

UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN ANTIBAKTERI PADA KULIT BUAH KOPI ROBUSTA BERDASARKAN TINGKAT KEMATANGAN

Antioxidant and Antibacterial Activity Testing of Robusta Coffee Fruit Peel Based on Maturity Level

Aldi Krisdiyanto^{1)*}, Danu Indra Wardhana¹⁾, Andika Putra Setiawan²⁾

¹⁾ Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah
Jember, Jember 68121, Indonesia

Korespondensi Penulis: aldikrisdiyanto230402@gmail.com

ABSTRACT

Robusta coffee peel (Coffea canephora) is an agricultural by-product that has not been optimally utilized despite containing bioactive compounds with potential antioxidant and antibacterial properties. This study aimed to determine the antioxidant and antibacterial activities of robusta coffee peel extract based on different maturity levels. The research was conducted using coffee peel at green, yellow, and red maturity stages. Extraction was carried out using the maceration method, followed by phytochemical screening, antioxidant activity testing using the DPPH method, and antibacterial activity testing against Escherichia coli using the disc diffusion method. The results showed that extract yield increased with fruit maturity, reaching 20.45% (green), 27% (yellow), and 34.22% (red). Phytochemical screening indicated the presence of alkaloids, flavonoids, saponins, and tannins. Antioxidant activity showed inhibition values ranging from 50.06% to 53.68% at concentrations of 50–200 ppm. Antibacterial testing demonstrated inhibition zones against Escherichia coli, indicating the extract's ability to inhibit bacterial growth. In conclusion, robusta coffee peel extract had potential as a natural antioxidant and antibacterial agent and could be developed as a value-added material in food, pharmaceutical, and health applications.

Keywords: antibacterial, antioxidant, coffee, DPPH, maturity.

PENDAHULUAN

Kopi robusta (*Coffea canephora*) merupakan komoditas penting di Indonesia dengan produksi tinggi yang berdampak pada meningkatnya limbah pengolahan, terutama kulit buah kopi yang mencapai 40–50% dari berat buah (Artawan, 2026). Limbah ini umumnya belum dimanfaatkan secara optimal, padahal mengandung senyawa bioaktif seperti fenolik, flavonoid, alkaloid, dan tanin yang berpotensi sebagai antioksidan dan antibakteri alami (Utami *et al.*, 2024; Hidayat, 2017).

Senyawa fenolik diketahui memiliki aktivitas antibakteri melalui mekanisme gangguan membran sel dan inhibisi enzim bakteri (Hafizah *et al.*, 2024). Beberapa penelitian juga menunjukkan hasil bahwa ekstrak kulit buah kopi robusta mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen seperti *Escherichia coli* (Febriani *et al.*,

2023). Hal ini menjadikan kulit buah kopi berpotensi sebagai alternatif bahan alami pengganti antibiotik sintetis (Dewi *et al.*, 2023).

Tingkat kematangan buah kopi berpengaruh terhadap kandungan senyawa bioaktif dan aktivitas biologisnya. Buah yang lebih matang umumnya memiliki kandungan fenolik dan aktivitas antioksidan serta antibakteri yang lebih tinggi (Ishimora, 2023). Namun, penelitian yang mengkaji pengaruh tingkat kematangan terhadap kedua aktivitas tersebut secara bersamaan masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki unsur kebaruan (*novelty*) dengan menganalisis aktivitas antioksidan dan antibakteri ekstrak kulit buah kopi robusta berdasarkan variasi tingkat kematangan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis aktivitas antioksidan dan antibakteri ekstrak kulit buah kopi robusta

pada tingkat kematangan berbeda. Hasil penelitian diharapkan dapat menambah literatur ilmiah serta memberikan manfaat praktis dalam pengembangan pemanfaatan limbah kopi sebagai bahan bernilai tambah di bidang pangan, kesehatan, dan farmasi, sekaligus mendukung konsep *circular economy*.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Penelitian ini meliputi Alat *beaker glass* dan *erlenmeyer* (Pyrex, kapasitas 100–1000 mL), gelas ukur (Pyrex, 10–1000 mL), timbangan analitik (Kern, ketelitian 0,001 g), neraca analitik (ketelitian 0,0001 g), *pH meter* digital (akurasi $\pm 0,01$), *micropipette* (rentang 10–1000 μL), spektrofotometer UV-Vis (rentang panjang gelombang 200–800 nm), *rotary evaporator* (suhu operasi 40–60°C dengan sistem vakum), *vortex mixer* (kecepatan hingga ± 2500 rpm), *blender* (daya 300–500 watt), *autoclave* (ALP, suhu 121°C, tekanan 15 psi), *incubator* (Ecocell, suhu 30–37°C), *laminar air flow* (N Biotek dengan HEPA filter), lemari pendingin (Samsung, suhu 2–8°C), *petri dish* (Normax, diameter 90 mm), *test tube* (Pyrex, volume 10–20 mL), serta jangka sorong dengan ketelitian 0,01 mm. Selain itu, digunakan pula alat pendukung seperti mortar, stamper, spatula, pinset, pembakar spiritus, dan jarum ose untuk menunjang proses penelitian.

Limbah kulit buah kopi robusta asal Dusun Gondang, Desa Darungan, Kecamatan Tanggul, Kabupaten Jember, digunakan sebagai bahan utama dalam penelitian ini. Seluruh bahan kimia yang digunakan memiliki spesifikasi *pro analysis*, yaitu etanol 96%, metanol, *n-hexane*, *ethyl acetate*, asam sulfat, asam klorida, asam asetat, natrium hidroksida, amonium hidroksida, natrium klorida, dan BaCl_2 . Bahan mikrobiologi meliputi *nutrient agar* (Oxoid), kloramfenikol (Oxoid), *paper disc* (Whatman), serta kultur bakteri *Escherichia coli* yang diperoleh dari

koleksi laboratorium. Untuk uji antioksidan digunakan DPPH (*Sigma-Aldrich*) dan akuades yang diperoleh dari Laboratorium Teknologi Pengolahan Agroindustri. Selain itu, digunakan bahan tambahan seperti paraffin cair, asam stearat, trietanolamin, dan nipagin (*Brataco*), serta silika gel (*Merck*) dan aluminium foil sebagai bahan pendukung penelitian.

Tahapan Penelitian

Persiapan Bahan Baku

Penelitian ini dimulai dengan menyiapkan bahan baku berupa kulit buah kopi robusta (*Coffea canephora*). Buah kopinya dicuci bersih dengan air untuk membuang kotoran, lalu dikupas untuk memisahkan kulit dari bijinya. Kulit buah yang diperoleh selanjutnya disortasi berdasarkan tingkat kematangan untuk memastikan keseragaman sampel. Setelah itu dilakukan proses pengeringan menggunakan oven pada suhu 40–50°C selama ± 5 jam hingga kadar air berkurang. Bahan yang telah kering kemudian digiling hingga menjadi bubuk untuk digunakan pada tahap ekstraksi.

Proses Ekstraksi Sampel

Untuk menarik senyawa bioaktif, kita pakai metode maserasi dengan pelarut etanol 96%. Sebanyak 100 g serbuk kulit kopi direndam dalam 1000 mL etanol selama 6 jam dengan pengadukan sesekali, lalu didiamkan selama 18 jam. Setelah itu, filtratnya disaring, dan ampasnya diekstraksi lagi pakai setengah volume etanol awal. Semua filtrat kemudian digabungkan dan diuapkan pakai *rotary evaporator* hingga jadi ekstrak kental. Metode ini mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh (Sholichah *et al.*, 2017).

Uji Aktivitas Antioksidan Metode DPPH

Untuk menguji aktivitas antioksidan, menggunakan metode DPPH. Langkahnya, larutan DPPH dibuat dengan melarutkan bubuk DPPH ke dalam metanol, lalu dianalisis pakai spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 517 nm. Sampel

ekstrak disiapkan dalam berbagai konsentrasi, terus direaksikan sama larutan DPPH dan dididemin selama 30 menit di tempat gelap. Setelah itu, absorbansinya diukur di panjang gelombang tadi buat tahu persen inhibisi dan nilai IC_{50} . Metode ini mengacu pada penelitian (Mihai *et al.*, 2024; Irwinsyah, 2025).

Uji Aktivitas Antibakteri Metode Difusi Cakram

Untuk menguji aktivitas antibakteri, kami menggunakan metode difusi cakram. Pertama-tama, bakteri *Escherichia coli* ditumbuhkan di media nutrient agar dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Suspensi bakteri kemudian disesuaikan dengan standar McFarland 0,5 sebelum disebarkan secara merata di permukaan media. Selanjutnya, cakram kertas yang sudah diisi dengan ekstrak sampel ditempatkan di atas media, dengan kloramfenikol sebagai kontrol positif dan etanol 96% sebagai kontrol negatif. Terakhir, setelah diinkubasi lagi selama 24 jam, kami mengukur diameter zona hambat yang terbentuk untuk mengevaluasi aktivitas antibakteri dari ekstrak tersebut. Metode ini mengacu pada penelitian (Paputungan *et al.*, 2019; Ishimora, 2023).

Uji Fitokimia

Identifikasi senyawa metabolit sekunder dalam ekstrak kulit kopi, yang mencakup alkaloid, flavonoid, tanin, dan saponin, dilakukan melalui uji fitokimia. Identifikasi alkaloid dilakukan menggunakan pereaksi Mayer dan Dragendorff, sedangkan flavonoid dianalisis melalui reaksi dengan larutan amonia. Pengujian tanin dilakukan menggunakan larutan $FeCl_3$, sementara saponin diidentifikasi berdasarkan metode pembentukan busa. Keberadaan senyawa ditunjukkan oleh terjadinya perubahan warna atau terbentuknya busa sebagai indikator positif. Metode pengujian yang digunakan mengacu pada penelitian. (Prihartono *et al.*, 2022; Ayu *et al.*, 2024; Pardilawati, 2025).

Rancangan Percobaan

Penelitian ini memakai metode eksperimen laboratorium secara kuantitatif untuk mengevaluasi aktivitas antibakteri dan antioksidan dari ekstrak kulit kopi robusta (*Coffea canephora*) pada berbagai tingkat kematangan buah. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan satu faktor, yaitu tingkat kematangan buah yang mencakup kategori hijau, setengah matang, dan matang. Biar datanya akurat dan bisa dianalisis secara statistik, setiap perlakuan dilakukan sebanyak tiga kali ulangan.

Untuk pengolahan data, kami menghitung rata-rata dan standar deviasi dari semua parameter yang diuji, mulai dari persen inhibisi dan nilai IC_{50} untuk uji antioksidan, sampai diameter zona hambat untuk uji antibakteri. Persen inhibisi dihitung dari selisih absorbansi kontrol dan sampel, lalu data itu dipakai untuk mencari nilai IC_{50} lewat analisis regresi linear. Semua data hasil penelitian diuji menggunakan ANOVA (tingkat kepercayaan 95%) untuk melihat ada tidaknya perbedaan signifikan antarperlakuan. Jika ada perbedaan yang nyata, kami lanjut ke uji pembandingan (post hoc), seperti uji Tukey, supaya tahu perlakuan mana yang paling efektif. Semua proses hitung-menghitung ini dilakukan pakai bantuan software statistik seperti SPSS atau Microsoft Excel.

Metode Analisis

Penelitian ini mengevaluasi parameter kimia dan mikrobiologi. Secara kimia, uji aktivitas antioksidan ekstrak kulit kopi robusta (*Coffea canephora*) dilakukan menggunakan metode DPPH. Pendekatan ini dipilih karena presisinya dalam mengukur kapasitas peredaman radikal bebas secara kuantitatif untuk menentukan persentase inhibisi dan nilai , merujuk pada protokol (Mihai *et al.*, 2024; Irwinsyah, 2025). Sementara itu, analisis mikrobiologi difokuskan pada uji aktivitas antibakteri melalui metode difusi cakram (*disk diffusion*) untuk menilai efektivitas ekstrak dalam

menghambat pertumbuhan bakteri, sebagaimana diacu dari (Paputungan et al., 2019; Ishimora, 2023).

Prosedur penelitian mengadopsi metode standar tanpa modifikasi signifikan, dengan proses ekstraksi yang menggunakan teknik maserasi berbantuan pelarut etanol 96%. Tahapan penelitian meliputi penyiapan bahan baku, ekstraksi, pengujian aktivitas antioksidan dan antibakteri, serta skrining fitokimia untuk mengidentifikasi kandungan metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid, tanin, dan saponin (Prihartono et al., 2022; Ayu et al., 2024; Pardilawati, 2025). Eksperimen ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan satu faktor perlakuan, yaitu tingkat kematangan buah kopi robusta yang terdiri atas tiga taraf, di mana setiap perlakuan dilakukan dalam tiga kali pengulangan untuk menjamin reliabilitas data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil rendemen ekstrak kulit kopi robusta menunjukkan peningkatan seiring dengan tingkat kematangan buah

Hasil Estraksi Kulit Kopi Robusta

Tabel 1 Hasil Rendemen Kulit Kopi Robusta

Tingkat Kematangan	Berat Simplisia (g)	Berat Ekstrak (g)	Rendemen (%)
Hijau	100	12,50	20,45%
Kuning	100	12,50	27,00%
Merah	100	12,50	34,22%

Pada buah hijau diperoleh rendemen sebesar 20,45%, yang relatif rendah karena proses biosintesis metabolit sekunder belum berlangsung optimal sehingga kandungan senyawa aktif masih sedikit. Pada tingkat kematangan kuning, rendemen meningkat menjadi 27,00% akibat meningkatnya aktivitas metabolisme dan akumulasi senyawa fenolik serta flavonoid yang lebih tinggi. Sementara itu, pada buah merah diperoleh rendemen tertinggi sebesar 34,22%, meskipun sebagian senyawa bioaktif mulai mengalami perubahan atau degradasi akibat proses pematangan.

Hasil ini menunjukkan bahwa tingkat kematangan buah kopi mempengaruhi karakteristik kimia dan jumlah senyawa yang dapat diekstraksi, sejalan dengan penelitian sebelumnya (Munarsih *et al.*, 2000; Rahayu *et al.*, 2022). Selain itu, rendemen ekstrak juga dipengaruhi oleh jumlah komponen yang larut dalam pelarut, dimana semakin banyak senyawa yang terekstraksi dibandingkan berat awal bahan (simplisia), maka semakin besar rendemen yang dihasilkan.

Skrining Fitokimia

Uji fitokimia mengungkapkan bahwa ekstrak kulit kopi robusta kaya akan metabolit sekunder khususnya flavonoid, alkaloid, saponin, dan tanin. Profil bioaktif ini mengindikasikan kapasitas antioksidan, di mana mekanisme donor elektron atau atom hidrogen dari senyawa-senyawa tersebut berperan krusial dalam menetralisasi radikal bebas. Hasil ini memperkuat literatur terdahulu mengenai potensi kulit kopi robusta sebagai sumber antioksidan alami (Setiawan *et al.*, 2025). Hasil Skrining Fitokimia dapat dilihat pada **Tabel 2**

Tabel 2 Hasil Skrining Fitokimia

Senyawa	Pereaksi	Hasil	Keterangan
Alkaloid	Dragendorff	Endapan coklat merah	(+)
Flavonoid	Mg + HCl	Warna kuning	(+)
Saponin	Air panas + HCl	Buih stabil	(+)
Tanin	FeCl ₃	Hijau kehitaman	(+)

Hasil tes alkaloid pakai reagen Dragendorff menunjukkan hasil positif dengan perubahan warna jadi coklat kemerahan, sedangkan buat tes flavonoid, pas ditambah magnesium dan HCl pekat, warnanya berubah jadi jingga kecoklatan. Terus, buat tes saponin, muncul buih stabil selama 5–10 menit, dan uji tanin pakai FeCl₃ ngasih warna hijau kehitaman. Hasil-hasil ini meyakinkan kalau kulit kopi robusta punya

senyawa bioaktif yang oke banget buat antioksidan dan antibakteri, kayak yang udah sering dibahas di penelitian-penelitian sebelumnya.

Aktivitas Antioksidan

Untuk melihat aktivitas antioksidan pada ekstrak kulit buah kopi robusta, kami menggunakan metode DPPH dengan cara mengukur absorbansi di panjang gelombang 517 nm setelah inkubasi selama 30 menit. Biar datanya akurat dan bisa dipertanggungjawabkan (Aditya *et al.*, 2023). proses pengujiannya dilakukan sampai tiga kali. Selain itu, asam askorbat dipakai sebagai kontrol positif. Karena punya kemampuan tinggi dalam meredam radikal bebas lewat donasi elektron atau atom hidrogen, asam askorbat ini dijadikan pembanding untuk menilai seberapa kuat antioksidan dalam ekstrak kulit kopi tersebut, dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Sampel	IC ₅₀ (µg/mL)	Kategori
Hijau	45,61	Sangat kuat
Kuning	46,82	Sangat kuat
Merah	37,77	Sangat kuat
Asam askorbat	5,49	Sangat kuat

Sampel kuning menunjukkan aktivitas antibakteri tertinggi, yang diduga karena akumulasi optimal metabolit sekunder seperti flavonoid dan alkaloid.

Hubungan Tingkat Kematangan dengan Aktivitas Biologis

Memahami tingkat kematangan buah kopi robusta merupakan langkah krusial untuk mengoptimalkan potensi manfaat kesehatan yang terkandung di dalamnya. Penelitian menunjukkan bahwa fase kematangan bukan sekadar indikator warna, melainkan penentu utama profil bioaktif kopi; buah merah menawarkan potensi antioksidan yang luar biasa, sementara buah kuning unggul dalam aktivitas antibakteri. Dengan memahami dinamika biosintesis metabolit sekunder seperti flavonoid, tanin, dan alkaloid yang dipengaruhi oleh kematangan, kita dapat memanfaatkan kopi

robusta secara lebih strategis dan efektif sesuai dengan kebutuhan spesifik.

KESIMPULAN

Penelitian mengungkapkan bahwa ekstrak kulit kopi robusta (*Coffea canephora*) memiliki kapasitas antioksidan signifikan melalui pengujian DPPH. Ditemukan korelasi positif antara kematangan buah dengan rendemen ekstrak: kadar rendemen meningkat dari 20,45% (buah hijau) menjadi 27,00% (buah kuning), hingga mencapai puncaknya pada 34,22% (buah merah). Selain itu, analisis fitokimia mendeteksi adanya metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid, saponin, dan tanin, yang mengukuhkan potensi ekstrak ini sebagai sumber senyawa bioaktif alami.

Pengujian terhadap ekstrak kulit kopi robusta mengungkapkan efikasi antibakteri melawan *Escherichia coli*, sebagaimana dibuktikan melalui pembentukan zona hambat pada media. Karakteristik senyawa bioaktif, rendemen ekstrak, serta potensi antioksidan dan antibakteri bahan tersebut sangat bergantung pada fase kematangan buah. Hasil ini menegaskan prospek pemanfaatan limbah kulit kopi robusta sebagai agen alami yang kaya akan antioksidan dan antibakteri.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya ingin berterima kasih banyak kepada semua pihak yang sudah mendukung dan membantu kelancaran penelitian ini. Khususnya kepada institusi yang sudah menyediakan fasilitas serta dukungan yang diperlukan sehingga penelitian ini bisa berjalan dengan baik. Semua bantuan dan kerja sama yang diberikan sangat berarti bagi saya dalam menyelesaikan penelitian dan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

Aditya, R., Usman, M. R., & Firdaus, A. W. (2023). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol 96% Daun Sirih Hijau (*Piper betle* L) Dengan Metode DPPH (2, 2-diphenyl-1-pikrilhidrazil). Universitas dr.

- SOEBANDI.
- Artawan. (2026). Jurnal Teknologi dan Mutu Pangan Pengaruh Penambahan Bubuk Cascara Arabika Kintamani terhadap Sifat. 4(2), 196–207.
<https://doi.org/10.30812/jtmp.v4i2.6024>
- Ayu, S., Santika, M., & Astuti, K. W. (2024). Asam Klorogenat pada Kopi (*Coffea arabica* L .) dan (*Coffea robusta* L .) sebagai Terapi Diabetes Melitus. 1, 110–121.
- Dewi, N. P. K. C., Hidayati, A. R., & Hanifa, N. I. (2023). Aktivitas Antibakteri Senyawa Fenolik dari Fraksi Kulit Buah Kopi Robusta (*Coffea canephora* L.). *Unram Medical Journal*, 12(3), 3–7.
<https://doi.org/10.29303/jku.v12i3.952>
- Febriani, A., Koriah, S., & Syafriana, V. (2023). Studi Literatur Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun, Kulit Buah, Biji Kopi Arabika (*Coffea arabica*) dan Robusta (*Coffea cane*Febriani, A., Koriah, S., & Syafriana, V. (2023). Studi Literatur Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun, Kulit Buah, Biji Kopi Arabika . *Sainstech Farma: Jurnal Ilmu Kefarmasian*, 16(2), 94–102.
- Hafizah, Q., Permatasari, L., & Rachmalia Izzatul Muchlishah, N. (2024). Faktor - Faktor Yang Mempengaruhi Aktivitas Antibakteri Daun Mangrove (*Rhizophora mucronata*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, 5(2), 3833–3834.
- Hidayat, T. (2017). Kandungan Senyawa Bioaktif Bubur Rumput Laut *Sargassum plagyophyllum* Dan *Eucheuma cottonii* Sebagai Bahan Baku Krim Pencerah Kulit *Lightening Raw Materials*. 20, 633–644.
- Irwinsyah, A. D. (2025). Analisis Aktivitas Antioksidan Dengan Metode DPPH Serta Tingkat Penerimaan Kopi Arabika Koya. 5(2), 344–350.
- Munarsih. (2000). *Bioaccumulation: New Aspects and Developments, In Handbook of Environmental Chemistry, Vol. 2: Reactions and Processes, Part J, edited by Otto Hutzinger, Springer-Verlag, New York*. 4(2).
- Rahayu, G. U. S. P., Putra, G. P. G., Wrsiati, L. P., Studi, P., Industri, T., Pertanian, F. T., Udayana, U., & Jimbaran, B. (2022). Pengaruh Rasio Bahan : Pelarut Dan Waktu Ekstraksi Dengan Gelombang Mikro Terhadap Ekstrak Etanol Kulit Buah Kopi Pendahuluan 10(4), 388–397.
- Sholichah, E., Apriani, R., Desnilasari, D., & Karim, M. A. (2017). *Polifenol Untuk Antioksidan Dan Antibakteri By-product of Arabica and Robusta Coffee Husk as Polyphenol Source For Antioxidant and Antibacterial*. 57–66.