

Aktivitas Antioksidan dan Profil Fitokimia Daun Kopi Kering *Coffea arabica* L.

Antioxidant Activity and Phytochemical Profile of Dried Coffee Leaves *Coffea arabica* L.

**Ni Luh Putu Ravi Cakswindryandani*, Ryan Pieter I Nalle, Zainal Abidin,
Yuliana Tandil Rubak**

PS. Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Nusa Cendana

* Penulis korepondensi: Ni Luh Putu Ravi Cakswindryandani,
Email: ni.luh.putu.ravi.cakswindryandani@staf.undana.ac.id

Diterima: 26 Juni 2026 / Disetujui: 30 Juli 2026

Abstract

Arabica coffee is one of the mainstay commodities in the Manggarai region Nusa Tenggara Timur and has been widely known for its distinctive taste. Arabica coffee produced in the Manggarai region consists of three types, namely Manggarai arabica coffee, Yellow caturra coffee, and Juria coffee. While the utilization of Arabica coffee plants in Manggarai primarily focuses on coffee beans, other parts, such as leaves, have not been widely processed. Coffee leaves are rich in antioxidants, including phenols, flavonoids, saponins, tannins, and caffeine, which can provide functional benefits if processed. One potential use for coffee leaves is as an ingredient in herbal drinks. The drying process is crucial in herbal drink production as it affects the antioxidant and phytochemical content of coffee leaves. Therefore, this study aims to assess the antioxidant activity, antioxidant capacity, total phenolic content, tannin, and caffeine levels in dried coffee leaves from the three coffee variants for use in herbal drinks. Results showed that drying fresh of three variants of Manggarai arabica coffee in an oven at 60°C for 8 hours increased their antioxidant activity and capacity, as well as total phenol, tannin, and caffeine levels. The IC₅₀ values (a measure of antioxidant activity) for Manggarai arabica coffee, Yellow caturra, and Juria dried leaves were 1121.43 ppm, 1423.66 ppm, and 1798.12 ppm, respectively. These results indicate that while processing fresh coffee leaves enhances their antioxidant activity, Manggarai coffee leaves exhibit weak antioxidant activity. Furthermore, the different coffee leaves variants did not significantly affect ($P > 0.05$) antioxidant activity, antioxidant capacity, or total phenolic content in dried coffee leaves. However, the tannin and caffeine levels in dried Manggarai arabica coffee leaves were significantly different ($P < 0.05$) compared to those in dried Juria coffee leaves.

Keywords: antioxidant, coffee leaves, juria, manggarai arabica, yellow caturra

Abstrak

Kopi Arabika merupakan salah satu komoditas unggulan di wilayah Manggarai Nusa Tenggara Timur dan telah dikenal luas karena cita rasanya yang khas. Kopi Arabika yang diproduksi di wilayah Manggarai terdiri dari tiga jenis, yaitu kopi Arabika Manggarai, kopi Yellow caturra, dan kopi Juria. Pemanfaatan tanaman kopi Arabika di Manggarai umumnya berfokus pada biji kopi, sedangkan bagian lain seperti daun belum banyak diolah. Daun kopi kaya akan antioksidan, seperti fenol, flavonoid, saponin, tanin, dan kafein, yang dapat memberikan manfaat fungsional jika diproses dengan baik. Salah satu potensi pemanfaatan daun kopi adalah sebagai bahan minuman herbal. Proses pengeringan merupakan tahap penting dalam pembuatan minuman herbal karena dapat mempengaruhi kandungan antioksidan dan fitokimia di dalam daun kopi. Penelitian ini bertujuan untuk menguji aktivitas antioksidan, kapasitas antioksidan, total fenol, kadar tanin, dan kadar kafein di dalam daun kopi kering dari tiga varietas kopi yang digunakan sebagai bahan baku minuman herbal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengeringan tiga jenis daun kopi Arabika segar asal Manggarai dengan pemanasan oven pada suhu 60°C selama 8 jam meningkatkan aktivitas dan kapasitas antioksidan, serta kadar total fenol, tanin, dan kafein. Nilai IC₅₀ (ukuran aktivitas antioksidan) untuk daun kopi kering dari jenis kopi Arabika Manggarai, Yellow caturra, dan Juria berturut-turut adalah 1121,43 ppm, 1423,66 ppm, dan 1798,12 ppm. Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun pengeringan daun kopi segar meningkatkan aktivitas antioksidan, daun kopi Manggarai kering tetap memiliki aktivitas antioksidan yang lemah. Selain itu, perbedaan varietas daun kopi tidak berpengaruh

signifikan ($P > 0,05$) terhadap aktivitas antioksidan, kapasitas antioksidan, dan total fenol di dalam daun kopi kering. Namun, kadar tanin dan kafein di dalam daun kopi Arabika Manggarai kering berbeda signifikan ($P < 0,05$) dibandingkan dengan daun kopi Juria kering.

Kata Kunci: antioksidan, juria, arabika manggarai, daun kopi, yellow caturra

PENDAHULUAN

Indonesia dikenal dengan tanahnya yang subur dan sering disebut sebagai negara agraris sehingga sangat cocok untuk budidaya hortikultura seperti kopi (*Coffea* sp.). Indonesia merupakan negara penghasil kopi terbesar keempat di dunia setelah Brasil, Vietnam, dan Kolombia. Jenis kopi yang dihasilkan berasal dari *family* Rubiaceae, seperti Arabika, Robusta, dan Liberika. Produksi kopi di Indonesia tersebar di seluruh provinsi, dengan 10 provinsi penghasil kopi terbesar yaitu Aceh, Sumatera Utara, Bengkulu, Sumatera Selatan, Lampung, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Sulawesi Selatan, dan Nusa Tenggara Timur (Deos *et al.*, 2019).

Nusa Tenggara Timur (NTT) merupakan salah satu penghasil kopi terbesar di Indonesia dengan karakteristik cita rasa yang digemari oleh para pecinta kopi. Secara nasional, NTT menempati peringkat ke-9 sebagai produsen kopi terbesar dengan total produksi mencapai 22.142 ton. Pada tahun 2021, Pulau Flores merupakan pulau dengan Tingkat produksi kopi tertinggi dibanding pulau lainnya sebesar 21.822 ton (BPS, 2023). Kabupaten Manggarai Timur menjadi daerah dengan produksi kopi tertinggi di provinsi NTT,

dengan luas lahan 17.814 hektar yang menghasilkan 3.677 ton kopi di tahun 2021. Jenis kopi yang diproduksi di Manggarai adalah kopi Arabika, yang dinobatkan sebagai kopi terbaik Indonesia dalam kontes kopi yang diselenggarakan oleh Asosiasi Eksportir dan Industri Kopi Indonesia, menjadikannya salah satu komoditas unggulan di wilayah Manggarai (Deos *et al.*, 2019).

Berdasarkan wawancara dengan masyarakat di Desa Cololo, Manggarai Timur, kopi Arabika asal Manggarai memiliki cita rasa yang berbeda dari kopi daerah lain, yaitu memiliki aroma seperti buah-buahan (*fruity*), *citrus*, dan cokelat. Kopi Arabika yang dibudidayakan di wilayah Manggarai terdiri dari tiga jenis, yaitu kopi Arabika Manggarai, kopi Yellow Caturra, dan kopi Juria. Ketiga jenis kopi ini berasal dari spesies Arabika, tetapi masing-masing memiliki karakteristik yang berbeda. Kopi Arabika Manggarai memiliki rasa *fruity*, kopi Yellow Caturra memiliki cita rasa *citrus*, dan kopi Juria memiliki rasa seperti cokelat.

Pengolahan kopi di Manggarai saat ini masih terbatas pada biji kopi, sementara bagian lain dari tanaman kopi belum banyak dimanfaatkan. Misalnya, dalam

budidayanya, tanaman kopi perlu dipangkas agar tumbuh dengan baik. Proses pemangkasan ini menghasilkan banyak limbah tanaman, terutama daun kopi. Oleh karena itu, diperlukan inovasi dalam pemanfaatan limbah tanaman kopi, salah satunya adalah mengolah daun kopi menjadi minuman herbal, yang umum dikenal sebagai teh daun kopi (*kawa* daun).

Penelitian Acidri *et al.*, (2020) menunjukkan bahwa daun kopi memiliki total kandungan fenol yang lebih tinggi dibandingkan organ tanaman lainnya. Defri *et al.* (2022) menguji efektivitas daun kopi sebagai minuman (*kawa* daun) yang memiliki sifat fungsional karena kandungan antioksidannya yang bersifat bioaktif. Senyawa tersebut meliputi 3-*methylxanthine*, *xanthine*, *theophylline*, 7-*methylxanthosine*, *xanthosine*, asam kafeat, *uric acid*, kafein, *xanthone*, dan *theobromine*. Adanya kandungan fitokimia, total fenol, dan kapasitas antioksidan yang telah diuji, daun kopi berpotensi memberikan manfaat terapeutik dan farmakologis yang tinggi, sehingga menjadikannya minuman kesehatan yang bernilai (Acidri *et al.*, 2020).

Komponen antioksidan dalam daun kopi yang diolah menjadi minuman berpotensi sebagai pangan fungsional. Antioksidan dapat menyumbangkan elektron, yang secara efektif memutus reaksi berantai dengan bertindak sebagai donor elektron yang kuat. Antioksidan bereaksi

dengan radikal bebas sehingga mencegah kerusakan signifikan pada molekul utama (Martemucci *et al.*, 2022). Manfaat antioksidan meliputi menangkal radikal bebas, mencegah kanker, meningkatkan sistem kekebalan tubuh, dan menjaga integritas fungsi lipid membran. Daun kopi diketahui mengandung senyawa yang berpotensi sebagai antioksidan, antara lain flavonoid, alkaloid, saponin, kafein, tanin, dan polifenol yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh seperti antikanker dan antiinflamasi (Defri *et al.*, 2022).

Salah satu tahap penting dalam pengolahan daun kopi segar menjadi bahan minuman herbal adalah proses pengeringan. Pengolahan daun kopi segar yang kaya akan antioksidan dengan penggunaan panas minimal dan durasi yang tepat dapat meningkatkan kapasitas antioksidan. Menurut Sadowska-Bartosz & Bartosz (2020), kapasitas antioksidan total (*Total Antioxidant Capacity/TAC*) tertinggi ditemukan pada pangan yang diproses secara minimal, sehingga hanya mengalami sedikit perubahan untuk mempertahankan kandungan senyawa biokimianya. TAC lebih rendah pada pangan olahan yang dikemas atau ditambahkan bahan seperti minyak, sedangkan TAC paling rendah terdapat pada pangan *ultra-processed*, yaitu pangan yang mengalami proses kompleks, mengandung banyak bahan tambahan, dan mengalami banyak rekayasa. Namun, pada prakteknya fenomena ini tidak selalu terjadi,

karena pengolahan juga dapat meningkatkan TAC. Selain itu, banyak teknik pengolahan makanan yang melibatkan fortifikasi dan penambahan antioksidan yang dapat meningkatkan kadar senyawa antioksidan di dalam bahan pangan (Sadowska-Bartosz & Bartosz, 2020). Perlakuan panas pada pengolahan pangan tidak selalu menurunkan TAC pada produk pangan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi dan ketersediaan hayati (*bioavailability*) senyawa antioksidan dapat meningkat setelah mengalami proses seperti pemanasan sedang dan gangguan enzimatik pada dinding sel (Ghani *et al.*, 2023; Bodor *et al.*, 2020; Cakswindryandani *et al.*, 2020; Jeong *et al.*, 2004).

Informasi ini menjadi latar belakang penelitian tentang kandungan antioksidan, kapasitas antioksidan, total fenol, total tanin, dan kafein di dalam daun kopi kering dari berbagai jenis kopi Arabika asal Manggarai sebagai bahan baku minuman herbal daun kopi. Manfaat penelitian ini adalah untuk memberikan informasi tentang metode alternatif dalam pengolahan limbah daun kopi menjadi produk pangan yang berpotensi memberikan manfaat fungsional bagi kesehatan.

METODE

Bahan Penelitian

Bahan baku daun kopi segar terdiri dari 3 jenis tanaman kopi Arabika asal Manggarai, yaitu kopi Arabika Manggarai (*Coffea arabica* Var. Manggarai), kopi

Arabika Yellow caturra (*Coffea arabica* Var. Yellow caturra), dan kopi Juria (*Coffea arabica* Var. Juria). Daun kopi yang digunakan adalah kuncup daun keempat dan kelima yang dapat dilihat pada Gambar 1. Bahan kimia yang digunakan adalah larutan *2,2-diphenyl-1 picrylhydrazyl* (DPPH) (Sigma-Aldrich), asam galat terstandar (Sigma-Aldrich), Metanol PA (Merck), reagen *Folin-Ciocalteu* (Merck), Na_2CO_3 (Merck), asam tanat terstandar (Merck), dan kafein tersandar (Merck).

Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah peralatan gelas, ayakan (60 mesh), spektrofotometer UV-Vis (Turner SP - 870), *vortex* (Barnsteaad Thermolyne Maxi Mix II), *centrifuge* (EC HN-S II 0-9000 rpm), oven (Blue M), pengaduk magnetik model SH-2B (100 - 2000 rpm), dan inkubator (Memmert model 500).

Pelaksanaan Penelitian

Pengeringan daun kopi

Ketiga jenis daun kopi tanaman arabika segar yang diperoleh dari Desa Colol, Manggarai Timur, Nusa Tenggara Timur dikemas secara vakum ke dalam kantong plastik gelap untuk dibawa ke laboratorium. Selanjutnya, daun dikeringkan pada suhu 60°C selama 8 jam. Daun kering kemudian diperkecil hingga ukuran 60 mesh dan dikemas di dalam kantong gelap untuk selanjutnya dianalisis. Daun kopi yang digunakan merupakan daun kopi segar sebagai

control dan daun kopi kering yang daunnya diambil dari tanaman kopi tepatnya daun pucuk ketiga yang berasal dari tanaman kopi Arabica Manggarai (*Coffea arabica* var. Manggarai), daun kopi Arabika jenis *Yellow Cattura* (*Coffea arabica* var. *Yellow Cattura*), dan daun kopi Arabika Jenis Juria (*Coffea arabica* var. Juria).

Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor tunggal yaitu jenis teh daun kopi (A) asal Manggarai Timur. Terdapat 3 level perlakuan (jenis daun kopi yang berbeda) yang direplikasi sebanyak 3 kali sehingga menghasilkan 9 unit percobaan. Perlakuan yang diberikan dalam penelitian ini diberikan label sebagai berikut :

A1: Daun kopi Arabika (*Coffea arabica* var. Manggarai)

A2: Daun kopi Arabika jenis *Yellow Cattura* (*Coffea arabica* var. *Yellow Cattura*)

A3: Daun kopi Arabika Jenis Juria (*Coffea arabica* var. Juria).

Persiapan larutan DPPH dan pembuatan kurva standar

Sebanyak 0,004 g *2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl* (DPPH) diencerkan di dalam metanol hingga volumenya mencapai 100 mL untuk membuat larutan DPPH. Kurva standar radikal bebas DPPH dibuat menggunakan asam galat terstandar dengan konsentrasi masing-masing 0, 10, 20, 40, 95, 60, 80, dan 100 ppm. Absorbansi larutan DPPH kemudian

diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 517 nm.

Analisis aktivitas antioksidan

Sebanyak 0,1 g sampel daun kopi diencerkan di dalam metanol hingga volumenya mencapai 100 mL. Sebanyak 0,1 99 mL sampel yang telah diencerkan kemudian dipindahkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan 0,4 mL metanol. Selanjutnya, sebanyak 3,5 mL larutan *2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl* (DPPH) ditambahkan ke dalam larutan tersebut dan selanjutnya dihomogenkan menggunakan *vortex* dan dibiarkan di udara terbuka selama 20 menit. Sampel kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang 517 nm. Perhitungan persentase penghambatan sampel kemudian dihitung sebagai nilai IC_{50} menggunakan rumus di bawah ini (Molyneux Philip, 2004):

$$\text{Inhibition percentage (\%)} = \frac{(\text{Control OD} - \text{Sampel OD})}{\text{Control OD}} \times 100\%$$

Dimana Control OD adalah nilai absorbansi kontrol (*blank*) dan Sample OD adalah nilai absorbansi sampel. Nilai persentase inhibisi (%) kemudian dikonversikan ke dalam persamaan regresi yang diperoleh dari kurva standar $Y = aX + b$, dimana Y adalah IC_{50} , yaitu konsentrasi sampel yang dibutuhkan untuk memberikan inhibisi sebesar 50%, X adalah konsentrasi larutan, a adalah intersep, dan b adalah konstanta.

Analisis kapasitas antioksidan

Analisis kapasitas antioksidan dilakukan menggunakan metode 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) dengan asam galat sebagai standar. Persiapan dan analisis sampel dilakukan sama seperti pada analisis aktivitas antioksidan. Nilai IC_{50} sampel kemudian dikonversi menjadi konsentrasi ekuivalen asam galat (μmol GAE/mL) berdasarkan berat molekul asam galat (170,12 g/mol) dan faktor pengenceran yang digunakan. Selanjutnya, kapasitas antioksidan dinyatakan sebagai Gallic Acid Equivalent Antioxidant Capacity (GAEAC) dalam satuan mL ekuivalen asam galat per liter sampel (mL/L GAEAC), yang dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\text{GAE } (\mu\text{mol/mL}) = \frac{C \times DF \times 1000}{BM}$$

$$\text{GAE (mL/L)} = \text{GAE}(\mu\text{mol/mL}) \times 1000$$

Dimana :

C : Konsentrasi ekuivalen asam galat (mg/mL)

DF : Faktor pengencer

BM : berat molekul asam galat

Analisis total kandungan fenolik

Analisis total fenol dilakukan mengacu pada Cakswindryandani et al. (2020). Sebanyak 0,1 g sampel diekstraksi menggunakan 5 mL metanol 80%. Selanjutnya, 0,4 mL reagen Folin–Ciocalteu ditambahkan ke dalam ekstrak, kemudian ditambahkan 4,2 mL larutan Na_2CO_3 5% dan dihomogenkan menggunakan vortex selama 5 menit pada kecepatan 400 rpm. Campuran kemudian

diinkubasi pada suhu ruang hingga warna biru terbentuk secara sempurna, kemudian absorbansinya diukur pada panjang gelombang 760 nm menggunakan spektrofotometer UV–Vis. Kandungan fenol total dihitung berdasarkan kurva kalibrasi standar asam galat (gallic acid). Larutan standar asam galat dibuat pada konsentrasi 0, 20, 40, 60, 80, dan 100 mg/L dan diperlakukan dengan prosedur yang sama seperti sampel. Kurva kalibrasi diperoleh dari hubungan antara konsentrasi asam galat (x) terhadap nilai absorbansi (y), kemudian dibuat persamaan regresi linier :

$$y = ax + b$$

Dengan :

y = absorbansi

x = konsentrasi asam galat (mg/L)

a = slope

b = intersep

Analisis total tanin

Analisis total tanin dilakukan menggunakan metode Folin–Ciocalteu. Sebanyak 1 g sampel diekstraksi menggunakan 5 mL metanol 80% kemudian dihomogenkan menggunakan vortex. Larutan selanjutnya disentrifugasi untuk memisahkan supernatan dari residu. Sebanyak 0,1 mL supernatan diambil, kemudian direaksikan dengan reagen Folin–Ciocalteu dan ditambahkan 4,2 mL larutan natrium karbonat (Na_2CO_3) 5%. Campuran diinkubasi selama 2 jam pada suhu ruang, kemudian absorbansinya diukur menggunakan spektrofotometer UV–Vis

pada panjang gelombang 765 nm. Kandungan total tanin ditentukan menggunakan kurva kalibrasi standar asam tanat (tannic acid). Larutan standar dibuat pada konsentrasi 0, 20, 40, 60, 80, dan 100 mg/L dan diperlakukan dengan prosedur yang sama seperti sampel. Kurva kalibrasi diperoleh dari hubungan antara konsentrasi asam tanat (x) dan absorbansi (y), kemudian dibuat persamaan regresi linier :

$$y = ax + b$$

Dengan :

y = absorbansi

x = konsentrasi asam tanat (mg/L)

a = slope

b = intersep

Konsentrasi total tanin dihitung berdasarkan persamaan regresi tersebut dan dinyatakan sebagai mg Tannic Acid Equivalent (TAE) / 100 g sampel menggunakan persamaan :

$$\text{Total Tanin mg TAE/100g} = \frac{C \times V \times Df \times 100}{m \times 100}$$

Keterangan:

C= konsentrasi tanin dari kurva kalibrasi (mg/L)

V= volume ekstrak (mL)

DF= faktor pengenceran

m= berat sampel (g)

Analisis total kafein

Analisis kadar kafein dilakukan menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis. Sebanyak 1 g serbuk daun kopi ditimbang secara teliti, kemudian diekstraksi dengan 50 mL akuades panas (90–95°C) selama 10 menit sambil diaduk. Larutan didinginkan hingga suhu ruang, kemudian

disaring menggunakan kertas saring Whatman No. 1 sehingga diperoleh filtrat jernih. Apabila diperlukan, filtrat diencerkan agar absorbansi berada dalam rentang linier kurva kalibrasi. Larutan standar dibuat menggunakan kafein murni (analytical grade) pada konsentrasi 0, 2, 4, 6, 8, 10, dan 12 mg/L. Masing-masing larutan standar diukur absorbansinya pada panjang gelombang 272 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan akuades sebagai blanko. Kurva kalibrasi diperoleh dari hubungan antara konsentrasi standar (x) dan absorbansi (y) yang kemudian dibuat persamaan regresi $y = ax + b$. Perhitungan total kafein menggunakan rumus berikut :

$$\text{Total Kafein (\%)} = \frac{C \times V \times Df}{m \times 1000} \times 100$$

Dengan :

C= konsentrasi tanin dari kurva kalibrasi (mg/L)

V= volume ekstrak (mL)

DF= faktor pengenceran

m= berat sampel (g)

Analisis data

Analisis statistik dilakukan dengan *Analysis of Variant* (ANOVA) dan uji *post-hoc* menggunakan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf signifikan 5% menggunakan perangkat lunak *Minitab 16*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas antioksidan mengacu pada sifat antioksidan dari suatu senyawa tunggal dalam suatu uji spesifik. Sebaliknya, kapasitas antioksidan total (*Total*

Antioxidant Capacity/TAC) mengacu pada kadar antioksidan dari campuran kompleks yang terdiri dari berbagai senyawa dalam uji tersebut. Selain itu, ketika istilah "aktivitas antioksidan" digunakan dalam konteks yang lebih luas, istilah ini mencakup berbagai atribut antioksidan, seperti potensial redoks dan konstanta laju reaksinya dengan berbagai oksidan (Sadowska-Bartosz & Bartosz, 2020).

Pada penelitian ini, aktivitas antioksidan dan kapasitas antioksidan dianalisis untuk mengamati korelasi antara kedua parameter tersebut. Semakin besar nilai IC_{50} menunjukkan aktivitas antioksidan yang terkandung di dalam daun kopi bersifat lemah, sedangkan nilai kapasitas antioksidan yang semakin tinggi menunjukkan jumlah antioksidan yang terkandung di dalam daun kopi semakin banyak. Pada penelitian ini, peningkatan aktivitas antioksidan (ditunjukkan oleh penurunan nilai IC_{50}) pada daun kopi yang dikeringkan (Tabel 1.) berkorelasi positif dengan peningkatan total kapasitas antioksidan (Tabel 2). Pengujian total fenol, kadar tannin, dan kadar kafein juga diamati untuk menguji pengaruh pengeringan terhadap kadar fitokimia tersebut di dalam daun kopi Arabika asal Manggarai yang telah dikeringkan.

Aktivitas Antioksidan Daun Kopi

Antioksidan adalah senyawa yang dapat mencegah radikal bebas atau

mengurangi kerusakan yang disebabkan oleh oksidan teroksidasi dalam tubuh. Aktivitas antioksidan mengacu pada kemampuan suatu senyawa atau enzim untuk mengurangi pembentukan oksidan atau senyawa reaktif. Analisis aktivitas antioksidan digunakan secara luas untuk mengukur potensi kapasitas inhibisi oksidan suatu sampel. Selain itu, uji aktivitas antioksidan umumnya digunakan untuk menentukan kekuatan antioksidan dan menentukan hubungan antar struktur dan aktivitas senyawa antioksidan tersebut (Silvestrini *et al.*, 2023). Senyawa antioksidan primer bekerja dengan cara secara langsung menetralkan radikal bebas dengan menyumbangkan elektron. Di sisi lain, antioksidan sekunder bekerja dengan cara mencegah pembentukan *reactive oxygen species* (ROS) dengan mengkatalisis reaksi yang mengubah ROS menjadi zat yang kurang berbahaya. Kedua jenis senyawa antioksidan tersebut memainkan peran penting dalam menjaga kesehatan sel dan mengurangi kerusakan oksidatif (Siddeeg *et al.*, 2021). Daun kopi yang digunakan pada penelitian ini berasal dari jenis tanaman kopi Arabika, yaitu kopi Arabika Manggarai (*Coffea arabica* Var. Manggarai), kopi Arabika Yellow Caturra (*Coffea arabica* Var. Yellow Caturra), dan kopi Juria (*Coffea arabica* Var. Juria), sebagaimana disajikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Daun Kopi Arabika asal Desa Colol, Manggarai Timur, Nusa Tenggara Timur (A: Kopi Arabika Manggarai (*Coffea arabica* Var. Manggarai); B: Kopi Arabika Yellow Caturra (*Coffea arabica* Var. Yellow Caturra); C: Kopi Juria (*Coffea arabica* Var. Juria).

Sumber : Dokumentasi pribadi

Hasil analisis menunjukkan bahwa daun segar kopi Arabika Manggarai, kopi Yellow caturra, dan kopi Juria masing-masing memiliki nilai IC_{50} sebesar 3315,45 ppm, 2122,66 ppm, dan 3261,83 ppm (Tabel 1). Nilai IC_{50} yang tergolong tinggi ini menunjukkan bahwa antioksidan yang terkandung di dalam daun kopi segar memiliki aktivitas penghambatan radikal bebas yang sangat lemah. Hasil ini berbeda dengan penelitian Kurang & Kamengon (2021) yang mengamati bahwa daun kopi Arabika (*Coffea arabica*) menunjukkan aktivitas antioksidan yang kuat (nilai IC_{50} sebesar 57,699 ppm) karena adanya gugus hidroksil yang terikat pada senyawa flavonoid dan fenolik dalam ekstrak metanolnya. Semakin banyak jumlah gugus hidroksil yang terikat pada senyawa flavonoid dan fenolik tersebut dalam ekstrak metanol, maka semakin tinggi pula kandungan antioksidannya. Setelah pengeringan, terjadi penurunan

nilai IC_{50} pada semua sampel daun kopi yang diuji (Tabel 1.). Hasil ini menunjukkan bahwa proses pengeringan meningkatkan aktivitas antioksidan pada daun kopi kering. Penurunan nilai IC_{50} daun kopi kering terbanyak terjadi pada daun kopi Arabika Manggarai (66,18%), diikuti oleh daun kopi Juria (44,87%), dan penurunan terendah terjadi pada daun kopi Yellow caturra (32,93%). Hasil ini sejalan dengan penelitian Jeong *et al.* (2004) yang mengamati pengaruh positif pemanasan ekstrak kulit jeruk terhadap peningkatan aktivitas antioksidannya. Menurut Cakswindryandani *et al.* (2020), pemanasan pada suhu yang sedang menyebabkan senyawa bioaktif seperti kandungan antioksidan terlepas dari dinding sel dan teroksidasi, sedangkan suhu yang terlalu rendah menyebabkan senyawa bioaktif tidak terekstraksi secara optimal.

Tabel 1. Nilai IC₅₀ daun kopi segar dan kering

Jenis daun kopi	IC ₅₀ (ppm)	
	Daun segar	Daun kering
Arabika Manggarai	3315,45	1121,43 ± 453,13 ^a
Yellow caturra	2122,66	1423,66 ± 112,65 ^a
Juria	3261,83	1798,13 ± 986,18 ^a

Keterangan: Nilai disajikan sebagai rata-rata ± standar deviasi (SD; n = 3). Nilai yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda signifikan (p>0,05) pada taraf 5%.

Hasil analisis aktivitas antioksidan (IC₅₀) ketiga jenis daun kopi kering yang dianalisis menggunakan DPPH (Tabel 1.) menunjukkan nilai IC₅₀ tertinggi terdapat pada daun kopi Juria kering (1798,13 ppm), diikuti oleh daun kopi Yellow caturra kering (1423,66 ppm), dan terendah terdapat pada daun kopi Arabika Manggarai kering (1121,43 ppm). Perbedaan nilai IC₅₀ yang ditunjukkan oleh ketiga varian daun kopi diduga disebabkan oleh jumlah komponen bioaktif yang terkandung dalam bahan.

Nilai IC₅₀ menunjukkan kemampuan suatu senyawa untuk menghambat DPPH sebanyak 50%. Nilai IC₅₀ yang tinggi menunjukkan aktivitas antioksidan yang rendah, begitu pula sebaliknya; nilai IC₅₀ yang rendah menunjukkan aktivitas antioksidan yang tinggi. Nilai IC₅₀ yang kecil menunjukkan bahwa suatu bahan dapat secara efektif menangkap radikal bebas yang tinggi (Cakswindryandani *et al.*, 2020). Aktivitas antioksidan dapat dikategorikan sebagai berikut: sangat kuat jika nilai IC₅₀ < 50 ppm, kuat jika IC₅₀ berada pada kisaran 50

- 100 ppm, sedang jika IC₅₀ berada antara 100 - 150 ppm, lemah jika nilai IC₅₀ 150-200 ppm, dan sangat lemah jika nilai IC₅₀ 248 > 200 ppm (Defri *et al.*, 2022). Dengan demikian, aktivitas antioksidan seluruh sampel dikategorikan sangat lemah. Hasil ini berbeda dengan penelitian Defri *et al.* (2022) yang menunjukkan aktivitas antioksidan minuman daun kopi (*kawa daun*) varietas Robusta (*Coffea canephora*) mempunyai aktivitas antioksidan kuat hingga sangat kuat, dengan nilai IC₅₀ berkisar antara <20 hingga 64,37 ± 0,74 ppm.

Kapasitas Antioksidan Daun Kopi

Total kapasitas antioksidan (*Total Antioxidant Capacity*/TAC) merujuk pada jumlah komponen antioksidan dari bahan yang kompleks, seperti minuman, ekstrak, atau cairan biologis yang terdiri dari beberapa senyawa sampel pengujian.

Oleh karena itu, pengujian TAC sering diterapkan untuk mengukur kandungan antioksidan yang tidak diketahui pada campuran bahan yang kompleks (Silvestrini *et al.*, 2023)

Tabel 2. Total kapasitas antioksidan (TAC) daun kopi segar dan kering

Jenis daun kopi	TAC (ml/L GAE)	
	Daun segar	Daun kering
Arabika Manggarai	254,41	759.99±261,53 ^a
Yellow caturra	383,49	520.40±24,92 ^a
Juria	127,61	455.60±357,02 ^a

Keterangan: Nilai disajikan sebagai rata-rata ± standar deviasi (SD; n = 3). Nilai yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda signifikan ($p > 0,05$) pada taraf 5%.

Pada penelitian ini, tidak ada pengujian yang dilakukan untuk mengidentifikasi komponen antioksidan apa yang ada dalam daun kopi selain fenol total, kafein, dan tanin. Oleh karena itu, pengujian antioksidan digunakan untuk menggambarkan total kapasitas inhibisi oksidan potensial dari daun kopi (Tabel 2). Hasil analisis menunjukkan bahwa pengeringan daun kopi segar pada suhu 60°C selama 8 jam berpengaruh positif terhadap peningkatan kapasitas antioksidan daun kopi kering (Tabel 2.). Hasil ini sejalan dengan temuan Ghani *et al.* (2023) yang mengamati hasil positif dari pemanasan oven pada suhu 60°C dan 80°C selama 24 jam pada beras pecah yang difermentasi. Peningkatan kapasitas antioksidan tertinggi terjadi pada daun kopi Arabika Manggarai kering, yaitu sebesar 505,58 ml/L GAE (>100%), diikuti oleh daun Juria kering (327,91 ml/L GAE atau >100%), dan peningkatan terendah terjadi pada daun kopi Yellow caturra kering (136,91 ml/L GAE atau 35,69%).

Hasil pada Tabel 2. juga menunjukkan bahwa kapasitas antioksidan pada daun kopi

yang tertinggi terdapat pada daun kopi Arabika Manggarai (759,99 ± 261 ml/L GAE), diikuti oleh daun kopi Yellow catura (520,40 ± 24,92 ml/L GAE), dan terendah yaitu daun kopi Juria (455,60 ± 357,02 ml/L GAE). Namun, hasil tersebut tidak berbeda signifikan ($P \geq 0,05$) karena semua sampel berasal dari spesies yang sama yaitu *Coffea arabica* sp. Hasil ini sesuai dengan penelitian Defri *et al.* (2019) yang menyatakan bahwa daun kopi memiliki kadar antioksidan yang tinggi. Penelitian Eromo *et al.* (2020) menunjukkan bahwa minuman herbal daun kopi mengandung beberapa senyawa metabolit sekunder berupa antioksidan, polifenol, tanin, dan kafein.

Semakin tinggi kapasitas antioksidan menunjukkan bahwa kandungan senyawa bioaktif yang terkandung semakin banyak. Kandungan kapasitas antioksidan suatu bahan pangan dapat dipengaruhi beberapa faktor diantaranya kandungan senyawa bioaktif yang ada pada bahan, varietas tanaman, hingga tingkat kematangan bahan. Kapasitas antioksidan menunjukkan total senyawa yang

terkandung, seperti fenol dan total flavonoid, di dalam bahan. Kandungan komponen bioaktif ini memberikan korelasi pada nilai kapasitas antioksidan yang terkandung dalam bahan. Semakin banyak kandungan fenol dan senyawa flavonoid, maka nilai IC_{50} akan menurun dan, sebaliknya, nilai kapasitas antioksidan akan meningkat. Hasil yang diamati pada penelitian ini sejalan dengan teori yang ada dan konsisten dengan hasil pengujian aktivitas antioksidan daun kopi kering, yaitu daun kopi Arabika Manggarai kering menunjukkan aktivitas tertinggi dibandingkan dengan jenis daun lainnya. Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai IC_{50} terendah terdapat pada daun kopi Arabika Manggarai, yaitu sebesar 1121.45 ppm, dengan nilai kapasitas antioksidan tertinggi sebesar $759,99 \pm 261$ mL/L GAE.

Total Fenol, Tanin, dan Kafein Daun Kopi

Varian daun kopi yang berbeda tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap total kandungan fenolik di daun kopi kering yang diduga disebabkan oleh semua sampel berasal dari jenis yang sama yaitu *Coffea arabica* (Tabel 3). Kadar tanin dan kafein di dalam daun kopi Arabika Manggarai kering berbeda nyata ($P < 0,05$) dibandingkan dengan daun kopi Juria, namun tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) jika dibandingkan dengan kadar tanin dan kafein di dalam daun kopi Yellow caturra kering. Kadar total fenol pada ketiga varian daun kopi Arabika asal Manggarai mengalami peningkatan

setelah proses pengeringan pada suhu 60°C selama 8 jam dibandingkan dengan daun segarnya. Peningkatan total fenol tertinggi terjadi pada daun kopi Arabika Manggarai (>100) seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3. Hasil ini sesuai dengan penelitian Bodor *et al.* (2020) yang mengamati bahwa perlakuan suhu yang lebih tinggi menyebabkan kandungan polifenol yang lebih tinggi pada teh hitam dan teh hijau. Sejalan dengan penelitian tersebut, penelitian yang dilakukan Jeong *et al.*, (2004) menunjukkan bahwa senyawa fenolik dapat dilepaskan melalui perlakuan panas sederhana.

Penelitian oleh Defri *et al.* (2022) berhasil mengidentifikasi 33 senyawa bioaktif di dalam daun kopi varietas Robusta (*C. canephora*). Di antara senyawa-senyawa ini, sepuluh senyawa menunjukkan potensi antioksidan yang paling signifikan, yang dicirikan oleh energi afinitas yang paling negatif. Senyawa-senyawa tersebut adalah *xanthone*, *uric acid*, *xanthosine*, kafein, *3-methylxanthine*, *7-methylxantosin*, teobromin, teofilin, asam kafeat, dan *xantine*. Penelitian ini merekomendasikan waktu pengasapan singkat selama 2 jam untuk mendapatkan aktivitas antioksidan optimal dari minuman daun kopi. Defri *et al.* (2022) juga menyatakan bahwa konsentrasi fenol menurun seiring dengan meningkatnya waktu pemanasan dengan metode pengasapan dan suhu yang lebih tinggi.

Tabel 3. Total fenol daun kopi segar dan kering

Jenis daun kopi	Total fenol (mg/100g)	
	Daun segar	Daun kering
Arabika Manggarai	25,29	64,80±23,45 ^a
Yellow caturra	26,23	45,49±9,45 ^a
Juria	34,33	41,55±9,45 ^a

Keterangan: Nilai disajikan sebagai rata-rata ± standar deviasi (SD; n = 3). Nilai yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda signifikan ($p > 0,05$) pada taraf 5%.

Pengasapan daun kopi yang berkepanjangan dapat merusak zat-zat bioaktif, sehingga mengurangi aktivitas antioksidannya. Karena beberapa senyawa bioaktif sangat sensitif terhadap suhu dan tidak stabil, parameter suhu dan waktu sangat penting untuk menjaga daya tahan senyawa bioaktif di dalam daun kopi. Suhu dan lama pengeringan merupakan faktor penting yang menentukan stabilitas senyawa bioaktif pada daun kopi. Pengeringan menggunakan oven pada suhu 60°C selama 8 jam pada penelitian ini diduga mampu menurunkan kadar air hingga mencapai kondisi yang stabil tanpa menyebabkan degradasi senyawa bioaktif secara signifikan. Selain itu, pemanasan pada suhu sedang (60°C) selama 8 jam diduga menyebabkan kerusakan sebagian dinding sel dan membran sel daun, sehingga senyawa fenolik yang sebelumnya terikat pada matriks sel menjadi lebih mudah terekstraksi selama proses analisis.

Kadar tanin dan kafein di dalam daun kopi Arabika Manggarai kering

berbeda nyata ($P < 0,05$) dibandingkan dengan daun kopi Juria, namun tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) jika dibandingkan dengan kadar tanin dan kafein di dalam daun kopi Yellow caturra kering (Tabel 4) dan (Tabel 5).

Pada penelitian ini, kandungan fenolik (Tabel 3), tanin (Tabel 4), dan kafein (Tabel 5) di dalam daun kopi kering meningkat setelah proses pengeringan oven pada suhu 60°C selama 8 jam dibandingkan daun segarnya, sehingga suhu dan waktu tersebut dapat digunakan pada proses pengolahan daun kopi menjadi minuman herbal. Penelitian Hariyadi *et al.* (2020) menunjukkan bahwa pengeringan daun kopi Robusta dan Liberica pada suhu 90°C selama 3 jam dapat menurunkan kadar tanin dan kafein, namun ketika diseduh pada suhu 89,34 °C selama beberapa menit, kadar tanin dan kafein cenderung meningkat. Hasil penelitian tersebut membuktikan bahwa suhu dan lama perlakuan panas dapat mempengaruhi kadar tanin dan kafein.

Tabel 4. Total tanin daun kopi segar dan kering

Jenis daun kopi	Tanin (mg/100g)	
	Daun segar	Daun kering
Arabika Manggarai	79,00	196,4±43,82 ^b
Yellow caturra	81,93	136,84±12,19 ^{ab}
Juria	73,53	126,52±12,19 ^a

Keterangan: Nilai disajikan sebagai rata-rata ± standar deviasi (SD; n = 3). Nilai yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda signifikan ($p > 0,05$) pada taraf 5%.

Arina & Harisun (2019) menyatakan bahwa suhu yang digunakan saat ekstraksi berperan krusial untuk mendapatkan senyawa bioaktif dengan kualitas yang optimal, salah satunya adalah tanin. Pada ekstraksi kulit pohon *Quercus infectoria*, rendemen tanin meningkat seiring dengan meningkatnya suhu ekstraksi, dan mencapai puncaknya pada suhu 75°C. Namun rendemen tanin mulai menurun setelah suhu mencapai titik didih air (100°C). Demikian pula, aktivitas antioksidan dari tanin yang diekstraksi mengikuti pola ini, dengan kemampuan penangkapan dan penetralisir radikal bebas tertinggi diamati pada suhu 75°C. Saat suhu mendekati titik didih, ini kemampuan ini secara bertahap menurun (Arina & Harisun, 2019).

Perubahan suhu sangat mempengaruhi senyawa fenol di dalam bahan pangan. Senyawa fenol dan tanin terkandung di dalam dinding sel sehingga pemanasan harus dilakukan untuk

memecah dinding sel sehingga senyawa tersebut dapat keluar dari bahan. Hasil penelitian pada Tabel 3. menunjukkan bahwa konsentrasi senyawa bioaktif yang ada di dalam daun kopi segar lebih rendah dibandingkan dengan daun kopi yang sudah dikeringkan.

Pada penelitian ini, peningkatan kadar kafein di daun kopi kering (Tabel 5.) ini diduga terjadi karena penguraian zat-zat cair dan asam selama pengeringan, sehingga persentase zat-zat yang tidak mudah menguap menjadi lebih tinggi komponen, termasuk kafein dan tanin. Secara kimiawi, kafein meleleh pada suhu 236°C dan mendidih pada suhu 312-178 °C. Fuller & Rao (2017) menyatakan bahwa peningkatan suhu pemanggangan biji kopi Arabika (*Kona typica*) berkorelasi positif dengan peningkatan konsentrasi kafein. Kafein adalah senyawa alkaloid yang secara alami terdapat dalam biji kopi, dan dikenal karena khasiatnya yang menyegarkan dan bersifat stimulan non-alkohol.

Tabel 5. Kadar kafein daun kopi segar dan kering

Jenis daun kopi	Kafein (%)	
	Daun segar	Daun kering
Arabika Manggarai	0.44	0,76±0,19 ^a
Yellow caturra	0.30	0,97±0,05 ^{ab}
Juria	0.39	1,19±0,05 ^b

Keterangan: Nilai disajikan sebagai rata-rata ± standar deviasi (SD; n = 3). Nilai yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda signifikan ($p > 0,05$) pada taraf 5%.

Kafein muncul dalam bentuk kristal, memiliki rasa pahit, dan mudah larut dalam air (Sihombing *et al.*, 2023). Menurut Saloko *et al.* (2019), peningkatan kadar kafein pada kopi bubuk selama proses penyangraian pada suhu 225 °C selama 20 menit dapat disebabkan oleh penguapan air dan zat-zat asam, seperti asam klorogenat. Diduga suhu dan lama penyangraian belum cukup untuk menguapkan senyawa kafein. Akibatnya, persentase zat-zat yang tidak mudah menguap seperti kafein, lemak, dan mineral meningkat. Suhu yang lebih tinggi dan waktu penyangraian yang lebih lama menghasilkan kadar kafein yang lebih tinggi. Informasi ini juga dapat digunakan sebagai alasan pendugaan fenomena peningkatan total fenol di daun kopi yang dikeringkan pada penelitian ini, yaitu peningkatan total fenol tidak hanya disebabkan oleh pemecahan sel dan pelepasan senyawa fenolik terikat, tetapi juga sebagai efek dari penurunan kadar air akibat penguapan karena terapi panas yang diberikan.

KESIMPULAN

Pengeringan 3 varian daun kopi Arabika segar asal Manggarai menjadi daun kopi kering sebagai bahan minuman herbal seduhan dengan menggunakan pemanasan oven pada suhu 60°C selama 8 jam tidak berpengaruh nyata terhadap parameter yang diuji. Namun, proses pengeringan tersebut dapat meningkatkan aktivitas antioksidan dan kapasitas antioksidan, serta kadar total fenol, tanin, dan kafein. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan semua varian daun kopi kering memiliki aktivitas yang sangat lemah karena nilai IC₅₀ yang diperoleh kurang dari 200 ppm. Selain itu, perbedaan varian daun kopi tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap aktivitas antioksidan dan kapasitas antioksidan, serta kadar total fenol di daun kopi kering, namun kadar tanin dan kafein daun kopi Arabika Manggarai kering berbeda nyata ($P < 0,05$) dibandingkan dengan daun kopi Juria kering. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengevaluasi pengaruh variasi suhu dan lama pengeringan, serta membandingkan

berbagai metode pengeringan seperti pengeringan matahari, pengeringan udara panas, freeze drying, dan vacuum drying terhadap karakteristik kimia, kandungan senyawa bioaktif, dan mutu sensori seduhan daun Kopi Arabika. Selain itu, diperlukan analisis yang lebih spesifik terhadap profil senyawa fenolik dan senyawa bioaktif lainnya menggunakan instrumen seperti HPLC atau LC-MS, sehingga perubahan komposisi senyawa akibat proses pengeringan dapat dijelaskan secara lebih komprehensif.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Nusa Cendana yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Acidri, R., Sawai, Y., Sugimoto, Y., Handa, T., Sasagawa, D., Masunaga, T., Yamamoto, S., & Nishihara, E. (2020). Phytochemical profile and antioxidant capacity of coffee plant organs compared to green and roasted coffee beans. *Antioxidants*, 9(2), 1–17. <https://doi.org/10.3390/antiox9020093>
- Arina, I. M. Z., & Harisun, Y. (2019). Effect of extraction temperatures on tannin content and antioxidant activity of *Quercus infectoria* (Manjakani). *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 19(March), 101104. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2019.101104>
- Badan Pusat Statistik. (2023). Perkembangan Produksi Kopi Menurut Pulau di NTT 2023. <https://ntt.bps.go.id/id/statistics-table/1/ODExIzE=/perkembangan-produksi-kopi-menurut-pulau--ton---2017-2021.html> diakses pada 30 Juli 2026.
- Bodor, Z., Pergel, B., & Benedek, C. (2020). Impact of heat treatment and flavorings on the antioxidant capacity of black and green tea. *Progress in Agricultural Engineering Sciences*, 16, 55–63. <https://doi.org/10.1556/446.2020.20007d>
- Cakswindryandani, N. L. P. R., Wrasati, L. P., & Suhendra Lutfi. (2020). Karakteristik Ekstrak Base Genep Bali Pada Perlakuan Suhu Dan Waktu Ekstraksi. *Media Ilmiah Teknologi Pangan (Scientific Journal of Food Technology)*, 7(1), 10–16. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/pangan/article/download/62585/35805>
- Defri, I., Rahmi, I. D., Asben. A. (2019). The Effect on Extraction Time of Kawa Daun Grounds (*Coffea Canephora*) using Ultrasonic towards Bioactive Components. *Prosiding Seminar Nasional Bioteknologi VI Universitas Gadjah Mada November 2019* (pp: 83–101). Pusat Studi Bioteknologi UGM. Yogyakarta. ISBN: 978-623-91470-1-3.
- Defri, I., Palupi, N. S., Wahyudi, S. T., & Yuliana, N. D. (2022). Antioxidant Analysis of Kawa Daun (*Coffea canephora*) Beverage by In Vitro and In Silico Approaches. *Indonesian Journal of Chemistry*, 22(2), 374–386. <https://doi.org/10.22146/ijc.69422>
- Deos, M. F., Lango, A. N. P., & Nendissa, D. R. (2019). Pemasaran Kopi Arabika di Desa Colol Kecamatan Poco Ranaka Timur Kabupaten Manggarai Timur. *Buletin Ilmiah IMPAS*, 20(3), 199–203. <https://ejurnal.undana.ac.id/index.php/impas/article/view/1869>
- Eromo, A. W., Brehanu, T., Urga, K., Tadessa, M., & Weledesemayat, G. T. (2020). Sensory evaluation, proximate and mineral composition of beverage prepared from matured coffee leaves growing in different areas of Ethiopia. *African Journal of Food Science*, 10(10)(July). <https://doi.org/10.5897/AJFS>
- Fuller, M., & Rao, N. Z. (2017). The Effect of Time, Roasting Temperature, and Grind Size on Caffeine and Chlorogenic Acid Concentrations in Cold Brew Coffee. *Scientific Reports*, 7(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-18247-4>
- Ghani, A., Abd Rashid, N. Y., Abd Razak, D. L., Jamaluddin, A., Abdul Manan, M., & Mansor, A. (2023). The effects of heat treatments on the bioactive compounds, antioxidant activity, and cosmeceutical

- properties (anti-pigmentation and anti-ageing) of fermented broken rice. *Food Research*, 6, 155–162. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.6\(S2\).009](https://doi.org/10.26656/fr.2017.6(S2).009)
- Hariyadi, D. M., Tedja, C. A., Zubaidah, E., Yuwono, S. S., & Fibrianto, K. (2020). Optimization of brewing time and temperature for caffeine and tannin levels in dampit coffee leaf tea of Robusta (*Coffea canephora*) and liberica (*Coffea liberica*). *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 14(February), 58–68. <https://doi.org/10.5219/1212>
- Jeong, S. M., Kim, S. Y., Kim, D. R., Jo, S. C., Nam, K. C., Ahn, D. U., & Lee, S. C. (2004). Effect of heat treatment on the antioxidant activity of extracts from citrus peels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(11), 3389–3393. <https://doi.org/10.1021/jf049899k>
- Kurang, R. Y., & Kamengon, R. Y. (2021). Phytochemical Test and Antioxidant Activity of Methanol Extract in Arabica Coffee Leaves by Using DPPH Method (1,1-Diphenyl-2-Picrylhydrazyl). *Walisono Journal of Chemistry*, 4(2), 113–118. <https://doi.org/10.21580/wjc.v4i2.8032>
- Martemucci, G., Costagliola, C., Mariano, M., D'andrea, L., Napolitano, P., & D'Alessandro, A. G. (2022). Free Radical Properties, Source and Targets, Antioxidant Consumption and Health. *Oxygen*, 2(2), 48–78. <https://doi.org/10.3390/oxygen2020006>
- Molyneux Philip. (2004). The Use Of The Stable Free Radical Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) For Estimating Antioxidant Activity. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 26(May), 1–10.
- Sadowska-Bartos, I. ., & Bartosz, G. (2020). Evaluation of The Antioxidant Capacity of Food Products: Methods, Applications and Limitations. *Processes*, 10, 2031. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/pr10102031>
- Saloko, S., Sulastri, Y., Murad, & Rinjani, M. A. (2019). The effects of temperature and roasting time on the quality of ground Robusta coffee (*Coffea rabusta*) using Gene Café roaster. *AIP Conference Proceedings*, 2199(December). <https://doi.org/10.1063/1.5141310>
- Siddeeg, A., AlKehayez, N. M., Abu-Hiamed, H. A., Al-Sanea, E. A., & AL-Farga, A. M. (2021). Mode of action and determination of antioxidant activity in the dietary sources: An overview. In *Saudi Journal of Biological Sciences*. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.11.064>
- Sihombing, R. R., Priyono, S., & Hartanti, L. (2023). The Effect Of Exselsa Coffee Roasting Temperature And Time On The Physicochemical And Sensory Properties Of Coffee Powder. *Jurnal Teknologi Pangan*, 1(1), 1–12. <http://dx.doi.org/10.26418/jft.v6i1.65999>
- Silvestrini, A., Meucci, E., Ricerca, B. M., & Mancini, A. (2023). Total Antioxidant Capacity: Biochemical Aspects and Clinical Significance. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(13). <https://doi.org/10.3390/ijms241310978>