Cinnamomum* sp.) is expected to enhance both the phytochemical properties and sensory quality of herbal tea. This study aimed to determine the phytochemical and sensory characteristics of mangrove herbal tea with the addition of natural ingredients, ginger and cinnamon. The research method involved the preparation of mangrove leaf powder and the formulation of three types of tea: pure mangrove tea (MTO), mangrove–ginger tea (MTG), and mangrove–cinnamon tea (MTC). A Completely Randomized Design (CRD) was applied with parameters

including moisture content, pH, phytochemical screening, and hedonic testing by 30 panelists. The moisture content of all herbal tea samples ranged from 6.56 to 7.28% and complied with the quality standards for dried tea, with pH values between 6.8 and 7.6. Hedonic test results indicated that the addition of ginger and cinnamon effectively reduced the characteristic astringent taste of mangrove leaves while enhancing sensory attributes, including a warm-spicy or sweet-spicy aroma and a more appealing infusion color. All herbal tea treatments were identified to contain secondary metabolites, namely flavonoids, tannins, saponins, and steroids, with variations in their levels. The panelists preferred the mangrove–cinnamon tea (MTC) and the ginger blend over the pure mangrove tea. The findings confirmed that all herbal tea treatments contained secondary metabolites, such as flavonoids, tannins, saponins, and steroids, with specific variations according to the formulation. Overall, the results indicated that the addition of ginger and cinnamon not only enhanced the sensory qualities of mangrove herbal tea but also increased consumer acceptance and enriched its functional benefits.

Keywords: bioactive, functional drink, healthy, hedonic

PENDAHULUAN

Obesitas dan sindrom metabolik merupakan masalah kesehatan global dengan prevalensi yang terus meningkat, termasuk di Indonesia (Herningtyas & Ng, 2019; Indriyati *et al.*, 2023). Kondisi ini erat kaitannya dengan resistensi insulin, dislipidemia, peradangan kronis, serta peningkatan risiko penyakit kardiovaskular dan diabetes (Andersen *et al.*, 2016). Salah satu upaya pencegahan dan pengendalian adalah melalui pemanfaatan bahan alami, khususnya tanaman herbal yang kaya senyawa bioaktif seperti *flavonoid*, *polifenol*, dan *alkaloid* dengan aktivitas antioksidan serta antidiabetes. Mangrove diketahui sebagai sumber metabolit sekunder dengan potensi farmakologis yang menjanjikan. Spesies *Avicennia* sp., *Rhizophora* sp., dan *Sonneratia* sp. terbukti mengandung senyawa fenolik, flavonoid, dan saponin yang berperan dalam perbaikan metabolisme lipid dan pengendalian hiperglikemia (Das *et al.*, 2016; Usman *et al.*, 2019; Karim *et al.*, 2021). Sejumlah penelitian juga membuktikan bahwa produk olahan mangrove, termasuk teh herbal, berpotensi sebagai minuman fungsional dengan efek antioksidan, antidiabetes, dan penurunan berat badan (Boopathy *et al.*, 2011; Sumartini *et al.*, 2022).

Pemanfaatan sumber daya pesisir, khususnya mangrove jenis *Sonneratia* sp., memiliki nilai strategis baik dari aspek ekologi maupun kesehatan. Daun mangrove mengandung senyawa bioaktif misalnya flavonoid, fenolik, saponin, dan tanin yang berfungsi sebagai antioksidan alami (Wibowo *et al.*, 2009). Tren konsumsi teh herbal sebagai produk pangan fungsional terus meningkat

karena manfaatnya bagi kesehatan, termasuk aktivitas antioksidan, antimikroba, dan antidiabetes (Santoso *et al.*, 2018). Berbagai penelitian telah mengkaji pemanfaatan daun mangrove dari berbagai spesies seperti *Sonneratia* sp. (Audah *et al.*, 2022), *Ceriops decandra* (Boopathy *et al.*, 2011), dan *Avicennia marina* (Hardoko *et al.*, 2020) sebagai bahan baku teh herbal yang memiliki potensi bioaktif tinggi (Hinokidani *et al.*, 2022). Fermentasi daun mangrove *R. mucronata* berpotensi sebagai teh herbal fermentasi (Lein *et al.*, 2025). Pengembangan teh herbal berbasis daun mangrove *Sonneratia* sp. menjadi inovasi dalam diversifikasi produk pesisir sekaligus mendukung pelestarian ekosistem mangrove. Penambahan bahan alami seperti jahe, kayu manis, dan serai juga dapat memperkaya cita rasa, aroma, serta kandungan bioaktif teh tersebut (Mao *et al.*, 2019; Rahmawati *et al.*, 2024). *Avicennia marina* memiliki profil fitokimia seperti senyawa fenol, flavonoid, dan saponin serta senyawa fungsional lainnya yang berpotensi untuk dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan minuman teh (Mitra *et al.*, 2023). Teh hijau daun *Sonneratia* sp. memiliki persentase inhibisi antioksidan tinggi (Hasibuan *et al.*, 2025). Oleh karena itu, pengembangan teh herbal berbasis daun mangrove *Sonneratia* sp. menjadi alternatif inovatif dalam diversifikasi produk berbasis hayati pesisir, sekaligus meningkatkan kesadaran menjaga kelestarian ekosistem mangrove.

Teh mangrove memiliki kelemahan pada cita rasa yang cenderung sepat agak pahit sehingga diperlukan kombinasi dengan herbal lain seperti jahe, kayu manis, melati, atau



chamomile untuk meningkatkan penerimaan konsumen sekaligus memperkaya manfaat kesehatan (Hasmawati, 2020) Asupan jahe terbukti berpengaruh terhadap penurunan berat badan, kontrol glikemik, dan profil lipid pada subjek kelebihan berat badan maupun obesitas (Maharlouei *et al.*, 2019). Selain itu, di China teh herbal juga terbukti dapat mengurangi gejala faringitis (radang tenggorokan) (Li *et al.*, 2020a). Jahe dan kayu manis dipilih karena keduanya mengandung senyawa bioaktif utama yang berperan penting dalam meningkatkan kualitas fungsional dan sensorik produk, yaitu *gingerol* pada jahe dan *cinnamaldehyde* pada kayu manis. *Gingerol* dikenal sebagai komponen aktif yang memiliki aktivitas antioksidan dan antiinflamasi tinggi, sehingga mampu menangkal radikal bebas dan menjaga stabilitas senyawa bioaktif lainnya dalam produk. *Cinnamaldehyde* pada kayu manis sebagai antioksidan, antimikroba alami, dan memberikan aroma pedas-manis khas cinnamon yang memperkuat daya tarik sensorik produk. Kombinasi kedua senyawa ini menghasilkan sinergi antara manfaat kesehatan dan peningkatan cita rasa (Hamidpour *et al.*, 2015). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menentukan karakteristik fitokimia dan sensori teh herbal mangrove dengan penambahan bahan alami jahe dan kayu manis.

BAHAN DAN METODE

Preparasi Bahan Herbal

Bahan herbal jahe diolah menjadi bubuk mengikuti metode (Makanjuola *et al.*, 2015) dengan sedikit modifikasi. Jahe disortir dan dicuci untuk menghilangkan kotoran, benda asing, jahe busuk. Jahe dikupas secara manual dengan bantuan pisau, kemudian diiris secara manual dengan alat pengiris untuk memudahkan proses selanjutnya. Irisan disebarkan di atas nampan dan dipindahkan ke dalam oven dengan *forced circulation* (Mommert UF110, Jerman) udara panas untuk dikeringkan pada suhu 80°C hingga irisan menjadi kering. Irisan kering digiling, diayak dengan saringan 1,4 mm, dibiarkan dingin, dandibungkus dengan foil aluminium dan disimpan dalam lemari pendingin pada suhu 4°C sampai dianalisis. Bahan herbal

kayu manis dikeringkan dengan pengeringan suhu oven kurang lebih 40-50°C, selanjutnya digiling sampai menjadi bubuk (100 *mesh size*) dengan kadar air tertentu yakni <8% SNI 3836 (BSN, 2013).

Pembuatan Bubuk Teh Daun Mangrove Herbal

Daun mangrove *Sonneratia* sp. dikeringkan di tempat teduh sekitar 25–30°C pada ruangan tertutup lalu digiling menggunakan blender (Philips HR2116, Netherlands) hingga menjadi bubuk. Bubuk teh daun mangrove disimpan dalam wadah kaca secara terpisah (Abdullah *et al.*, 2023). Proses pembuatan bubuk teh daun mangrove herbal disajikan pada *Figure 1*.

Formulasi Teh Herbal

Formulasi teh herbal yang digunakan dalam penelitian ini adalah teh herbal (kayu manis dan jahe), untuk membuat teh herbal mangrove, masing-masing 3 g bahan herbal bubuk diseduh dengan 200 mL air matang selama 5 menit. Campuran air dan bubuk teh herbal kemudian didiamkan selama 5 menit untuk pengujian lebih lanjut (Nareswari *et al.*, 2022) dengan modifikasi. Teh herbal dibuat dengan menggabungkan bubuk daun mangrove dengan bahan herbal dengan perlakuan berikut:

MTO: 100% serbuk daun mangrove

MTG: 70% serbuk daun mangrove+30% serbuk jahe

MTC: 70% serbuk daun mangrove+30% serbuk kayu manis

Pengamatan Deskriptif Teh Herbal Daun Mangrove

Metode pengamatan deskriptif digunakan untuk menggambarkan secara rinci karakteristik produk teh herbal daun mangrove baik yang sudah di larutkan dengan air (diseduh) maupun yang belum di seduh, dengan fokus pada tampilan fisik, aroma, rasa, serta kandungan fitokimia yang terdapat dalam produk tersebut. Pengamatan deskriptif diawali dengan analisis visual terhadap produk teh herbal melalui pencatatan warna, tekstur, dan bentuk daun mangrove yang digunakan, serta proses pengolahan yang

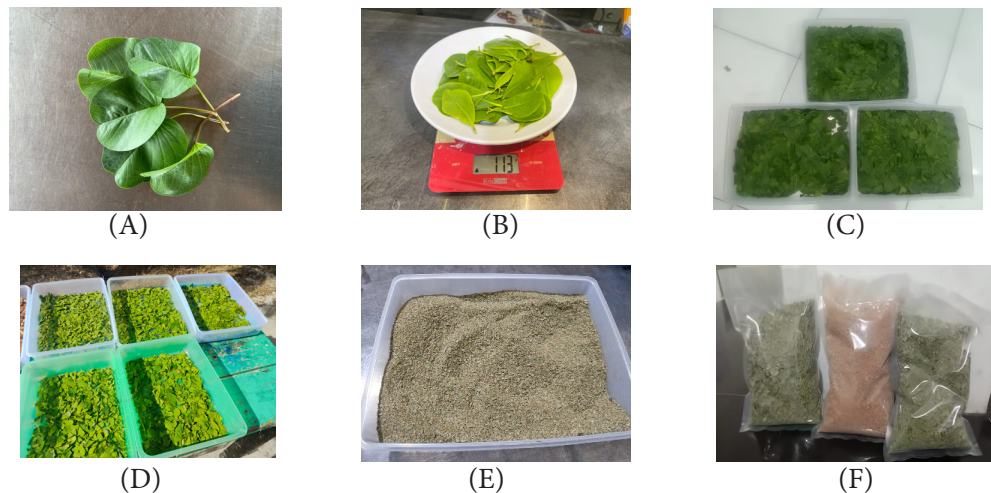


Figure 1 Stages of the process of making *Sonneratia* sp. mangrove leaf powder; (A) Raw material: fresh *Sonneratia* sp. leaves, (B) Weighing of fresh *Sonneratia* sp. leaves as raw material, (C) Reduction in the size of fresh *Sonneratia* sp. leaves, (D) Drying/drying fresh *Sonneratia* sp. leaves, (E) Grinded *Sonneratia* sp. leaves, (F) Packaging of *Sonneratia* sp. leaves

Gambar 1 Tahapan proses pembuatan serbuk daun mangrove *Sonneratia* sp.; (A) Daun *Sonneratia* segar, (B) Penimbangan daun *Sonneratia* sp. sebagai bahan baku, (C) Pengurangan ukuran daun *Sonneratia* sp., (D) Pengeringan daun *Sonneratia* sp., (E) Penggilingan daun *Sonneratia* sp., (F) Pengemasan daun *Sonneratia* sp.

diterapkan pada daun tersebut. Aroma teh herbal daun mangrove juga diamati, karena aroma menjadi salah satu indikator penting dalam menentukan kualitas dan daya tarik produk (Samsudin *et al.*, 2020).

Pengamatan deskriptif juga mencakup evaluasi terhadap rasa teh herbal daun mangrove. Rasa ini dapat memengaruhi preferensi konsumen dan menjadi indikator penting dalam penilaian kualitas teh herbal tersebut. Pencatatan rasa yang dihasilkan dilakukan dengan melibatkan panelis yang berkompeten dalam uji sensori, untuk memastikan keakuratan hasil pengamatan (Kumar & Mishra, 2017).

Pengamatan deskriptif dari segi kandungan fitokimia mencakup pengidentifikasian senyawa aktif dalam daun mangrove yang memberikan manfaat kesehatan, misalnya flavonoid, tanin, dan alkaloid, yang memiliki peran sebagai antioksidan. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa daun *Sonneratia* sp. mengandung senyawa bioaktif yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh, khususnya dalam meningkatkan daya tahan tubuh dan melawan radikal bebas (Utami *et al.*, 2021).

Analisis Kadar Air dan Pengujian PH

Pengukuran kadar air dilakukan dengan metode thermogravimetri mengacu pada AOAC (2005a) dengan sedikit modifikasi. Pengujian pH dilakukan dengan menggunakan pH meter (pH Meter AMTAST PH016A (USA), metode pengujian yang dilakukan mengacu pada AOAC (2005b).

Pengujian Hedonik

Pengujian dilakukan menurut mengacu SNI 2346-2015 (BSN, 2015). Parameter yang digunakan adalah pengujian tingkat kesukaan panelis terhadap rasa, tekstur, aroma, kenampakan, dan *overall*. Panelis yang digunakan dalam penelitian ini adalah panelis tidak terlatih sebanyak 30 orang yang merupakan mahasiswa lingkungan Politeknik Kelautan dan Perikanan Dumai.

Skrining Fitokimia

Skrining Fitokimia dilakukan menggunakan kromatografi lapis tipis (KLT) dengan fase diam silika gel GF 254 yang telah diaktifkan dan fase gerak setiap uji. Ekstrak ditotolkan pada batas bawah fase diam dan



dimasukkan ke dalam *chamber* yang berisi fase gerak yang telah dijenuhkan. Totolan ekstrak dielusi oleh fase gerak hingga batas atas lempeng dikeringkan kemudian dideteksi penampak bercak dengan sinar UV 254 nm dan 366 nm (Karthika & Paulsamy, 2015).

Analisis Statistik

Analisis data meliputi kadar air, pH, skrining fitokimia, dan uji aktivitas antioksidan dilakukan menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) pada tingkat kepercayaan 95% dengan bantuan perangkat lunak SPSS 22, karena data tersebut bersifat parametrik (memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas varians). Uji lanjut dilakukan menggunakan uji Duncan untuk mengetahui perbedaan nyata antar perlakuan. Sementara itu, data hasil uji hedonik dianalisis menggunakan uji Kruskal Wallis, karena data bersifat nonparametrik (berasal dari penilaian panelis berskala ordinal dan tidak memenuhi asumsi distribusi normal).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Teh Herbal Daun Mangrove

Teh herbal merupakan salah satu minuman fungsional yang banyak dikembangkan karena mengandung senyawa bioaktif yang bermanfaat bagi kesehatan. Daun mangrove diketahui mengandung senyawa polifenol, flavonoid, dan tanin yang berpotensi sebagai antioksidan alami. Penggunaan daun mangrove juga menjadi upaya diversifikasi produk berbasis sumber daya pesisir yang berkelanjutan. Perbedaan daun mangrove dan daun teh herbal pada umumnya adalah pada aroma dan cita rasa khas yang dimiliki, daun teh (*Camelia sinensis*) memiliki senyawa yang khas penciri daun teh yang wangi dan menarik namun tidak dimiliki oleh daun mangrove

(Parveen *et al.*, 2023).

Daun teh memiliki aroma unik karena mengandung berbagai senyawa volatil yang berkontribusi terhadap cita rasa dan aroma teh. Daun teh mengandung polifenol sebesar 18-36% dari berat kering serta senyawa volatil misalnya geraniol, linalool, β -ionone, dan feniletal alkohol (Choiriyah & Sundjaja, 2021). Penilaian terhadap produk tersebut dapat dilakukan dengan uji organoleptik yang mengevaluasi warna, aroma, rasa, dan penerimaan keseluruhan berdasarkan panca indera. Pengujian ini berperan penting dalam menentukan kelayakan produk sebelum dipasarkan, karena cita rasa dan karakter sensoris menjadi faktor utama yang memengaruhi minat konsumen. Dengan demikian, evaluasi organoleptik teh herbal daun mangrove bukan hanya bertujuan menilai kualitas sensoris, tetapi juga memastikan produk dapat diterima secara luas sebagai minuman herbal yang inovatif dan bernilai tambah. Hasil pengujian organoleptik teh herbal daun mangrove disajikan pada *Table 1*.

Seluruh sampel berbentuk serbuk menunjukkan bahwa daun mangrove telah mengalami proses dikeringkan selanjutnya digiling. Penggilingan memperkecil ukuran partikel, memperbesar luas permukaan, dan mempercepat pelepasan senyawa terlarut (polifenol, pigmen, volatil) saat diseduh (Shu *et al.*, 2019). Serbuk yang seragam (*mesh* konsisten) akan menghasilkan seduhan yang cepat larut dalam air, warna lebih pekat/stabil, dan aroma lebih mudah terlepas; sebaliknya, proses penggilingan yang terlalu agresif dapat meningkatkan paparan oksigen sehingga mempercepat oksidasi beberapa komponen (Makanjuola, 2017). Zaiter *et al.* (2016) melaporkan bahwa pada serbuk teh hijau *grinding* berlebih dan ukuran sangat halus dapat menyebabkan degradasi katekin akibat

Table 1 Results of organoleptic evaluation of mangrove leaf herbal tea

Tabel 1 Hasil pengujian organoleptik teh herbal daun mangrove

Treatment	Shape	Odor	Color
Mangrove herbal tea original (MTO)	powder	typical	dark green
Mangrove herbal tea ginger (MTG)	powder	typical	green
Mangrove herbal tea cinnamon (MTC)	powder	typical	yellow greenish



Figure 2 Mangrove herbs tea
Gambar 2Teh herbal mangrove

panas dan oksidasi oksigen aroma khas pada MTO dapat ditelusuri ke komposisi volatil daun mangrove serta kayunya kandungan polifenol (tanin, flavonoid) yang juga memengaruhi sensasi astringen. Analisis volatil pada berbagai spesies mangrove (menggunakan GC-MS) menegaskan keberadaan senyawa-senyawa terpenoid dan alkohol rantai panjang, termasuk fitol yang dikenal memberi kesan rumput hijau-kehijauan “*green note*” (Karthi *et al.*, 2020). Serbuk teh herbal mangrove disajikan pada *Figure 2*.

Aroma khas pada kayu manis (*Cinnamomum* sp.) memperkenalkan senyawa kunci misalnya sinamaldehid dan eugenol yang menghasilkan aroma manis-hangat, *woody*, dan *sweet-spicy* yang mudah dikenali. Komposisi ini terdokumentasi luas pada minyak atsiri/bahan aktif kayu manis (Guo *et al.*, 2024). Tipikal hijau tua berasal dari dominasi klorofil a/b daun, ditambah xantofil/karotenoid (misalnya lutein dan neoksantin). Analisis pigmen pada daun *Rhizophora mucronata* menunjukkan fraksi klorofil a/b dan karotenoid yang substansial mendukung warna hijau pekat pada produk yang dikeringkan dengan baik (Rumengan *et al.*, 2021), klorofil mudah terdegradasi menjadi feofitin (*olive-cokelat*) oleh panas/asam. Fakta bahwa MTO tampak berwarna “hijau tua” mengindikasikan degradasi klorofil relatif minimal pada proses pengeringan/penggilingan/pH seduhan (Wu *et al.*, 2023).

MTG menunjukkan warna hijau (lebih pekat) yang merupakan perpaduan serbuk daun mangrove (hijau) dengan komponen jahe yang cenderung pucat-kuning (oleoresin/ekstrak jahe dan sebagian pigmen fenolik kuning) logis menggeser tonenya menjadi

hijau yang lebih muda. Ukuran partikel yang seragam mempercepat pelepasan pigmen hijau sehingga warna “larut dan tampak” lebih cepat, hal ini juga tergantung perbandingan bahan pada level jenis kandungan dan komposisi kimia. Jahe membawa *gingerol/shogaol/zingeron* (non volatil) serta seskuiterpena volatil; sebagian fraksi ekstrak jahe dilaporkan berwarna kekuningan sehingga pencampuran dengan matriks hijau akan menghasilkan nuansa hijau muda (Iijima & Joh, 2014). Arah warna “kuning kehijauan” konsisten dengan kontribusi kayu manis, minyak/ekstrak kayu manis lazimnya kuning hingga kuning-kecokelatan, dan penambahannya pada matriks hijau cenderung meningkatkan nilai b (*yellowness*). Studi formulasi bahan beraroma kayu manis juga mencatat peningkatan kekuningan sistem ketika kayu manis ditambahkan (Suriyagoda *et al.*, 2021). Di sisi daun, keberadaan xantofil/karotenoid dari mangrove turut “mendorong” komponen kuning, sehingga kombinasi keduanya masuk akal menghasilkan kuning kehijauan (Rumengan *et al.*, 2021).

Rendemen Daun Mangrove

Rendemen merupakan parameter penting dalam pengolahan bahan alam yang menunjukkan persentase hasil akhir produk terhadap bobot bahan baku awal setelah melalui proses pengolahan (Mandang *et al.*, 2021). Nilai rendemen mencerminkan efisiensi proses serta potensi ekonomi suatu produk, karena semakin tinggi rendemen, semakin besar jumlah produk yang dihasilkan dari bahan baku tertentu.

Pengujian rendemen daun mangrove tidak hanya memberikan gambaran



kuantitatif hasil produksi, tetapi juga menjadi dasar perbandingan antarperlakuan dalam penelitian, misalnya perbedaan metode pengeringan, variasi jenis daun, atau teknik ekstraksi. Dengan demikian, hasil pengujian ini dapat digunakan untuk menentukan metode terbaik yang menghasilkan rendemen optimal tanpa mengorbankan kualitas senyawa bioaktif yang terkandung di dalamnya. Nilai rendemen serbuk daun mangrove yang diperoleh pada penelitian ini adalah 28,73% dengan berat awal sampel 3550 g setelah dikeringkan dan digiling menjadi 1020 g. Nilai ini menunjukkan bahwa dari setiap 100 g bahan baku daun mangrove segar yang diproses melalui tahap pencucian, pengeringan, dan penggilingan, dihasilkan sekitar 28,73 g serbuk kering. Persentase ini berada dalam kisaran umum rendemen produk berbahan daun herbal yang mengalami pengurangan massa akibat penghilangan air dan senyawa volatil selama proses pengeringan (Audah *et al.*, 2022).

Rendemen dipengaruhi oleh kadar air awal bahan baku, spesies tanaman, umur daun, lokasi tumbuh, dan metode pengeringan (Ramadhan *et al.*, 2019). Daun mangrove diketahui memiliki kadar air cukup tinggi (>60%), sehingga setelah proses pengeringan terjadi penyusutan massa signifikan. Yuliana *et al.* (2019) melaporkan bahwa pengeringan daun herbal pada suhu 50–60°C dapat menghasilkan rendemen kering berkisar 25–30%, tergantung ketebalan daun dan kadar air awalnya.

Faktor lain yang memengaruhi rendemen adalah struktur jaringan daun. Daun mangrove memiliki dinding sel yang tebal dan kandungan lignoselulosa yang relatif tinggi (Alongi, 2020) yang menyebabkan berat keringnya relatif stabil setelah air dihilangkan. Kandungan metabolit sekunder seperti tanin, flavonoid, dan polifenol yang cukup tinggi (Suriyagoda *et al.*, 2021) juga berkontribusi pada massa kering yang tersisa. Nilai rendemen 28,73% dapat dikategorikan rendah hingga sedang jika dibandingkan dengan daun herbal berdaun tipis seperti daun kelor rata-rata >35% rendemen kering (Rahmi *et al.*, 2019), namun cukup wajar untuk daun berkadar air tinggi dan berstruktur tebal seperti daun

mangrove. Rendemen yang berada pada kisaran ini justru mengindikasikan bahwa proses pengeringan sudah cukup efektif menghilangkan air tanpa merusak integritas jaringan daun, sehingga menghasilkan serbuk yang masih kaya komponen bioaktif. Dari segi teknis dan nilai ekonomi, rendemen 28,73% dapat menjadi dasar perhitungan kebutuhan bahan baku daun mangrove/bahan baku teh dalam produksi skala besar. Misalnya, untuk menghasilkan 1 kg serbuk daun mangrove diperlukan $\pm 3,48$ kg daun segar. Angka ini penting dalam perencanaan rantai pasok, terutama jika produk ditujukan untuk industri teh herbal atau ekstrak alami.

Kadar Air Teh Herbal Daun Mangrove

Pengujian kadar air pada daun mangrove bukan hanya bertujuan menentukan kelayakan produk dari sisi keamanan, tetapi juga mengevaluasi efektivitas metode pengeringan dan memastikan kesesuaian dengan standar mutu pangan, seperti SNI atau *Codex alimentarius*. Dengan demikian, pengukuran kadar air menjadi tahap krusial dalam proses pengolahan daun mangrove menuju produk akhir yang berkualitas dan bernilai jual tinggi. Berdasarkan SNI 3836, 2013 kadar air maksimum daun teh adalah 8%. Jika produk dikategorikan sebagai teh herbal kering dalam kemasan, maka kadar air maksimum yang disyaratkan oleh SNI adalah 8,0% (BSN, 2013). Hasil pengujian kadar air teh herbal daun mangrove disajikan pada *Table 2*.

Table 2 menunjukkan bahwa kadar air MTO dengan $6,93 \pm 0,23\%$, MTG (dengan jahe) yaitu $7,28 \pm 0,20\%$ dan merupakan nilai kadar air tertinggi, sementara MTC (dengan kayu manis) memiliki kadar air sebesar $6,56 \pm 0,16\%$ yang merupakan nilai terendah. Kadar air teh herbal kering berkisar 6–9% umumnya dianggap memadai untuk stabilitas penyimpanan jangka panjang karena menekan aktivitas air (a_w) ke zona aman bagi jamur/kapang. Studi herbal teh (daun Moringa) menunjukkan rentang 6,1–9,2% sebagai kadar air yang memadai untuk penyimpanan yang lebih lama (Wickramasinghe *et al.*, 2020). Hasil penelitian ini berada pada kisaran

(6,56–7,28%) berada tepat di tengah rentang tersebut. Beberapa praktik industri teh juga menekankan bahwa produk kering tidak boleh > 9% (risiko penggumpalan & kapang) dan tidak terlalu rendah (<2%) agar mutu sensori tidak menurun, hal ini relevan untuk teh hitam namun prinsipnya serupa untuk bahan kering yang bersifat higroskopis. *United States Department of Agricultural Research Service* melaporkan bahwa dari sisi keamanan mikrobiologis, sebagian besar kapang berhenti tumbuh pada $a_w < 0,80$ (disarankan $\leq 0,75$). Kadar air 6–8% pada daun/herbal kering biasanya berkorelasi dengan a_w rendah sehingga aman, selama penyimpanan dan pengemasan tepat.

Kadar air pada MTG lebih tinggi dibandingkan sampel lainnya dimungkinkan bubuk jahe memiliki komponen karbohidrat dan serat yang higroskopis, dengan *isotherm* penyerapan air bertipe sigmoidal (Yeasmin *et al.*, 2021), sehingga pada kelembapan relatif menengah ke tinggi, jahe menyerap lebih banyak uap air dibandingkan daun. Kenaikan $\pm 0,35$ poin persentase dibandingkan MTO, yang menunjukkan lebih konsisten dengan sifat ini. Dampaknya adalah sedikit lebih rentan menggumpal dan memerlukan *barrier* uap air lebih baik pada kemasan (Alakali *et al.*, 2009). Nilai MTO (6,93 %) bisa dikategorikan nilai *baseline*, lebih spesifik untuk teh daun kering siap simpan dan berada di rentang yang direkomendasikan untuk produk *herbal tea*. Di titik ini, hubungan antara kestabilan dan kelenturan fisik daun bubuk biasanya optimal (Wickramasinghe *et al.*, 2020).

Kadar air MTC (6,56 %) sedikit lebih rendah dibandingkan dengan sampel lainnya. Peleg (2020) & Roos (2024) melaporkan bahwa kayu manis (*Cinnamomum* spp.) memiliki *monolayer moisture* (GAB) sekitar $\pm 5,3\%$ pada 25–30°C dan *isotherm* bertipe II (kondisi ruang), kayu manis cenderung mencapai keseimbangan kadar air yang lebih rendah daripada jahe. Campuran yang mengandung kayu manis memiliki tekstur sedikit lebih kering sehingga membuatnya lebih stabil, namun bila dikeringkan terlalu jauh, produk bisa jadi lebih rapuh dan senyawa volatil lebih mudah menguap dan hilang meski kadar air masih tergolong aman.

Nilai pH Teh Herbal Mangrove

Table 2 menunjukkan MTO memiliki nilai pH $6,80 \pm 0,05$ (netral–sedikit asam), MTG (jahe) dengan nilai pH $7,40 \pm 0,02$ (sedikit basa) serta nilai MTC (kayu manis) memiliki nilai pH paling tinggi di antara sampel lainnya yaitu $7,60 \pm 0,01$ (sedikit lebih basa). Tan *et al.* (2023) melaporkan bahwa pH seduhan teh/herbal lazim berada dari $\pm 5,5$ hingga mendekati netral; variasi dipengaruhi bahan, rasio seduh, dan jenis air. Studi pada *green tea* menunjukkan pH seduhan berubah nyata mengikuti pH air penyeduh (air alkali vs mineral vs RO) sehingga seduhan bisa bergeser ke arah netral/basa ringan tanpa mengubah resep teh itu sendiri. Formulasi berbumbu dapat mengalami kenaikan pH apabila air atau komponen tambahan memberikan muatan basa/penyangga. Hasil pengujian pH teh herbal daun mangrove disajikan pada Table 2.

Table 2 Results of testing the content of mangrove leaf herbal tea

Tabel 2 Hasil pengujian teh herbal daun mangrove

Treatment	Moisture	pH	Product description		
			Shapes	Odor	Color
Mangrove herbal tea original (MTO)	6.93 ± 0.23^{ab}	6.8 ± 0.05^a	Liquid	Typical	Brownish yellow
Mangrove herbal tea ginger (MTG)	7.28 ± 0.20^b	7.4 ± 0.02^b	Liquid	Typical	Light yellow
Mangrove herbal tea cinnamon (MTC)	6.56 ± 0.16^a	7.6 ± 0.01^b	Liquid	Typical	Brownish yellow

Data are presented mean $\pm$ standard deviation;

Different superscripts indicate significant differences ($p < 0.05$)



Daun mangrove dikenal kaya polifenol/ fenolat dan tanin, kelas senyawa yang menyumbang keasaman lemah (pK_a fenolat 8–10, tetapi dalam seduhan ada juga asam organik lain dan protonasi antarmatriks). Komposisi fenolik yang tinggi pada jaringan mangrove telah didokumentasikan dalam berbagai ulasan fitokimia; membuat pH mendekati netral untuk seduhan murni daun mangrove menjadi hal yang wajar. Parthiban *et al.* (2022) melaporkan bahwa pH mendekati netral cenderung memberi astringensi “bersih” (dari tanin) tanpa rasa asam tajam. Stabilitas warna juga relatif baik karena degradasi asam-pH (misalnya feofitinasi klorofil) lebih kecil pada kisaran ini.

Dua faktor utama yang secara mekanistik mendorong pH naik pada seduhan jahe yaitu muatan mineral jahe (terutama K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}). Ajayi *et al.* (2013) melaporkan bahwa jahe kering/powder diketahui kaya kalium dan mineral lainnya. Ion-ion ini (bersama anion bikarbonat/organik terlarut dari air) dapat meningkatkan kapasitas penyangga dan sedikit menggeser pH seduhan ke arah basa. Profil mineral jahe dengan K sebagai unsur dominan dilaporkan konsisten di berbagai studi komposisi. Efek formulasi teh-jahe pada sifat kimia seduhan menjadi faktor lain kenaikan pH. Penelitian formulasi teh jahe (MTG) secara eksplisit mengukur pH sebagai variabel kualitas menunjukkan bahwa keberadaan jahe dapat mengubah pH sistem dibanding teh saja, seiring perubahan indeks warna/ORP dan interaksi polifenol. Walau nilai pH bergantung formulasi & kandungan air, arah perubahan pH ke netral/basa telah sejalan dengan hasil penelitian (Makanjuola *et al.*, 2015).

Nilai pH sedikit basa sering memberi kesan pedas-hangat yang “bulat” (tidak terlalu tajam), dan dapat menurunkan persepsi asam dari matriks daun. $pH > 7$ juga bisa menggeser ekstraksi (polifenol tertentu lebih stabil pada pH netral; beberapa pigmen bisa berubah rona). MTC adalah sampel yang memiliki nilai pH paling basa (7,6), tambahan kayu manis menyumbang dua hal sama seperti jahe, yakni muatan mineral & kapasitas penyangga. Kayu manis kering dilaporkan sangat kaya K diikuti Mg/Ca yang menambah alkalinitas

efektif seduhan (Gul & Safdar, 2009). Terdapat interaksi antara pH dan senyawa fenol pada teh yang mengacu pada penelitian Latifi *et al.* (2020) dimana formulasi teh instan dengan penambahan kayu manis dan menaikkan pH dibandingkan hasil pada perlakuan kontrol. Nilai pH 7,6 akan menekan kesan “asam” dan bisa menghaluskan *spicy-sweet* dari sinamaldehida/eugenol. Nilai pH yang lebih tinggi dapat memengaruhi stabilitas warna (misalnya perubahan kromofor fenolik) dan persepsi astringensi, sering terasa lebih lembut.

Deskripsi Larutan Teh Herbal Mangrove

Deskripsi produk merupakan salah satu tahapan penting dalam pengembangan dan pengujian teh herbal daun mangrove, karena mencakup gambaran menyeluruh terkait warna, aroma, rasa, dan tekstur seduhan. Parameter deskriptif ini memiliki peran kunci dalam menentukan penerimaan konsumen sekaligus sebagai indikator kualitas produk hasil formulasi dan pengolahan (Rahman *et al.*, 2016).

Pengujian deskripsi sensoris juga berperan sebagai penghubung antara sifat kimia dan preferensi konsumen. Misalnya, kandungan tanin dan polifenol dapat meningkatkan aktivitas antioksidan, tetapi juga memberi sensasi pahit atau astringen yang perlu dikelola dalam formulasi produk. Dengan demikian, analisis deskriptif tidak hanya mencerminkan kualitas organoleptik, tetapi juga mendukung klaim fungsional teh herbal mangrove sebagai pangan sehat berbasis bahan lokal. Hasil pengujian kadar air teh herbal daun mangrove disajikan pada *Table 2*.

Berdasarkan hasil larutan teh herbal yang disajikan pada *Figure 3* terlihat tiga sampel teh herbal dalam wadah kaca kecil dengan perbedaan kejernihan dan intensitas warna. MTO (original) menunjukkan warna cenderung coklat berbuih dengan tingkat kekeruhan sedang, khas hasil seduhan daun mangrove yang kaya senyawa polifenol dan tanin. MTG (jahe) menunjukkan warna lebih gelap coklat kekuningan dibanding MTO, dengan kenampakan relatif jernih.

Figure 3 Herbal tea solution of mangrove leaves *Sonneratia* sp.Gambar 3 Larutan teh herbal daun mangrove *Sonneratia* sp.

Penambahan jahe meningkatkan intensitas warna pekat karena senyawa volatil jahe larut dan bercampur dengan dominasi tanin. MTC (kayu manis) berwarna cokelat keemasan yang lebih terang, menunjukkan pengaruh kayu manis yang menambahkan pigmen flavonoid sekaligus memengaruhi kejernihan. MTO memiliki warna cokelat tua, khas teh herbal dengan kandungan tanin tinggi. MTG berwarna cokelat gelap kekuningan, lebih menarik secara visual karena kombinasi pigmen polifenol mangrove dan senyawa gingerol dari jahe. MTC memiliki warna cokelat keemasan, memberikan kesan hangat dan lebih ringan dibandingkan MTO.

Pengujian Fitokimia Teh Herbal Daun Mangrove

Hasil uji fitokimia menunjukkan adanya senyawa kimia sekunder seperti polifenol, flavonoid, tanin, alkaloid, saponin, terpenoid, dan senyawa volatil yang berperan penting dalam aktivitas farmakologis serta menentukan karakteristik organoleptik dan fungsional produk pangan. Kandungan metabolit sekunder pada daun mangrove dilaporkan memiliki aktivitas antioksidan, antimikroba, dan antiinflamasi yang mendukung potensinya sebagai bahan baku teh herbal fungsional (Audah *et al.*, 2022). Berdasarkan teori dan penelitian sebelumnya, variasi profil fenolik dan interaksinya dengan bahan tambahan seperti jahe atau kayu manis, serta pengaruh proses pengeringan dapat memengaruhi rasa sepat, warna seduhan, dan kestabilan produk melalui mekanisme oksidasi fenolik dan degradasi pigmen. Oleh karena itu, data fitokimia perlu dikaitkan dengan

analisis organoleptik dan uji aktivitas biologis untuk memperoleh gambaran menyeluruh tentang mutu dan efektivitas teh herbal daun mangrove. Hasil pengujian fitokimia pada teh herbal daun mangrove disajikan pada *Table 3*.

MTO kaya flavonoid, tanin, saponin, dan steroid yang berkontribusi pada aktivitas antioksidan serta potensi kesehatan. Kandungan fitokimia MTG mirip dengan MTO, namun ditambah jahe yang kaya *gingerol* dan *shogaol*, sehingga memberikan efek sinergis sebagai antiinflamasi dan penghangat tubuh. Mao *et al.* (2019) melaporkan bahwa *Zingiber officinale* (jahe) mengandung senyawa fenolik utama seperti gingerol, shogaol, dan paradol. Gingerol merupakan komponen utama dalam jahe segar dan dapat berubah menjadi shogaol selama pemanasan atau penyimpanan.

MTC memiliki kombinasi unik, yaitu alkaloid, kuinon, tanin, dan steroid. Vasconcelos *et al.* (2018) melaporkan bahwa kehadiran kuinon memberi potensi aktivitas antimikroba, sedangkan kayu manis sendiri kaya *cinnamaldehyde* yang bersifat antibakteri dan antiinflamasi. Tanaman dapat menghasilkan senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, alkaloid, tanin, saponin, steroid, dan juga triterpenoid yang memiliki sifat *toxic* sehingga dapat digunakan untuk mengobati bermacam-macam penyakit (Baud *et al.*, 2014). Beragam gugus fungsi yang dimiliki oleh senyawa metabolit sekunder dan jumlahnya yang lebih dari satu menandakan tumbuhan tersebut mempunyai banyak kegunaan serta bioaktivitas karena dapat berinteraksi dengan lebih dari satu senyawa target lain. Salah satu senyawa



Table 3 Results of phytochemical testing of mangrove leaf herbal tea

Tabel 3 Hasil pengujian fitokimia teh herbal daun mangrove

Parameters	Mangrove herbal tea original (MTO)	Mangrove herbal tea ginger (MTG)	Mangrove herbal tea cinnamon (MTC)
Flavonoid	+	+	–
Wagner	+	–	+
Meyer	–	–	–
Dragendorf	–	–	–
Tannin	+	+	+
Saponin	+	+	–
Quinone	–	–	+
Steroid	+	+	+
Triterpenoid	–	–	–

metabolit sekunder adalah kuinon yang dapat diidentifikasi dan diisolasi melalui proses ekstraksi, fraksinasi, dan isolasi (Li *et al.*, 2020b).

MTO dan MTG kaya flavonoid, tanin, saponin, dan steroid, sehingga lebih dominan sebagai minuman antioksidan dan imunomodulator. MTC berbeda karena flavonoid tidak terdeteksi, tetapi mengandung alkaloid dan kuinon, yang memberi efek farmakologis berbeda, terutama antimikroba dan stimulasi fisiologis. Variasi ini menunjukkan bahwa penambahan bahan rempah (jahe dan kayu manis) memberikan perbedaan pada profil fitokimia teh herbal daun mangrove. Terdeteksinya flavonoid pada MTG linier dengan penelitian (Sholihah *et al.*, 2023) yakni formulasi dengan semakin banyak rasio jahe yang digunakan maka hasil kadar total flavonoid semakin tinggi. Sari (2015) menyatakan bahwa jahe memiliki jumlah kandungan polifenol yang tinggi dibandingkan dengan kayu manis, sehingga kandungan flavonoid yang tinggi pada 2:1 (jahe:kayu manis) sesuai dengan literatur karena flavonoid merupakan golongan senyawa polifenol.

Pengujian Hedonik Teh Herbal Daun Mangrove

Hasil penelitian menunjukkan bahwa daun mangrove jenis *Rhizophora sp.* dan *Sonneratia sp.* mengandung senyawa fenolik dan flavonoid dengan aktivitas

antioksidan tinggi yang berperan dalam menetralkan radikal bebas dan mencegah penyakit degeneratif. Namun, keberhasilan pengembangan teh herbal daun mangrove juga ditentukan oleh karakteristik sensori yang dinilai melalui uji hedonik mencakup warna, aroma, rasa, dan penampilan produk. Berdasarkan penelitian sebelumnya, produk berbasis mangrove misalnya sirup *Sonneratia caseolaris* dan *brownies* daun *Rhizophora stylosa* memperoleh skor hedonik tinggi dengan kategori “disukai” hingga “sangat disukai” menunjukkan potensi positif penerimaan konsumen (Utomo *et al.*, 2018). Kombinasi dengan bahan beraroma kuat seperti jahe atau kayu manis juga dilaporkan dapat meningkatkan cita rasa dan penerimaan produk (Wijaya, 2024). Dengan demikian, hasil uji hedonik terhadap teh herbal daun mangrove menjadi indikator penting untuk menilai keseimbangan antara manfaat fungsional dan kesesuaian sensori yang disukai konsumen. Hasil pengujian kadar air teh herbal daun mangrove disajikan pada Table 3.

Walaupun studi yang tersedia tidak secara eksplisit menguji ketiga varian teh yang dimaksud (jahe, original, kayu manis), data organoleptik dari produk mangrove lain dapat memberikan landasan. Penambahan bahan seperti jahe atau kayu manis dapat memengaruhi intensitas aroma dan rasa. Dari penelitian oralit ekstrak teh hijau mangrove, terlihat bahwa konsentrasi tinggi

Table 3 Results of hedonic testing of mangrove leaf herbal tea

Table 3 Hasil pengujian hedonik teh herbal daun mangrove

Treatment	Appearance	Odor	Taste	Color	Overall
Mangrove herbal tea original (MTO)	8.30±0.46 ^a	7.70±0.46 ^a	7.46±0.50 ^a	8.23±0.43 ^a	7.92±0.55 ^a
Mangrove herbal tea ginger (MTG)	8.20±0.40 ^a	7.67±0.47 ^a	7.70±0.46 ^b	8.30±0.46 ^a	7.95±0.35 ^a
Mangrove herbal tea cinnamon (MTC)	8.26±0.44 ^a	8.26±0.44 ^b	8.40±0.49 ^c	8.33±0.47 ^a	8.31±0.50 ^b

menyebabkan ketidaknyamanan (pahit/pekatan). Hal ini bisa jadi relevan jika jahe atau kayu manis ditambahkan secara kuat. Penambahan jahe dan kayu manis dalam intensitas tinggi berpotensi mempengaruhi karakteristik sensori teh. Uji panelis menggunakan skala hedonik terhadap atribut rasa, aroma, dan warna perlu dilakukan setelah penetapan formulasi spesifik untuk memastikan profil hedonik yang optimal.

MTO menunjukkan rasa sepat agak pahit akibat tingginya tanin dan polifenol. Sensasi ini umum pada teh herbal berbasis daun. MTG yang memiliki rasa pedas-hangat khas jahe yang menutupi rasa sepat. Kombinasi ini meningkatkan kesan menyegarkan dan fungsional sebagai minuman kesehatan. MTC memiliki rasa manis-hangat alami dari senyawa sinamaldehyd kayu manis menyeimbangkan rasa sepat. Produk tersebut memberikan sensasi lembut sehingga meningkatkan penerimaan konsumen. MTO memiliki aroma khas herbal dengan dominasi daun mangrove, agak langu atau sepat. MTG adalah aroma hangat dan pedas khas minyak atsiri jahe (*zingiberene*, *gingerol*) yang menutupi aroma langu daun mangrove. MTC memiliki aroma manis-rempah khas kayu manis (*sinamaldehyd* dan *eugenol*), membuat teh lebih wangi dan menarik. Deskripsi di atas sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa daun mangrove mengandung polifenol, flavonoid, dan tanin yang memberi rasa sepat dan warna cokelat pekat (Yanti *et al.*, 2016). Penambahan bahan rempah seperti jahe dapat meningkatkan aroma serta memberikan efek pedas-hangat yang menutupi rasa sepat (Rahmawati *et al.*, 2024). Kayu manis dapat menambah aroma manis-rempah yang

meningkatkan kesukaan konsumen terhadap minuman herbal (Hidayat *et al.*, 2020). Intensitas ekstrak yang memiliki rasa pahit dan aroma pekat bisa mengurangi preferensi konsumen, mengindikasikan perlunya formulasi seimbang. Varian teh seperti teh mangrove original, teh mangrove jahe, dan teh mangrove kayu manis, sebaiknya dilakukan uji hedonik empiris (panelis dengan skala hedonik standar) terhadap atribut penting seperti aroma, rasa, warna, dan keseluruhan.

KESIMPULAN

Daun mangrove (*Sonneratia* sp.) berpotensi sebagai bahan dasar teh herbal karena kandungan senyawa bioaktifnya yang berperan sebagai antioksidan alami. Penambahan jahe dan kayu manis memperkaya profil fitokimia serta meningkatkan kualitas sensori teh, dengan formulasi mangrove-kayu manis menunjukkan tingkat penerimaan terbaik. Kombinasi ini berpotensi dikembangkan sebagai minuman fungsional berbasis sumber daya pesisir yang mendukung diversifikasi pangan dan pemberdayaan masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, R., Zaheer, S., Kaleem, A., Iqtadar, M., Aftab, M., & Saleem, F. (2023). Formulation of herbal tea using *Cymbopogon citratus*, *Foeniculum vulgare* and *Murraya koenigii* and its anti-obesity potential. *J. King Saud Univ. - Sci*, 35(102734), 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2023.102734>
- Ajayi, O. B., Akomolafe, S. F., & Akinyemi, F. T. (2013). Food value of two varieties of ginger (*Zingiber officinale*) commonly



- consumed in Nigeria. *ISRN Nutr*, 1, 1–5. <https://doi.org/10.5402/2013/359727>
- Alakali, J., Irtwange, S.V., & Satimehin, A. (2009). Moisture adsorption characteristics of ginger slices. *Ciênc. E Tecnol. Aliment*, 29, 155–164. <https://doi.org/10.1590/s0101-20612009000100024>
- Alongi, D.M. (2020). Nitrogen cycling and mass balance in the world's mangrove forests. *Nitrogen Switz*, 1, 167–189. <https://doi.org/10.3390/nitrogen1020014>
- Andersen, C. J., Murphy, K. E., & Fernandez, M. L. (2016). Impact of obesity and metabolic syndrome on immunity. *Adv. Nutr*, 7, 66–75. <https://doi.org/10.3945/an.115.010207>
- AOAC. (2005a). *Official Methods of Analysis* 18th ed. Maryland (US): AOAC International..
- AOAC. (2005b). *Official Methods of Analysis*. 18th ed. Gaithersburg (US): AOAC International.
- Audah, K. A., Ettin, J., Darmadi, J., Azizah, N. N., Anisa, A. S., Hermawan, T. D. F., Tjampakasari, C. R., Heryanto, R., Ismail, I. S., & Batubara, I. (2022). Indonesian mangrove *Sonneratia caseolaris* leaves ethanol extract is a potential super antioxidant and anti methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* drug. *Molecules*, 27(23), 1–18. <https://doi.org/10.3390/molecules27238369>
- Baud, G. S., Sangi, M. S., & Koleangan, H. S. J. (2014). Analisis senyawa metabolit sekunder dan uji toksisitas ekstrak etanol batang tanaman patah tulang (*Euphorbia tirucalli* L.) dengan metode brine shrimp lethality test (BSLT). *Jurnal Ilmu Sains*, 14(2), 106–112. <https://doi.org/10.35799/jis.14.2.2014.6065>
- Boopathy, N. S., Kandasamy, K., Subramanian, M., & You-Jin, J. (2011). Effect of mangrove tea extract from *Ceriops decandra* (Griff.) ding hou. on salivary bacterial flora of DMBA induced hamster buccal pouch carcinoma. *Indian J. Microbiol*, 51, 338–344. <https://doi.org/10.1007/s12088-011-0096-3>
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. (2013). SNI 3836:2013. Persyaratan mutu teh kering dalam kemasan. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. (2015). SNI 2346:2015. Pedoman pengujian sensori pada produk perikanan. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Choiriyah, N. S., & Sundjaja, A. P. (2021). Komposisi kimia, potensi antioksidan dan antimikroba serta manfaat kesehatan teh putih. *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*, 16(2), 97–104. <http://dx.doi.org/10.33104/jihp.v16i2.6689>
- Das, S. K., Samantaray, D., Patra, J. K., Samanta, L., & Thatoi, H. (2016). Antidiabetic potential of mangrove plants: a review. *Front. Life Sci*, 9, 75–88. <https://doi.org/10.1080/21553769.2015.1091386>
- Gul, S & Safdar, M. (2009). Proximate composition and mineral analysis of cinnamon. *Pakistan Journal of Nutrition*, 8 (9), 1456–1460. <https://doi.org/10.12691/jfs-5-1-2>.
- Guo, J., Jiang, X., Tian, Y., Yan, S., Liu, J., Xie, J., Zhang, F., Yao, C., & Hao, E. (2024). Therapeutic potential of cinnamon oil: chemical composition, pharmacological actions, and applications. *Pharmaceuticals*. 17(1700), 1–27. <https://doi.org/10.3390/ph17121700>
- Hamidpour, R., Hamidpour, M., Hamidpour, S., & Shahlari, M. (2015). Cinnamon from the selection of traditional applications to its novel effects on the inhibition of angiogenesis in cancer cells and prevention of Alzheimer's disease, and a series of functions such as antioxidant, anticholesterol, antidiabetes, antibacterial, antifungal, nematocidal, acaricidal, and repellent activities. *J. Tradit. Complement. Med*, 5, 66–70. <https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2014.11.008>
- Hardoko, Harisman, E. K., & Puspitasari, Y. E. (2020). The kombucha from *Rhizophora mucronata* Lam. herbal tea: characteristics and the potential as an antidiabetic beverage. *J. Pharm. Pharmacogn. Res*, 8(5), 410–421. https://doi.org/10.56499/jppres20.810_8.5.410
- Hasmawati, Mustarin, A., & Fadilah, R. (2020). Analisis kualitas mie basah

- dengan penambahan daun ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas*). *J. Pendidik. Teknol*, 6 (2), 97–110. <https://doi.org/10.26858/jptp.v6i1.10474>
- Hasibuan, N. E., Azka, A., Ratrinia, P. W., Sumartini, Pamaharyani, L. I., Suryono, M., & Basri. (2025). Aktivitas antioksidan dan hedonik teh hijau berbahan baku daun mangrove *Avicennia* sp. dan *Sonneratia* sp. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 28(2), 142–155. <http://dx.doi.org/10.17844/jphpi.v28i2.60944>
- Herningtyas, E. H., Ng, T. S. (2019). Prevalence and distribution of metabolic syndrome and its components among provinces and ethnic groups in Indonesia. *BMC Public Health*, 19(1), 377–386. <https://doi.org/10.1186/s12889-019-6711-7>
- Hidayat, R., Maimun, M., & Sukarno, S. (2020). Analisis mutu pandang ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) dengan teknik pengolahan oven steam. *Jurnal Fishtech*, 9(1), 21–33. <https://doi.org/10.36706/fishtech.v9i1.11003>
- Hinokidani, K., Aoki, R., Inoue, T., Irie, M., & Nakanishi, Y. (2022). Usability of mangrove plant leaves as tea materials: a comparison study on phenolic content and antioxidant capacities with commercial teas. *Biocatal. Agric. Biotechnol*, 40, 102307. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2022.102307>
- Iijima, Y., & Joh, A. (2014). Pigment composition responsible for the pale yellow color of ginger (*Zingiber officinale*) rhizomes. *Food Sci. Technol. Res*, 20(5), 971–978. <https://doi.org/10.3136/fstr.20.971>
- Indriyati, L. H., Ujianti, I., & Lakshmi, B. S. (2023). Prevalence of metabolic syndrome and its components among male workers in Indonesia. *Journal of The Indonesian Medical Association*, 73(2), 68–76. <https://doi.org/10.47830/jinma-vol.73.2-2023-886>
- Karim, R., Begum, M. M., Alim, M. A., Uddin, M.S., Kabir, M. T., Khan, A. F., Islam, T., Khan, S. I., & Rahman, M. S. (2021). Effects of alcoholic extracts of bangladeshi mangrove *Acanthus ilicifolius* Linn. (*Acanthaceae*) leaf and stem on atherogenic model of wistar albino rats. *evid. based complement. Alternat. Med*, 2021(1), 1–18. <https://doi.org/10.1155/2021/7539037>
- Karthi, S., Uthirarajan, K., Manohar, V., Venkatesan, M., Chinnaperumal, K., Vasantha-Srinivasan, P., & Krutmuang, P. (2020). Larvicidal enzyme inhibition and repellent activity of red mangrove *Rhizophora mucronata* (Lam.) leaf extracts and their biomolecules against three medically challenging arthropod vectors. *Molecules*, 25(17), 1–18. <https://doi.org/10.3390/molecules25173844>
- Karthika, K., & Paulsamy, S. (2015). TLC and HPTLC fingerprints of various secondary metabolites in the stem of the traditional medicinal climber, solena amplexicaulis. *Indian J. Pharm. Sci.* 77, 111–116. <https://doi.org/10.4103/0250-474X.151591>
- Kumar, A., & Mishra, P. (2017). Tea processing and its impact on quality and flavor. *Food Rev. Int.* 33, 621–634.
- Latifi, Z., Biderooni, B.I., Ebrahimi, P., Moghadam, S.K., Azadi, R., & Nasiraie, L.R. (2020). Effect of adding cinnamon and using spray drying method on antioxidant properties of instant green tea. *Archives of Pharmacy Practice*, 11(1), 118–123.
- Lein, M. A., Desniar, & Hardiningtyas, S. D. (2025). Fermentasi daun mangrove *Rhizophora mucronata* sebagai teh herbal. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 28(2), 170–186. <http://dx.doi.org/10.17844/jphpi.v28i2.61684>
- Li, G., Wei, T., Ni, W., Zhang, A., Zhang, J., Xing, Y., & Xing, Q. (2020a). Incidence and risk factors of gestational diabetes mellitus: a prospective cohort study in Qingdao, China. *FrontEndocrinol*, 11, 1–9. <https://doi.org/10.3389/fendo.2020.00636>
- Li, J., Wang, J., Yao, Y., Hua, J., Zhou, Q., Jiang, Y., Deng, Y., Yang, Y., Wang, J., Yuan, H., & Dong, C. (2020b). Phytochemical



- comparison of different tea (*Camellia sinensis*) cultivars and its association with sensory quality of finished tea. *LWT*, 117, 108595. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108595>
- Maharlouei, N., Tabrizi, R., Lankarani, K. B., Rezaianzadeh, A., Akbari, M., Kolahdooz, F., Rahimi, M., Keneshlou, F., & Asemi, Z. (2019). The effects of ginger intake on weight loss and metabolic profiles among overweight and obese subjects: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr*, 59, 1753–1766. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1427044>
- Makanjuola, S. A., Enujiugha, V. N., Omoba, O. S., & Sanni, D. M. (2015). Optimization and prediction of antioxidant properties of a tea-ginger extract. *Food Sci. Nutr*, 3, 443–452. <https://doi.org/10.1002/fsn3.237>
- Makanjuola, S. A. (2017). Influence of particle size and extraction solvent on antioxidant properties of extracts of tea, ginger, and tea-ginger blend. *Food Science & Nutrition*, 5(6), 1179–1185. <https://doi.org/10.1002/fsn3.509>
- Mandang, M. S. S., Sahambangun, D. E., Masinambou, C. D., & Dotulong, V. (2021). Daun mangrove *Sonneratia alba* sebagai teh fungsional. *Media Teknol. Has. Perikan*, 9(3), 93–99. <https://doi.org/10.35800/mthp.9.3.2021.30867>
- Mao, Q. Q., Xu, X. Y., Cao, S. Y., Gan, R. Y., Corke, H., Beta, T., & Li, H. B. (2019). Bioactive compounds and bioactivities of ginger (*Zingiber officinale roscoe*). *Foods*, 8(185), 1–21. <https://doi.org/10.3390/foods8060185>
- Mitra, S., Naskar, N., Lahiri, S., & Chaudhuri, P. (2023). A study on phytochemical profiling of *Avicennia marina* mangrove leaves collected from Indian Sundarbans. *Sustain. Chem. Environ*, 4(100041), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.scenv.2023.100041>
- Nareswari, T. L., Syafitri, E., & Nurjannah, O. (2022). Sunscreen lip balm stick formulation containing a combination of virgin coconut oil and crude palm oil. *Pharm. Rep*, 2(2), 48–54. <https://doi.org/10.51511/pr.48>
- Parthiban, A., Sivasankar, R., Sachithanandam, V., Khan, S. A., Jayshree, A., Murugan, K., & Sridhar, R. (2022). An integrative review on bioactive compounds from Indian mangroves for future drug discovery. *South Afr. J. Bot*, 149, 899–915. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2021.10.004>
- Parveen, A., Qin, C. Y., Zhou, F., Lai, G., Long, P., Zhu, M., Ke, J., & Zhang, L. (2023). The chemistry, sensory properties and health benefits of aroma compounds of black tea produced by *Camellia sinensis* and *Camellia assamica*. *Horticulturae*, 9(12), 1–21. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9121253>
- Peleg, M. (2020). Models of sigmoid equilibrium moisture sorption isotherms with and without the monolayer hypothesis. *Food Eng. Rev*, 12, 1–13. <https://doi.org/10.1007/s12393-019-09207-x>
- Rahman, R., Pato, U., & Harun, N. (2016). Pemanfaatan buah pedada (*Sonneratia caseolaris*) dan buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) dalam pembuatan fruit leather. *JOM Faperta*, 3(2), 1–15.
- Rahmawati, S. I., Izzati, F. N., Harmoko, R., Bayu, A., Hadiani, I., Yusmur, A., Ilman, A. M., Ilman, M., & Putra, M. Y. (2024). Evaluation of phytochemical, antioxidant and anticancer activities of Indonesian mangroves herbal tea. *BIO Web Conf*. 112. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202411206005>
- Rahmi, Y., Arimba, W. Y., Sari Kusuma, T., Cintya Y. S., Rafidah, G., & Azizah, A., T. (2019). Profil mutu gizi, fisik, dan organoleptik mie basah dengan tepung daun kelor (*Moringa oleifera*). *Indones. J. Hum. Nutr*, 6(1), 10–21. <https://doi.org/10.21776/ub.ijhn.2019.006.01.2>
- Ramadhan, R., Nuryanto, N., & Wijayanti, H. S. (2019). Kandungan gizi dan daya terima cookies berbasis tepung ikan teri (*Stolephorus* sp.) sebagai pmt-p untuk

- balita gizi kurang. *J. Nutr. Coll*, 8(4), 264–273. <https://doi.org/10.14710/jnc.v8i4.25840>
- Roos, Y. H. (2024). Water sorption modeling and monolayer of biological and food materials. *LWT*, 201(116271), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116271>
- Rumengan, A. P., Mandiangan, E. S., Tanod, W. A., Paransa, D. S. J., Paruntu, C. P., & Mantiri, D. M. H. (2021). Identification of pigment profiles and antioxidant activity of *Rhizophora mucronata* mangrove leaves origin Lembeh, North Sulawesi, Indonesia. *Biodiversitas*, 22, 2805–2816. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220730>
- Samsudin, S., Sulaiman, A., & Ibrahim, M. (2020). Evaluation of sensory and chemical characteristics of mangrove tea. *J. Food Sci. Technol*, 35, 780–786.
- Santoso, S. I., Susanti, S., Risqiati, H., Setiadi, A., & Nurfadillah, S. (2018). Potensi usaha mie bayam sebagai diversifikasi produk mie sehat. *J. Apl. Teknol. Pangan*, 7(3), 127–131. <https://doi.org/10.17728/jatp.2690>
- Sari, M. (2015). Aktivitas antioksidan teh daun alpukat (*Persea americana* Mill) dengan variasi teknik dan lama pengeringan. [Skripsi]. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Sholihah, N. M., Anwar, K., & Iskandar, A. (2023). Formulasi minuman berbahan jahe dan kayu manis sebagai sumber flavonoid. *J. Ilmu Gizi dan Diet*, 2(2), 96–102. <https://doi.org/10.25182/jigd.2023.2.2.96-102>
- Shu, Y., Li, J., Yang, X., Dong, X., & Wang, X. (2019). Effect of particle size on the bioaccessibility of polyphenols and polysaccharides in green tea powder and its antioxidant activity after simulated human digestion. *Journal of Food Science and Technology*, 56(3), 1127–1133. doi: 10.1007/s13197-019-03573-4.
- Sumartini, Ratrinia, P. W., & Hutabarat, R. F. (2022). The effect of mangrove types and leave maturity on the mangrove leaves (*Sonneratia alba*) and (*Rhizophora mucronata*) tea powder. [Conference session]. The 3rd International Conference on Integrated Coastal Management and Marine Biotechnology, Bogor, Indonesia. IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci. 967. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/967/1/012018>
- Suriyagoda, L., Mohotti, A. J., Vidanarachchi, J. K., Kodithuwakku, S. P., Chathurika, M., Bandaranayake, P. C. G., Hetherington, A. M., & Beneragama, C. K. (2021). “Ceylon cinnamon”: much more than just a spice. *Plants People Planet*, 3, 319–336. <https://doi.org/10.1002/ppp3.10192>
- Tan, H. L., Ojukwu, M., Lee, L. X., & Mat, E. A. (2023). Quality characteristics of green tea's infusion as influenced by brands and types of brewing water. *Heliyon*, 9, e12638. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e12638>
- Usman, Muh Amir, M., Erika, F., Nurdin, M., & Kuncoro, H. (2019). Antidiabetic activity of leaf extract from three types of mangrove originating from sambera coastal region Indonesia. *Res. J. Pharm. Technol*, 12, 1707–1712. <https://doi.org/10.5958/0974-360X.2019.00284.1>
- Utami, H., Raharjo, Y., & Pratiwi, S. (2021). Bioactive compounds of mangrove plants: potential use as functional foods. *Indones. J. Nat. Sci*, 47, 45–53.
- Utomo, S. B., Fujiyanti, M., Lestari, W. P., & Mulyani, S. (2018). Uji Aktivitas antibakteri senyawa hexadecyltrimethylammonium-bromide terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* antibacterial activity test of the c-4-methoxyphenylcalix [4] resorcinarene compound modified by Hexadecyltrimethylammonium-. *Kim. Dan Pendidik*, 3(3), 201–209. <https://doi.org/10.20961/jkpk.v3i3.22742>
- Vasconcelos, N. G., Croda, J., & Simionatto, S. (2018). Antibacterial mechanisms of cinnamon and its constituents: A review. *Microb. Pathog*, 120, 198–203. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2018.04.036>
- Waterman, P. G. (1993). Phytochemical dictionary. a handbook of bioactive compounds from plants. *Biochem. Syst. Ecol*. 21(8), 849–1620. [https://doi.org/10.1016/0304-3865\(93\)90089-9](https://doi.org/10.1016/0304-3865(93)90089-9)



- org/10.1016/0305-1978(93)90098-c
- Wibowo, C., Kusmana, C., Suryani, A., Hartati, Y., & Poppy. (2009). Pemanfaatan pohon mangrove api-api (*avicennia* spp .) sebagai bahan pangan dan obat [Prosiding]. Seminar Hasil-Hasil Penelitian IPB, Bogor, Indonesia, 158–159.
- Wickramasinghe, Y. W. H., Wickramasinghe, I., & Wijesekara, I. (2020). Effect of steam blanching, dehydration temperature & time, on the sensory and nutritional properties of a herbal tea developed from *Moringa oleifera* leaves. *Int. J. Food Sci*, (1), 1-11. <https://doi.org/10.1155/2020/5376280>
- Wijaya, A. (2024). Development of a combination of red ginger, cinnamon, and honey as antioxidant functional drinks. *Sport and Nutrition Journal*, 6(1), 66-78. <https://doi.org/10.15294/spnj.v6i1.59952>
- Wu, Z., Shang, X., Liu, G., & Xie, Y. (2023). Comparative analysis of flavonoids, polyphenols and volatiles in roots, stems and leaves of five mangroves. *PeerJ*, 11, 1–24. <https://doi.org/10.7717/peerj.15529>
- Yanti, M., I., D. (2016). Pengaruh zat alelopati dari alang-alang terhadap pertumbuhan semai tiga spesies akasia. *J. Sylva Lestari*, 4(2), 27-38. <https://doi.org/10.23960/jsl2427-38>
- Yasmin, F., Hira, N. N., Rahman, H., & Islam, M. N. (2021). Development of powder based ginger drink: analysis of dehydration kinetics and moisture sorption isotherm. *Food Res*, 5(1), 322–329. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.5\(1\).383](https://doi.org/10.26656/fr.2017.5(1).383)
- Yuliana, S., Martunis, & Aisyah, Y. (2019). Pengaruh ekstrak daun kari (*Murraya koenigii*) dalam memperpanjang masa simpan fillet ikan tongkol (*Euthynnus* sp.). *Jurnal Ilmu Mahasiswa Pertanian*, 4(2), 290–299. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v4i2.11068>
- Zaiter, A., Becker, L., Karam, M. C., & Dicko, A. (2016). Effect of particle size on antioxidant activity and catechin content of green tea powders. *J. Food Sci. Technol*, 53, 2025–2032. <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2201-4>