



Identifikasi Kandungan Senyawa Antioksidan Sebagai Agen *Anti-Aging* Pada Minyak Atsiri Cascara Kopi Robusta (*Coffea canephora*)

Naomi Aprisa, Diky Setya Diningrat*

Program Studi Biologi, FMIPA Universitas Negeri Medan, Medan, Indonesia

*Surel penanggung jawab tulisan: dikysd@unimed.ac.id

Article History

Received: 03 Oktober 2025. Received in revised form: 06 November 2025.

Accepted: 05 Desember 2025. Available online: 31 May 2026.

Abstrak. Kulit buah kopi yang dianggap sebagai limbah memiliki potensi besar untuk dikembangkan menjadi produk bernilai tambah, yaitu cascara. Cascara kopi robusta diketahui mengandung antioksidan. Antioksidan berperan penting dalam menangkal radikal bebas, yang merupakan salah satu faktor utama penuaan dini. Tujuan Penelitian ini untuk mengidentifikasi kandungan senyawa antioksidan yang berpotensi sebagai agen *anti-aging* pada minyak atsiri cascara kopi robusta *green bean*, serta mengevaluasi aktivitas antioksidannya. Proses ekstraksi dilakukan dengan metode soxhletasi menggunakan pelarut etanol 96%, lalu pelarut dihilangkan menggunakan rotary evaporator. Identifikasi senyawa dilakukan melalui analisis GC-MS dan dianalisis lebih lanjut menggunakan *software PubChem* dan *PASS Online*, serta uji aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode DPPH. Hasil analisis GC-MS teridentifikasi mengandung 20 senyawa yang komposisinya didominasi oleh golongan senyawa fenolik volatil, alkaloid, dan heterosiklik. Secara spesifik dengan analisis *PASS Online*, senyawa quinic acid menunjukkan potensi tertinggi sebagai antioksidan. Nilai *IC50 DPPH green bean* (15,78 mg/L) menunjukkan aktivitas antioksidan yang sangat kuat. Temuan ini menunjukkan bahwa minyak atsiri cascara kopi robusta dari *green bean*, berpotensi sebagai agen antipenuaan.

Kata Kunci: Cascara Kopi, Minyak Atsiri, Antioksidan, *Anti-aging*, DPPH

Abstract. Coffee cascara, often considered waste, contains bioactive compounds with antioxidant potential. This study aimed to identify antioxidant compounds in essential oil from Robusta coffee cascara green bean and evaluate their activity. Extraction was performed using the Soxhlet method with 96% ethanol, followed by GC-MS analysis, PubChem and PASS Online evaluation, and antioxidant testing using the DPPH method. A total of 20 compounds were identified, mainly volatile phenolics, alkaloids, and heterocyclics. Quinic acid showed the highest antioxidant potential, while the *IC50* value of 15.78 mg/L indicated very strong antioxidant activity. These results suggest that cascara essential oil from Robusta coffee green bean is a promising anti-aging agent.

Keywords: *Coffea cascara*, Essential oil, Antioxidant, *Anti-aging*, DPPH

1. PENDAHULUAN

Kopi (*Coffea* sp.) adalah minuman yang diolah dari biji tanaman *Coffea*. Melalui proses pemanggangan dan penyeduhan, biji tersebut mengeluarkan cita rasa serta aroma khas yang telah disukai oleh berbagai kalangan secara global selama berabad-abad. Kopi menjadi produk komoditas hasil pertanian yang memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi dan berperan penting dalam perekonomian global, termasuk Indonesia. Indonesia merupakan produsen kopi terbesar ke-4 di dunia dengan produksi sekitar 789.000 ton per tahun. Dari total produksi, 150.000 ton adalah arabika, sementara 600.000 ton lainnya robusta (BRMP, 2025). Namun, tingginya volume produksi kopi tersebut menimbulkan permasalahan lingkungan yang cukup serius, yaitu penumpukan limbah kulit kopi yang mencapai 40-45% dari total berat buah. Saat ini, limbah tersebut belum dikelola secara optimal dan cenderung dibuang (Padidi *et al.*, 2024).

Kulit buah kopi yang selama ini dianggap sebagai limbah memiliki potensi besar untuk dikembangkan menjadi produk bernilai tambah, yaitu cascara. Cascara kopi memiliki kandungan nutrisi yang baik serta kaya akan senyawa bioaktif, termasuk polifenol, kafein, dan saponin. Kapasitas antioksidan cascara terutama diatribusikan pada tingginya kandungan polifenol. Polifenol, termasuk asam klorogenat, dikenal karena sifat antioksidan yang kuat, yang membantu menetralkan radikal bebas dan mengurangi stres oksidatif, mengurangi risiko penyakit kronis, melindungi lambung, serta baik untuk kulit agar terlihat kencang (Poláková *et al.*, 2025; Yasin *et al.*, 2023). Cascara kopi robusta dipilih karena mengandung aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan dengan cascara kopi arabika. Berdasarkan hasil penelitian Romauli *et al.* (2023) menyatakan bahwa kopi robusta mempunyai nilai IC₅₀ terendah, yaitu 24,06 ppm, yang mengindikasikan aktivitas antioksidan yang sangat kuat, lebih baik dibandingkan arabika (30,21 ppm) dan liberika (25,15 ppm).

Kandungan kimia cascara dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya tingkat kematangan buah. Hal tersebut memberikan dampak terhadap perubahan kadar karbohidrat, kadar gula, senyawa fenolik, senyawa asam organik, warna, tekstur, maupun aroma (Rahmadini *et al.*, 2020). Hal ini menunjukkan bahwa perubahan kematangan dari *fase green* bean menuju *red bean* dapat memengaruhi kadar senyawa fenolik, flavonoid, dan asam organik yang berperan dalam aktivitas antioksidan. Berdasarkan pertimbangan tersebut, pemilihan *green bean* pada

penelitian ini dilakukan untuk mengeksplorasi potensi kandungan senyawa aktif pada tahap kematangan yang relatif jarang diteliti, dibandingkan *red bean* yang lebih umum digunakan. Pendekatan ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah yang lebih spesifik mengenai potensi antioksidan pada cascara kopi robusta tahap *green bean*.

Selama ini, pemanfaatan antioksidan dari cascara kopi lebih banyak dilakukan dalam bentuk teh seduhan. Namun, efektivitasnya terbatas karena tidak semua senyawa aktif larut dalam air dan sebagian mudah terdegradasi akibat suhu tinggi. Sebagai alternatif yang lebih optimal, cascara dapat diolah menjadi minyak atsiri, yang memungkinkan ekstraksi senyawa antioksidan dalam konsentrasi lebih tinggi. Minyak atsiri ialah metabolit sekunder tumbuhan yang dibiosintesis melalui jalur mevalonate dan umumnya mengandung monoterpen serta seskuiterpen dengan aktivitas biologis yang kuat, termasuk sebagai antioksidan (Yang & Park, 2025). Penelitian yang telah dilakukan oleh Syabila *et al.* (2024) menunjukkan bahwa ekstrak etanol pada cascara mempunyai aktivitas antioksidan tertinggi dibandingkan dengan pelarut lain seperti air, n-heksana, metanol, dan etil asetat, dengan rentang aktivitas antara 78,25% hingga 79,50%. Hal ini membuktikan bahwa minyak atsiri yang diperoleh melalui distilasi atau ekstraksi menggunakan pelarut yang tepat mampu mengekstrak senyawa bioaktif secara lebih optimal, termasuk komponen volatil seperti terpenoid dan ester yang tidak sepenuhnya larut dalam air. Selain itu, minyak atsiri mempunyai tingkat stabilitas yang lebih baik dibandingkan teh cascara. Dengan sifatnya yang pekat dan lebih tahan terhadap proses oksidasi bila disimpan dengan baik, senyawa antioksidan di dalamnya dapat tetap aktif dalam jangka waktu yang lebih lama. Kelebihan tersebut menjadikan minyak atsiri sebagai bahan yang sangat potensial untuk bidang kosmetik dan kecantikan.

Penuaan adalah proses degeneratif akibat penurunan fungsi fisiologis yang dipicu oleh faktor intrinsik (seperti perubahan hormonal dan genetik) serta ekstrinsik, terutama paparan sinar UV yang dikenal sebagai *photoaging*. Dampak utama penuaan, baik intrinsik maupun ekstrinsik, adalah peningkatan radikal bebas yang menyebabkan stres oksidatif, inflamasi, serta kerusakan matriks ekstraseluler kulit, termasuk kolagen dan elastin (Ahmad & Damayanti, 2018; Pebrianti *et al.*, 2023). Teori stres oksidatif menjadi dasar utama dalam menjelaskan mekanisme penuaan, di mana akumulasi kerusakan sel memicu *inflammaging* dan munculnya tanda-tanda

penuaan seperti keriput, flek hitam, dan kulit kering (Papaccio *et al.*, 2022). Tingginya kesadaran akan dampak penuaan dini mendorong pengembangan bahan aktif alami yang mampu memperlambat proses ini. Minyak atsiri dari cascara kopi mengandung senyawa antioksidan yang berpotensi menghambat oksidasi, mengurangi kerusakan kolagen, dan memperbaiki jaringan kulit, khususnya dalam mengurangi keriput. Oleh karena itu, eksplorasi minyak atsiri cascara sebagai agen *anti-aging* menjadi penting dan relevan dalam pengembangan kosmetik berbasis bahan alami.

Antioksidan adalah senyawa penting yang bermanfaat sebagai *anti-aging* dalam membantu melindungi kulit dari tanda-tanda penuaan untuk melindungi sel-sel tubuh dari kerusakan yang disebabkan oleh radikal bebas, yang merupakan salah satu faktor utama penuaan dini. Apabila jumlah radikal bebas di dalam tubuh berlebihan, maka dapat memicu reaksi oksidasi yang merusak sel serta jaringan, yang berpotensi menyebabkan berbagai gangguan kesehatan, salah satunya penuaan dini (Winahyu *et al.*, 2021). Antioksidan merupakan senyawa pereduksi yang mampu memperlambat proses penuaan kulit dengan cara menetralkan *Reactive Oxygen Species* (ROS) yang telah terbentuk sebelumnya (Prakoeswa & Sari, 2022). Dalam penelitian sebelumnya oleh Hussien *et al.* (2025) mengatakan bahwa penggunaan antioksidan topikal telah terbukti melindungi kulit dari radikal bebas berbahaya yang dihasilkan secara intrinsik oleh metabolisme sel reguler atau sebagai akibat dari paparan sinar UV.

Berdasarkan hal-hal tersebut, potensi cascara sebagai sumber antioksidan telah diteliti, namun sebagian besar penelitian pada cascara berfokus pada ekstrak air/etanol. Sehingga penelitian mengenai komposisi kimia minyak atsiri cascara kopi robusta terutama dari *green bean* masih terbatas. Selain itu, kajian mengenai potensi *anti-aging* dari minyak atsiri cascara kopi robusta *green bean* belum pernah dievaluasi. Sehingga, penelitian ini penting untuk dilakukan guna mengidentifikasi senyawa-senyawa kimia dalam minyak atsiri cascara kopi robusta *green bean* yang memiliki prospek pengembangan sebagai bahan aktif dalam formulasi kosmetik alami, seperti agen *anti-aging*. Selain itu, mengevaluasi aktivitas antioksidannya menggunakan metode DPPH.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Preparasi dan Ekstraksi Sampel

Limbah kulit buah kopi robusta *green bean* diperoleh dari Perkebunan kopi di Desa Limag Raya, Kec. Raya, Kabupaten Simalungun, Sumatera Utara. Limbah kulit buah kopi dicuci bersih, kemudian dikeringkan hingga benar-benar kering dan jadilah cascara. Kemudian diblender hingga memperkecil ukuran agar mudah diekstraksi. Untuk memperoleh minyak atsiri cascara kopi robusta *green bean*, sebanyak 200 gram simplisia diberi perlakuan soxhletasi menggunakan pelarut etanol. Pelarut etanol diuapkan dengan menggunakan *rotary evaporator* sehingga diperoleh rendemen (% *yield*) minyak atsiri.

2.2 Uji Aktivitas Antioksidan

2.2.1 Pembuatan Larutan DPPH

Serbuk DPPH yang telah ditimbang sebanyak 10 mg dilarutkan dengan metanol p.a hingga 50 mL dalam labu ukur. Lalu ditempatkan dalam botol gelap.

2.2.2 Pengukuran Panjang Gelombang Maksimum DPPH

Pipet dimasukkan dalam larutan DPPH sebanyak 2,5 mL, dimasukkan ke dalam labu takar 25 mL, lalu ditambahkan metanol p.a sampai batas tanda dan divortex hingga homogen. Diukur panjang gelombang maksimum menggunakan spektrofotometer UV-Vis (400–800 nm). Diperoleh Panjang gelombang Maksimum 515-520 nm.

2.2.3 Pengukuran Serapan Blanko

Larutan DPPH dipipet sebanyak 1 mL, lalu dimasukkan metanol ke dalam labu ukur hingga 25 mL, lalu dihomogenkan dalam labu takar dan dibiarkan selama 30 menit dalam kondisi gelap. Setelah periode tersebut, absorbansinya diukur pada panjang gelombang maksimum 515 nm.

2.2.4 Pembuatan Larutan Uji Sampel

Dalam labu takar 10 mL dimasukkan 5 mL minyak atsiri cascara dilarutkan dengan 5 mL metanol, sehingga diperoleh larutan induk 100 mg/L. Larutan induk ini kemudian diencerkan secara bertingkat dengan metanol untuk memperoleh seri konsentrasi 0, 4, 9, 13, 18, dan 22 mg/L. Selanjutnya, 1 mL larutan DPPH ditambahkan ke setiap tabung reaksi, lalu dicampur dengan metanol p. a hingga mencapai batas 5 mL dan diaduk hingga merata menggunakan vortex. Bagian atas tabung ditutup dengan aluminium foil. Larutan tersebut diinkubasi pada suhu 37°C selama 30 menit, setelah

itu diukur tingkat kecerahannya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang tertinggi yaitu 515 nm.

2.2.5 Pembuatan Larutan Vitamin C

Vitamin C ditimbang sebanyak 10mg, kemudian dilarutkan dengan etanol p.a ke dalam labu ukur 100 ml, kemudian dicukupkan volumenya dengan etanol p.a hingga tanda batas sehingga diperoleh konsentrasi 100 mg/L. Kemudian dilakukan pengenceran dengan beberapa seri konsentrasi 1, 2, 4, dan 8 mg/L. kemudian dimasukkan kedalam labu ukur 10 ml dan dicukupkan volumenya dengan etanol p.a hingga tanda batas kemudian dilakukan pengujian dengan memipet 2 ml larutan vitamin C dari berbagai konsentrasi. Lalu ditambahkan 1 ml DPPH 50 ppm pada campuran tersebut dihomogenkan dan diinkubasi selama 30 menit pada tempat yang gelap. Lalu diukur serapannya dengan panjang gelombang 515 nm.

2.2.6 Pengukuran Serapan Sampel

Nilai absorbansi untuk setiap konsentrasi sampel dan kontrol diukur secara duplo (A dan B) guna menjamin keakuratan data, namun idealnya pengulangan dilakukan minimal triplo untuk meningkatkan reliabilitas hasil. Nilai IC_{50} merupakan angka yang menunjukkan kadar sampel uji (mg/L) yang dapat mengurangi DPPH sebesar 50% (mampu menghambat proses oksidasi DPPH sebesar 50%). Nilai IC_{50} diperoleh dari pengukuran absorbansi pada berbagai konsentrasi larutan. Dari data tersebut persentase inhibisi dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{(A_{Blanko} - A_{Sampel})}{A_{Blanko}} \times 100\% \quad (1)$$

Hasil perhitungan dimasukkan ke dalam persamaan regresi ($y = ax + b$) dengan konsentrasi ekstrak (mg/L) sebagai absis (sumbu x) dan nilai % peredaman (antioksidan) sebagai ordinatnya (sumbu y). Menurut Bahriul, 2014 dalam (Sundoro *et al.*, 2024), secara spesifik, suatu senyawa dikatakan sebagai antioksidan sangat kuat jika nilai IC_{50} kurang dari 50 mg/L, sedang jika nilai IC_{50} 50-100 mg/L, lemah jika IC_{50} bernilai 150-200 mg/L, dan sangat lemah jika IC_{50} bernilai lebih 250 mg/L.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis GC-MS Pada Minyak Atsiri Cascara Kopi Robusta *Green Bean*

Berdasarkan data Tabel 1, teridentifikasi 20 senyawa dalam minyak atsiri cascara kopi robusta *green bean*. Komponen paling dominan yang terdeteksi adalah

Caffeine, dengan persentase area total mencapai 75,59%. Temuan ini sangat konsisten dengan karakteristik kopi robusta (*Coffea canephora*), yang secara luas telah dikenal memiliki kandungan kafein jauh lebih tinggi dibandingkan varietas arabika (Sofwan, 2013). Caffeine termasuk dalam golongan alkaloid turunan *xanthine* (purin) yang memiliki aktivitas antiinflamasi dan berperan dalam perlindungan sel terhadap stres oksidatif (Sholikhati *et al.*, 2023).

Tabel 1. Data Hasil GC-MS Pada Minyak Atsiri Cascara Kopi Robusta *Green Bean*

Pk#	RT	Area%	Library/IDE	Qual
1	2.726	0.35	<i>Phenol</i>	94
	2.837			
2	3.595	0.19	<i>L-Alanine, N-valeryl-, hexadecyl ester</i>	47
3	3.859	0.28	<i>Phenol, 2-methoxy-</i>	92
4	4.602	0.84	<i>4H-Pyran-4-one, 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-</i>	94
5	5.568	5.13	<i>1,2-Benzenediol</i>	91
6	6.145	0.42	<i>1,6-Di-t-butylazulene</i>	83
7	6.930	3.17	<i>1,4-Benzenediol</i>	68
8	7.326	1.20	<i>2-(2-Hydroxyethoxy)phenol)</i>	59
9	7.444	1.39	<i>3-Methyl-1,2,4-Benzoxazinone</i>	50
10	11.204	0.14	<i>6-Aza-5,7,12,14-tetrathiapentacene</i>	53
11	12.447	6.99	<i>Quinic acid</i>	30
12	13.031	0.27	<i>Acetamide, n-[(3.beta.,5.alpha.)-c holestan-3-yl]-</i>	38
13	13.455	75.59	<i>Caffeine</i>	95
	13.684			
14	14.164	0.88	<i>Decanoic acid, 3-methyl-</i>	35
15	14.421	0.39	<i>1RS,4RS)-5,5-ethylenedioxy-7-oxabicyclo[2.2.1]hept-2-ene</i>	47
16	14.497	0.59	<i>Undecano-4-lactone</i>	38
17	14.615	0.45	<i>4,5-Dideutero isothiazole</i>	43
18	14.768	1.31	<i>9,11-Octadecadiynoic acid, 8-hydroxy-, methyl ester</i>	72
19	21.953	0.15	<i>Capnellane-5.alpha.-ol</i>	44
20	25.900	0.26	<i>(23s)-Ethylcholest-5-en-3.beta.-ol</i>	96

Menariknya, fraksi volatil dari minyak atsiri cascara kopi robusta *green bean* tidak menunjukkan keberadaan senyawa terpenoid khas, seperti *linalool*, *caryophyllene*, maupun *limonene* yang umumnya mendominasi minyak atsiri tanaman aromatik. Ketidakhadiran senyawa tersebut mengindikasikan bahwa komposisi kimia volatil cascara kopi robusta memiliki karakteristik unik dan berbeda

dari profil atsiri konvensional, dengan dominasi komponen non-terpenoid seperti alkaloid, fenolik, dan asam organik.

Berdasarkan struktur kimianya, senyawa-senyawa yang teridentifikasi dalam penelitian ini dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa golongan utama sebagai berikut: golongan fenolik, yaitu *Phenol*; *Phenol, 2-methoxy-*; *1,2-benzenediol*; *1,4-benzenediol*; dan *2-(2-hydroxyethoxy) phenol*. Golongan fenolik berperan penting sebagai antioksidan melalui mekanisme donasi atom hidrogen untuk menetralkan radikal bebas, sehingga berpotensi mendukung aktivitas *anti-aging* (Esquivel & Jiménez, 2012). Golongan asam organik, yaitu *Quinic acid*; *Decanoic acid, 3-methyl*; dan *9,11-octadecadiynic acid, 8-hydroxy-, methyl ester*. Golongan fitosterol (*(23S)-ethylcholest-5en-3β-ol*). Golongan senyawa heterosiklik (*3-methyl-1,2,4-benzoxazinone* dan *6-aza-5,7,12,14-tetrathiapentacene*), turunan piranon (*4H-Pyran-4-one, 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6 methyl-*), senyawa alkaloid (*caffeine*), turunan asam amino (*L-Alanine, N valeryl-, hexadecyl ester*).

Setiap golongan senyawa yang teridentifikasi menunjukkan mekanisme kerja biologis yang khas dan berpotensi saling melengkapi, terutama dalam mendukung aktivitas antioksidan yang berkaitan erat dengan efek penuaan. Salah satu golongan penting adalah senyawa fenolik, yang secara struktural ditandai oleh keberadaan satu atau lebih gugus hidroksil (-OH) yang terikat pada cincin aromatik. Struktur ini berperan penting dalam aktivitas antioksidan karena memungkinkan senyawa fenolik menyumbangkan atom hidrogen atau elektron kepada radikal bebas, sehingga membentuk radikal fenoksil yang lebih stabil dan menghentikan reaksi berantai oksidatif. Selain itu, konjugasi elektron dalam cincin aromatik pada senyawa fenolik memperkuat stabilitas radikal hasil reaksi dan meningkatkan kemampuan senyawa ini untuk menangkap (*scavenge*) radikal bebas. Fenolik juga berfungsi sebagai agen pengkelat logam (*metal chelator*) dengan cara berinteraksi dengan ion logam transisi seperti Fe^{2+} dan Cu^{2+} yang berperan dalam pembentukan spesies oksigen reaktif (ROS). Dengan demikian, aktivitas pengkelatan ini dapat menghambat reaksi Fenton dan mengurangi pembentukan radikal hidroksil berbahaya.

Mekanisme-mekanisme tersebut menjelaskan kontribusi senyawa fenolik terhadap perlindungan sel dari stres oksidatif, memperlambat kerusakan lipid, protein, dan DNA, serta menjaga integritas struktural kulit yang relevan dalam aktivitas ant. Berdasarkan struktur dan fungsinya, senyawa fenolik dapat

diklasifikasikan ke dalam beberapa subkelompok, yaitu asam fenolat, flavonoid, tanin, dan stilben (Diniyah & Lee, 2020).

Secara keseluruhan, profil GC–MS menunjukkan bahwa aktivitas biologis utama dari minyak atsiri cascara kopi robusta *green bean* terutama berasal dari senyawa fenolik volatil, alkaloid, dan senyawa heterosiklik, dibandingkan senyawa terpenoid. Komposisi kimia yang unik ini menunjukkan bahwa fraksi volatil cascara kopi robusta memiliki karakteristik berbeda dari minyak atsiri konvensional, namun tetap memperkuat potensi bioaktivitasnya sebagai antioksidan alami. Dengan demikian, minyak atsiri cascara kopi robusta *green bean* berpotensi dikembangkan sebagai bahan aktif alami dalam produk kosmetik *anti-aging* berkat kandungan senyawa fenolik dan alkaloid yang mendukung perlindungan terhadap stres oksidatif.

3.2 Analisis Bioaktivitas Pada Minyak Atsiri Cascara Kopi Robusta *Green Bean*

Tabel 2 menunjukkan adanya beberapa senyawa dalam minyak atsiri cascara kopi robusta *green bean* yang memiliki aktivitas sebagai antioksidan. Dalam mengetahui apakah senyawa-senyawa tersebut berhubungan dengan agen *anti-aging* atau mempunyai cara kerja yang berpotensi sebagai agen *anti-aging*, maka *cannonical SMILE* disalin dari *PubChem* dan dilanjutkan dengan mencari mekanisme senyawa tersebut dengan *software PASS Online*. Berikut merupakan hasil analisis dari *PASS Online* yang meliputi nilai Pa (*Probable activity*), nilai Pi (*Probable inactivity*) dan mekanismenya.

Tabel 2. Hasil Analisis Bioaktivitas Senyawa Menggunakan *PASS Online* Pada Minyak Atsiri Cascara Kopi Robusta *Green Bean*

No.	Nama Senyawa	Nilai Pa	Nilai Pi	Bioaktivitas
1.	Phenol	0,566	0,004	Antiinflamasi
		0,501	0,004	Hyaluronic acid agonist
		0,577	0,004	Antiinflamasi
2.	Phenol, 2-methoxy-	0,543	0,013	Lipid peroxidase inhibitor
		0,509	0,010	Free radical scavenger
3.	4H-Pyran-4-one, 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-	0,587	0,005	Antioxidant
4.	1,2-Benzenediol	0,566	0,004	Antiinflamasi
		0,501	0,007	Antioxidant
		0,501	0,004	Hyaluronic acid agonist
5.	1,4-Benzenediol	0,562	0,004	Antiinflamasi
		0,503	0,004	Hyaluronic acid agonis
6.	2-(2-Hydroxyethoxy)Phenol	0,570	0,011	Lipid peroxidase inhibitor
7.	Quinic acid	0,830	0,003	Antioxidant
		0,705	0,015	Antiinflamasi
8.	Decanoic acid, 3-methyl ,	0,524	0,005	Antiinflamasi

No.	Nama Senyawa	Nilai Pa	Nilai Pi	Bioaktivitas
	3-Methyldecanoic acid			
9.	9,11-Octadecadiynoic Acid, 8-Hydroxy-, methyl ester	0,862	0,001	Antiinflamasi
10	(23s)-Ethylcholest-5-En-3.Beta.-Ol	0,632	0,002	Retinol O-fatty-acyltransferase inhibitor
		0,529	0,048	Antiinflamasi
		0,144	0,110	Antioxidant
		0,308	0,065	Antiinflamasi
11	3-Methyl-1,2,4-Benzoxazinone	0,310	0,048	Hyaluronic acid agonist
		0,248	0,094	Lipid peroxidase inhibitor
		0,202	0,074	Free radical scavenger
12	6-Aza-5,7,12,14-Tetrathiapentacene	0,266	0,102	Antiinflamasi
		0,271	0,066	Hyaluronic acid agonist
		0,169	0,106	Free radical scavenger
13	Caffeine	0,189	0,145	Lipid peroxidase inhibitor

Analisis *in silico* dengan *PASS Online* dilakukan untuk memprediksi potensi bioaktivitas dari setiap senyawa yang telah teridentifikasi. Nilai Pa >0,7 menunjukkan bahwa senyawa tersebut mempunyai bioaktivitas yang sangat kuat berdasarkan pengujian di laboratorium dan mempunyai tingkat kesamaan yang tinggi dengan senyawa obat dalam aktivitas biologis yang serupa, jika nilai $0,5 < Pa < 0,7$ maka senyawa tersebut mempunyai aktivitas biologis yang kuat berdasarkan uji laboratorium dan berpotensi dalam pengembangan senyawa obat yang baru dengan bioaktivitas terkait. Namun, nilai $Pa < 0,5$ menunjukkan bahwa senyawa mempunyai aktivitas biologis yang rendah pada uji laboratorium serta berpotensi rendah jika dikembangkan sebagai senyawa obat (Raihan *et al.*, 2023). Analisis ini memberikan gambaran awal mengenai mekanisme aksi yang relevan dengan *anti-aging* sebelum dilakukan pengujian *in vitro* maupun *in vivo*.

Berdasarkan hasil analisis *PASS Online* terhadap minyak atsiri cascara kopi robusta *green bean*, teridentifikasi dua senyawa dengan nilai probabilitas aktivitas (Pa) > 0,7, yaitu 9,11-Octadecadiynoic acid, 8-hydroxy-, methyl ester dan Quinic acid. Pada senyawa Quinic acid, hasil prediksi menunjukkan Pa = 0,830 untuk aktivitas *antioxidant* dan Pa = 0,705 untuk aktivitas *anti-inflammatory*. Hasil ini sejalan dengan penelitian oleh Hung *et al.* (2006) dan Bare *et al.* (2019) yang melaporkan bahwa *quinic acid* memiliki aktivitas antioksidan dan antiinflamasi. Secara mekanistik, *quinic acid* bekerja dengan menangkap spesies oksigen reaktif (ROS) dan menghambat jalur pensinyalan inflamasi seperti NF- κ B (*nuclear factor kappa B*) serta MAPK (*mitogen-activated protein kinase*). Penghambatan terhadap

jalur tersebut dapat menurunkan ekspresi enzim proinflamasi seperti iNOS (*inducible nitric oxide synthase*) dan COX-2 (*cyclooxygenase-2*), yang berperan dalam pembentukan mediator peradangan. Dengan demikian, *quinic acid* tidak hanya berfungsi sebagai antioksidan langsung, tetapi juga melindungi sel dari stres oksidatif dan inflamasi kronis, yang merupakan faktor utama dalam proses penuaan kulit (*skin aging*).

Sementara itu, senyawa *9,11-Octadecadiynoic acid, 8-hydroxy-, methyl ester* memiliki $Pa = 0,862$ sebagai *anti-inflammatory*. Hasil ini konsisten dengan temuan Revol-Cavalier *et al.* (2024) yang menjelaskan bahwa *octadecanoid*, yaitu kelompok luas lipid turunan asam lemak 18-karbon (C18) yang mengalami oksidasi membentuk gugus *hydroxy-*, *oxo-*, atau *methyl ester*, memiliki aktivitas antiinflamasi melalui penghambatan jalur NF- κ B, MAPK, iNOS/NO, dan COX-2, serta menginduksi pembentukan lipid mediator resolusi seperti resolvin dan protectin. Mekanisme ini berkontribusi terhadap penghambatan peradangan, perlindungan struktur seluler, serta stimulasi regenerasi jaringan kulit. Oleh karena itu, aktivitas antiinflamasi dari senyawa ini tidak hanya berperan dalam meredakan peradangan, tetapi juga memperlambat penuaan sel dan mendukung efek *anti-aging* secara keseluruhan.

Selain kedua senyawa tersebut, terdapat beberapa senyawa lain dengan nilai $0,5 < Pa < 0,7$ yang juga berpotensi berperan dalam mekanisme *anti-aging* (lihat Tabel 2). Senyawa-senyawa ini termasuk dalam kelompok fenolik, seperti *Phenol*, *Phenol, 2-methoxy-* (*Guaiacol*), *1,2-Benzenediol* (*Catechol*), dan *1,4-Benzenediol* (*Hydroquinone*). Golongan fenolik dikenal memiliki kemampuan menyumbangkan atom hidrogen atau elektron kepada radikal bebas, menstabilkan radikal hasil reaksi oksidatif, serta mengkelat ion logam transisi (Fe^{2+} , Cu^{2+}) yang dapat memicu pembentukan ROS. Kombinasi aktivitas antioksidan dan pengkelatan logam ini menjadikan senyawa fenolik penting dalam perlindungan terhadap kerusakan oksidatif dan penuaan seluler.

3.3 Analisis Aktivitas Antioksidan Pada Minyak Atsiri Cascara Kopi Robusta Green Bean

Nilai absorbansi yang diperoleh digunakan untuk menentukan persentase penghambatan radikal bebas (% inhibisi) DPPH. Selanjutnya nilai IC_{50} dihitung dengan menggunakan persamaan regresi linear dari kurva yang menggambarkan

hubungan antara konsentrasi sampel dan persen penghambatan dengan rumus $Y = ax + b$, di mana konsentrasi sampel (mg/L) dianggap sebagai variabel (X) dan nilai persentase penghambatan sebagai sumbu (Y) (Tabel 3).

Tabel 3. Hasil Analisis Perendaman DPPH dalam Minyak Atsiri Cascara Kopi Robusta *Green Bean* dan Vitamin C

Sampel	Konsentrasi (mg/L)	Absorbansi Sampel		% Inhibisi		Rata-rata Inhibisi	%
		A	B	A	B		
Minyak atsiri cascara kopi robusta <i>green bean</i>	0	0,900	0,904	0,00	0,00	0,00	
	4	0,787	0,762	12,56	15,71	14,13	
	8	0,644	0,635	28,44	29,76	29,10	
	13	0,513	0,504	43,00	44,25	43,62	
	17	0,397	0,391	55,89	56,75	56,32	
	22	0,279	0,281	69,00	68,92	68,96	
Vitamin C	1	0,385		33,16			
	2	0,363		36,98			
	4	0,293		49,13			
	8	0,226		60,76			

Menurut Bahriul, 2014 dalam Sundoro *et al.* (2024), berdasarkan klasifikasi umum digunakan dalam uji DPPH, aktivitas antioksidan dapat dikategorikan sebagai sangat kuat jika nilai IC_{50} kurang dari 50 mg/L, sedang jika nilai IC_{50} 50-100 mg/L, lemah jika nilai IC_{50} 150-200 mg/L, dan sangat lemah jika nilai IC_{50} 200 mg/L. Hal ini menunjukkan, semakin kecil nilai IC_{50} maka semakin tinggi potensi aktivitas antioksidan dari suatu senyawa. Hal ini menunjukkan, semakin kecil nilai IC_{50} , maka semakin tinggi potensi aktivitas antioksidan dari suatu senyawa.

Tabel 4. Hasil Tingkat Kekuatan Antioksidan dari Minyak Atsiri Cascara Kopi Robusta *Green Bean* dan Vitamin C

Sampel	Persamaan Regresi	IC_{50} (mg/L)	Kategori
Minyak Atsiri Cascara Kopi Robusta <i>Green bean</i>	$y = 3,1479x + 1,7787$ $R^2 = 0,9959$	15,32	Sangat Kuat
Vitamin C	$y = 3,9863x + 30,059$ $R^2 = 0,9722$	5,00	Sangat Kuat

Berdasarkan hasil analisis kuantitatif (Tabel 4), minyak atsiri cascara kopi robusta *green bean* menunjukkan kemampuan peredaman radikal bebas yang sangat kuat dengan nilai IC_{50} sebesar 15,78 mg/L, meskipun masih lebih rendah dibandingkan vitamin C yang memiliki IC_{50} 5,00 mg/L sebagai standar pembanding.

Vitamin C (asam askorbat) dipilih sebagai kontrol positif karena merupakan antioksidan murni dengan aktivitas pereduksi tinggi yang menghasilkan persentase

penghambatan signifikan sebesar 95,74%, serta banyak digunakan sebagai standar pada metode DPPH. Senyawa ini bekerja dengan cara menyumbangkan atom hidrogen atau elektron untuk mengubah radikal DPPH menjadi bentuk non-radikal (Idris & Kasumawati, 2024).

Kapasitas protektif minyak atsiri cascara kopi robusta *green bean* yang sangat kuat diduga dipengaruhi oleh keberadaan senyawa fenolik seperti *Phenol*, *Phenol*, *2-methoxy-* (Guaiacol), *1,2-benzenediol* (Catechol), *1,4-benzenediol* (Hydroquinone), dan *2-(2-hydroxyethoxy)phenol*. Gugus hidroksil (-OH) pada struktur aromatik senyawa-senyawa tersebut mampu menyumbangkan elektron kepada radikal bebas, menghasilkan senyawa antara yang stabil. Mekanisme ini sejalan dengan hasil *de Sousa et al.* (2024) yang menyatakan bahwa komponen minyak atsiri bergugus fenol bertindak sebagai *radical scavenger* melalui mekanisme *penghambatan peroksidasi lipid*. Temuan ini konsisten dengan laporan *Gulcin* (2020) dalam *de Sousa et al.* (2024), bahwa kapasitas antioksidan tinggi pada *cascara* terutama disebabkan oleh keberlimpahan polifenol, termasuk asam klorogenat, yang mampu menekan stres oksidatif dan menjaga kestabilan membran sel.

Mekanisme tersebut berkontribusi langsung terhadap efek *anti-aging*, karena penetralan radikal bebas dapat menurunkan pembentukan peroksida, melindungi membran sel dari kerusakan oksidatif, serta memperlambat degradasi kolagen dan elastin yang menjadi penanda penuaan kulit. Dengan demikian, minyak atsiri cascara kopi robusta *green bean* memiliki potensi sebagai sumber bahan aktif alami untuk formulasi kosmetik maupun farmasi.

Selain itu, tidak hanya faktor komposisi kimia yang berperan, tetapi juga faktor fisiologis seperti tingkat kematangan buah kopi. Rustiah dan Umriani, (2018) menyatakan bahwa kapasitas penangkal radikal pada buah sangat dipengaruhi oleh kandungan senyawa bioaktifnya, yang berubah seiring tingkat kematangan. Aktivitas protektif ini terutama dikaitkan dengan keberadaan fenolik, alkaloid, dan terpenoid, yang bekerja sinergis dalam meredam oksidasi. Kondisi ini mendukung hasil penelitian ini bahwa *cascara* pada tahap *green bean* memiliki potensi antioksidan yang signifikan, menjadikannya kandidat agen *anti-aging* alami yang menjanjikan.

4. SIMPULAN

Minyak atsiri cascara kopi robusta *green bean* teridentifikasi mengandung 20 senyawa yang komposisinya didominasi oleh golongan senyawa fenolik volatil, alkaloid, dan heterosiklik. Analisis *in silico* PASS Online memprediksi bahwa senyawa *Quinic acid* menunjukkan potensi tertinggi sebagai antioksidan. Temuan ini selanjutnya diperkuat oleh verifikasi empiris, di mana hasil uji aktivitas antioksidan dengan metode DPPH menunjukkan aktivitas antioksidan yang sangat kuat dalam menangkap radikal bebas, dengan nilai IC₅₀ 15,78 mg/L. Nilai ini secara signifikan berada di bawah ambang batas kategori sangat kuat (<50 mg/L), yang menegaskan potensinya sebagai agen penangkal radikal bebas. Disarankan penelitian lebih lanjut untuk melakukan isolasi senyawa-senyawa bioaktif yang paling berkontribusi serta menguji efikasinya secara *in vivo* dalam formulasi topikal *anti-aging*.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Z., & Damayanti. (2018). Penuaan kulit : patofisiologi dan manifestasi klinis (skin aging: pathophysiology and clinical manifestation). *Berkala Ilmu Kesehatan Kulit Dan Kelamin*, 30(3).
<https://doi.org/https://doi.org/10.20473/bikk.V30.3.2018.208-215>
- BRMP: Badan Perakitan dan Modernisasi pertanian, Kementerian Pertanian. (2025). *Tren 2025: peluang dan daya saing kopi*.
<https://perkebunan.brmp.pertanian.go.id/berita/tren-2025-peluang-dan-daya-saing-kopi>
- Bare, Y., Kuki, A. D., Rophi, A. H., Krisnamurti, G. C., Lorenza, M. R. W. G., & Sari, D. R. T. (2019). Prediksi asam kuinat sebagai *anti-inflamasi* terhadap COX-2 secara virtual. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 4(3), 124-129.
<https://doi.org/10.24002/biota.v4i3.2516>
- Esquivel, P., & Jiménez, V. M. (2012). Functional properties of coffee and coffee by-products. *Food Research International*, 46(2), 488–495.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.05.028>
- de Sousa, D. P., Damasceno, R. O. S., Amorati, R., Elshabrawy, H. A., de Castro, R. D., Bezerra, D. P., & Lima, T. C. (2024). Essential oils: chemistry and pharmacological activities—part II. *Biomedicines*, 13(7).
<https://doi.org/10.3390/biomedicines12061185>
- Diniyah, N., & Lee, S.-H. (2020). Komposisi senyawa fenol dan potensi antioksidan dari kacang-kacangan: review. *Jurnal Agroteknologi*, 14(01), 91.
<https://doi.org/10.19184/j-agt.v14i01.17965>
- Hung, T. M., Na, M., Thuong, P. T., Su, N. D., Sok, D., Song, K. S., ... & Bae, K. (2006). Antioxidant activity of caffeoyl quinic acid derivatives from the roots of *Dipsacus asper* Wall. *Journal of ethnopharmacology*, 108(2), 188-192.
<https://doi.org/10.1016/j.jep.2006.04.029>
- Hussen, N., Abdulla, S., Ali, N., Ahmed, V., Hasan, A., & Qadir, E. (2025). Role of antioxidants in skin aging and the molecular mechanism of ROS: a

- comprehensive review. *Aspects of Molecular Medicine*, 1–12. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.amolm.2025.100063>
- Idris, M., & Kasumawati, F. (2024). Validation of vitamin c analysis method and evaluation of antioxidant activity of various plant extracts from South Kalimantan using uv-vis spectrophotometer. *Jurnal Ilmiah Berkala: Sains dan Terapan Kimia*, 18(2). <http://dx.doi.org/10.20527/jstk.v18i2.17595>
- Padidi, N., Wisdawati, E., & Baba, B. (2024). Formulasi pupuk organik limbah kulit kopi dengan penambahan tanaman penghasil nitrogen terhadap pertumbuhan bibit kopi robusta (*Coffea canephora* L.). *Agroplantae*, 13(1), 82–91. <https://doi.org/https://doi.org/10.51978/agro.v13i1.811>
- Papaccio, F., Caputo, S., & Bellei, B. (2022). Focus on the contribution of oxidative stress skin aging antioxidants. *Antioxidants*, <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/antiox11061121>
- Pebrianti, D., Kristiawan, M. A., Qoiriyah, R. H., Kholisah, S. N., Fakhira, A. H., Azizah, L. N., Rakhmawati, C. D., Salim, M. H., Solikhah, A., Pramesti, R. A., Septiawati, R. P., Sulistyowati, M. I., & Rijal, M. A. S. (2023). Potential of collagen as an active ingredient in cosmetics. *Berkala Ilmiah Kimia Farmasi*, 10(2), 48–54. <https://doi.org/10.20473/bikfar.v10i2.46518>
- Poláková, K., Bobková, A., Demianová, A., Bobko, M., Mesárošová, A., Jurčaga, L., Švecová, T., Lidiková, J., & Belej, Ľ. (2025). Bioactive compounds and heavy metals content in Cascara Coffea Arabica. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 14(6), 1–6. <https://doi.org/10.55251/jmbfs.11759>
- Prakoeswa, F. R. S., & Sari, W. A. (2022). Penuaan kulit dan terapi yang aman bagi geriatri: artikel review skin. *Jurnal Sains Dan Kesehatan*, 4(5), 557–568. <https://doi.org/https://doi.org/10.25026/jsk.v4i5.1294>
- Rahmadini, F., Julianti, E., & Lubis, Z. (2020). Warna kulit dan komposisi kimia buah asam gelugur (*Garcinia atroviridis* Griffith et Anders.) pada tingkat kematangan yang berbeda. *Agrointek*, <https://doi.org/10.21107/agrointek.v14i2.6159>
- Raihan, A., Illahi, A. K., Rokhimah, S., Elisa, T. P. P., & Maliza, R. (2023). Identification of bioactive solutions of corn silk (*Zea mays* L.) extract and biological activity test by bioinformatics. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(1), 245–250. <https://doi.org/10.29303/jbt.v23i1.5846>
- Revol-Cavalier, J., Quaranta, A., Newman, J. W., Brash, A. R., Hamberg, M., & Wheelock, C. E. (2024). The Octadecanoids: synthesis and bioactivity of 18-carbon oxygenated fatty acids in mammals, bacteria, and fungi. *Chemical Reviews*, 125(1), 1-90. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.3c00520>
- Rustiah, W., & Umriani, N. (2018). Antioxidant activity test from fruit extract kawista (*Limonia acidissima*) using uv-vis spectrofotometer. *Indo.J.Chem.Res.* 6(1), 534–537. <https://doi.org/10.30598/ijcr.2018.6-wao>
- Romauli, N. D. M., Siahaan, F. T. K., Sagala, M., Sihombing, H. V., Ambarita, H., & Manurung, H. (2023). Comparative investigation on the nutritional value of fresh coffee pulp, cascara powder, and cascara sap from arabica, robusta, and liberica coffee. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1230(1), 1–12. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1230/1/012153>
- Sholikhati, A., Sukoharjanti, B. T., & Rusidah, Y. (2023). Potensi ekstrak kopi (*Coffea* Sp.) sebagai antioksidan: review. *Jurnal Medika Indonesia*, 4(2), 30–38. <https://doi.org/10.26751/.v4i2.2049>
- Sofwan, R. (2013). *Bugar selalu di tempat kerja*. Jakarta: PT Bhuana Ilmu Populer.

- Sundoro, A. K., Syukur, M., Elisa, N., & Advistasari, Y. D. (2024). Penentuan nilai ic 50 ekstrak daun jambu (*Syzygium aqueum*) dengan metode DPPH (1, 1-difenil-2-pikrilhidrazil). *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 13(2), 176–180. Retrieved from <https://repository.stifar.ac.id/Repository/article/view/674>
- Syabila, F. A., Supriyanti, F. M. T., & Zackiyah, Z. (2024). Herb-fortified arabica cascara infusion as a functional beverage. *Jurnal Natural Scientiae*, 4(2), 1–10. <https://doi.org/https://doi.org/10.20527/jns.v4i2.13445>
- Winahyu, D. A., Marcellia, S., & Diatri, M. I. (2021). Uji aktivitas antioksidan ekstrak kulit buah kopi robusta (*Coffea canephora Pierre ex A.Foehner*) dalam sediaan krim. *Jurnal Farmasi Malahayati*, 4(1), 82–92. <https://doi.org/10.33024/jfm.v4i1.4470>
- Yang, J., & Park, M.-J. (2025). Antioxidant effects of essential oils from the peels of citrus cultivars. *Molecules*, 30(4), 833. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/molecules30040833>
- Yasin, R. M., Fahira, K. T., & Alpandari, H. (2023). Pemanfaatan kulit kopi menjadi teh cascara bagi pengusaha Kopi Robusta Gunung Muria. *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(1), 01–10. Retrieved from <https://journal.unj.ac.id/unj/index.php/snppm/article/view/39278>