

CHARACTERISTICS OF ARABICA COFFEE PARCHMENT EXTRACT AS ANTIOXIDANT SOURCE IN VARIATION OF SOLVENT TYPES AND EXTRACTION POWER USING MICROWAVE ASSISTED EXTRACTION

KARAKTERISTIK EKSTRAK KULIT TANDUK KOPI ARABIKA SEBAGAI SUMBER ANTIOKSIDAN PADA VARIASI JENIS PELARUT DAN DAYA EKSTRAKSI MENGGUNAKAN MICROWAVE ASSISTED EXTRACTION

I Gede Made Satya, Gusti Putu Ganda Putra*, A A Made Dewi Anggreni

PS Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana,
Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Indonesia

Diterima 30 Juni 2025 / Disetujui 30 Juli 2025

ABSTRACT

*The parchment skin of Arabica coffee is a by-product of the hulling process that contains bioactive compounds such as phenols and flavonoids, which have potential as natural antioxidants. This study aims to determine the effect of solvent type and extraction power using Microwave Assisted Extraction (MAE) on the characteristics of Arabica coffee parchment extract (*Coffea arabica L.*), as well as to identify the best treatment combination for producing extracts with high antioxidant potential. A factorial Completely Randomized Design (CRD) was used with two factors: the type of solvent (ethanol, methanol, and acetone) and extraction power (300, 450, and 600 watts). The data were analyzed using analysis of variance (ANOVA), followed by the Honest Significant Difference (HSD) test. Observed variables included extract yield, total phenolic content, total flavonoid content, and antioxidant capacity. The results showed that the type of solvent, extraction power, and their interaction had a highly significant effect on extract yield, total phenolic content, and total flavonoid content, while a significant effect was observed on antioxidant capacity. The best treatment was obtained using ethanol as the solvent and an extraction power of 600 watts, resulting in an extract yield of $6.06 \pm 0.15\%$, total phenolic content of 2.83 ± 0.0293 mg GAE/g, total flavonoid content of 7.86 ± 0.01 mg QE/g, and antioxidant capacity of 0.48 ± 0.011 mg GAEAC/g.*

Keywords : antioxidant, extraction, Arabica coffee parchment, solvent type, extraction power

ABSTRAK

Kulit tanduk kopi arabika merupakan limbah hasil proses pengelupasan (*hulling*) dari biji kopi yang mengandung senyawa bioaktif seperti fenol dan flavonoid yang berpotensi sebagai sumber antioksidan alami. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis pelarut dan daya pada ekstraksi menggunakan Microwave Assisted Extraction (MAE) terhadap karakteristik ekstrak kulit tanduk kopi arabika (*Coffea arabica L.*) serta menentukan kombinasi perlakuan terbaik yang dapat menghasilkan ekstrak kulit tanduk kopi arabika sebagai sumber antioksidan. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama yaitu jenis pelarut yang terdiri dari etanol, metanol, dan aseton, dan faktor kedua yaitu daya ekstraksi yang terdiri dari 3 taraf yaitu 300, 450, dan 600 Watt. Variabel yang diamati meliputi rendemen ekstrak, total fenol, totak flavonoid, dan kapasitas antioksidan. Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis varian dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur. Hasil penelitian menunjukkan jenis pelarut dan daya ekstraksi serta interaksinya berpengaruh sangat nyata terhadap rendemen ekstrak, total fenol, dan total flavonoid, sedangkan pada

* Korespondensi Penulis :
Email: gandaputra@unud.ac.id

kapasitas antioksidan berpengaruh nyata. Perlakuan terbaik diperoleh pada jenis pelarut etanol dan daya 600 Watt, dengan karakteristik rendemen 600 watt, dengan karakteristik rendemen sebesar $6,06 \pm 0,15\%$, total fenolik yaitu $2,83 \pm 0,0293$ mg GAE/g, total flavonoid yaitu $7,86 \pm 0,01$ mg GAE/g, dan kapasitas antioksidan yaitu $0,48 \pm 0,011$ mg GAEAC/g.

Kata kunci : antioksidan, ekstraksi, kulit tanduk kopi arabika, jenis pelarut, daya ekstraksi

PENDAHULUAN

Kopi arabika (*Coffea arabica L.*) merupakan salah satu subsektor terbesar di Indonesia dengan basis sumber daya alam yang memiliki peran penting bagi pertumbuhan perekonomian masyarakat Indonesia (Puspaningrum et al. 2019). Menurut Badan Pusat Statistika Indonesia pada tahun 2023 hasil produksi perkebunan rakyat menurut jenis tanaman, kopi yang dihasilkan di Indonesia mencapai 756,10 ribu ton, serta pada data hasil produksi perkebunan kopi di Provinsi Bali mencapai 14.578 ton/tahun (Badan Pusat Statistika., 2024). Hasil perkebunan khususnya kopi arabika yang diproduksi di Provinsi Bali pada tahun 2023 mencapai 3.644 ton, dan kabupaten Bangli merupakan penghasil terbanyak jika dibandingkan dengan kabupaten lain yang ada di Provinsi Bali yaitu sebesar 1.960 ton pada tahun 2023 (BPS Bali., 2024).

Buah kopi terdiri dari 4 bagian yaitu 20% lapisan kulit luar (*exocarp*), 5% daging buah (*mesocarp*), 15% kulit tanduk (*endocarp*), dan 60% biji kopi (*endosperm*) (Survei pendahuluan., 2024). Proses pengolahan kopi menghasilkan berbagai limbah organik, salah satunya adalah kulit tanduk kopi, yang mencakup sekitar 15% dari total berat buah kopi. Kulit tanduk kopi, atau endocarp, adalah lapisan keras yang melindungi biji kopi di dalam buah (Nurlaila, 2021). Pemanfaatan kulit tanduk kopi ini belum dimanfaatkan secara optimal dan hanya digunakan sebagai pupuk organik oleh petani.

Berdasarkan penelitian Sholichah et al. (2017) kulit tanduk kopi memiliki senyawa bioaktif berupa flavonoid berkisar antara 19,66 - 20,11 mg/g dan fenol berkisar antara 8,316,52 - 8,576,76 mg/kg, yang berpotensi sebagai sumber antioksidan. Antioksidan adalah senyawa yang mampu melindungi sel-sel tubuh dari kerusakan akibat radikal bebas, molekul yang tidak stabil dan dapat menyebabkan berbagai penyakit seperti kanker, diabetes, dan penyakit jantung (Utami et al. 2020). Senyawa antioksidan dari kulit tanduk buah kopi dapat diperoleh dengan proses ekstraksi. Ekstraksi merupakan proses pemisahan zat dari suatu campuran dengan menggunakan pelarut yang sesuai (Hapsari et al. 2021). Salah satu metode ekstraksi yang digunakan yaitu *Microwave Assisted Extraction* (MAE).

MAE adalah metode ekstraksi yang menggunakan gelombang mikro untuk mempercepat proses ekstraksi dan meningkatkan efisiensi pengambilan senyawa bioaktif (Hapsari et al. 2021). Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi keberhasilan ekstraksi dengan menggunakan metode MAE, terutama jenis pelarut dan daya gelombang mikro. Pada proses ekstraksi menggunakan metode MAE, jenis pelarut mempengaruhi efektivitas ekstraksi antioksidan. Pelarut yang sering digunakan dalam ekstraksi senyawa bioaktif yaitu etanol, metanol, aseton, dan etil asetat (Taroresh et al. 2015). Selain jenis pelarut, daya gelombang mikro yang digunakan dalam proses MAE juga merupakan faktor penting yang dapat mempengaruhi hasil ekstraksi, semakin tinggi daya microwave yang digunakan, maka suhu dalam sistem juga akan meningkat, yang dapat mempercepat proses ekstraksi.

Pada penelitian Agustina (2020), melalui pengujian indeks efektivitas pada buah kakao, ditemukan bahwa penggunaan pelarut etanol dan daya 600 watt merupakan kombinasi terbaik untuk menghasilkan ekstrak kulit buah kakao sebagai pewarna alami. Menurut Luviana et al. (2023), ekstraksi daun pepaya menggunakan metode MAE menghasilkan rendemen ekstrak optimal dengan menggunakan pelarut metanol dan daya microwave 150 watt. Pada penelitian Sumiati. (2021) pelarut aseton merupakan pelarut yg baik untuk ekstraksi daun jati. Pengaruh daya microwave dalam metode MAE menunjukkan hasil bervariasi tergantung jenis bahan. Pada penelitian Gala et al. (2016) bahwa

ekstraksi bahan pewarna alami dari kayu mahoni memberikan hasil terbaik pada daya 380 watt. Sementara itu, Pratiwi et al. (2023) menemukan bahwa ekstrak kulit buah kakao menunjukkan efektivitas optimal pada daya 600 watt selama 6 menit.

Berdasarkan dari beberapa penelitian tersebut dapat diketahui bahwa jenis pelarut dan daya pada ekstraksi menggunakan metode Microwave Assisted Extraction (MAE) berpengaruh nyata terhadap karakteristik bahan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian dengan tujuan mengetahui pengaruh jenis pelarut dan daya pada ekstraksi menggunakan metode Microwave Assisted Extraction (MAE), serta menentukan jenis pelarut dan daya yang tepat pada ekstraksi kulit tanduk kopi menggunakan metode MAE untuk menghasilkan ekstrak dengan karakteristik kulit tanduk kopi terbaik sebagai sumber antioksidan.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kulit tanduk kopi arabika yang telah diproses secara basah (full wash), dan telah melalui proses *pulping*, kemudian disortasi untuk mendapatkan kulit tanduk yang bersih dari kotoran seperti kerikil dan kulit buah. Kulit tanduk kopi arabika diperoleh dari Desa Belantih, Kecamatan Kintamani, Kabupaten Bangli. Bahan kimia yang digunakan yaitu etanol 96% (Saba Kimia), aquades, standar asam galat (Sigma Aldrich), kristal DPPH (Sigma Aldrich), Reagen Folin-Ciocalteu (Merck), metanol PA, etanol PA (Merck), Na₂CO₃ (Merck), NaNO₂ 10% (Merck), AlCl₃ 10% (Merck), Standar kuersetin (Sigma Aldrich), dan NaOH 1% (Merck).

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu microwave (Samsung), oven dryer (ESCO Isotherm OFA-110-8), blender (Miyako), timbangan analitik (Shimadzu), spektrofotometer Uv-Vis (Geneyes 10S UV –Vis), kertas saring Whatman No.1, rotary vacuum evaporator (IKA RV 10 basivc), vortex, tabung reaksi (Iwaki), pipet volume 1 mL, Erlenmeyer, pipet volume 5 mL, pipet mikro (Socorex), ayakan 80 mesh, gelas beaker, labu ukur (Iwaki), rak tabung reaksi, gelas ukur (Iwaki), botol gelap, corong kaca, dan aluminium foil.

Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan menggunakan dua faktor. Faktor pertama yaitu jenis pelarut (P1 = etanol, P2 = metanol, dan P3 = aseton) dan faktor kedua yaitu daya *microwave* (D1 =300 Watt, D2 = 450 Watt, dan D3 =600 Watt). Masing-masing perlakuan dikelompokkan menjadi 2 kelompok berdasarkan waktu pelaksanaannya, sehingga diperoleh 18 unit percobaan. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan menggunakan analisis variasi (ANOVA), dan apabila perlakuan berpengaruh, maka akan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) dengan menggunakan software Microsoft Excel 2010. Penetuan perlakuan terbaik dari semua parameter yang diukur dilakukan dengan menggunakan uji indeks efektivitas (Trissanthi dan Susanto, 2016).

Pelaksanaan Penelitian

Pembuatan bubuk kulit tanduk kopi arabika

Pembuatan bubuk kulit tanduk kopi dalam penelitian ini mengikuti prosedur yang dilakukan oleh (Febriyanto et al., 2021) yang dimodifikasi. Proses pembuatan bubuk kulit tanduk kopi dimulai dengan melakukan sortasi untuk membersihkan kulit tanduk kopi dari benda asing seperti kerikil dan kulit buah kering . Selanjutnya dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 50°C selama ± 24 jam

menggunakan dehidrator, sehingga kadar air dari kulit tanduk menjadi 10% yang ditandai dengan kulit tanduk kopi mudah dihancurkan. Kulit tanduk kopi yang sudah kering di blender dan diayak hingga menghasilkan bubuk kulit tanduk kopi arabika dengan ukuran yaitu 80 mesh.

Ekstraksi bubuk kulit tanduk kopi

Pembuatan esktrak kulit tanduk kopi arabika pada penelitian ini mengikuti prosedur penelitian Praktyaksa et al. (2019) dengan sedikit perubahan pada berat bahan dan volume pelarut. Bubuk kulit tanduk kopi arabika ditimbang sebanyak 25 gram dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer dengan ditambahkan pelarut sesuai perlakuan (etanol teknis 96%, metanol teknis 99%, dan aseton teknis 90%) sebanyak 250 ml sehingga mendapatkan perbandingan 1:10. Kemudian bubuk kulit tanduk diekstrak menggunakan metode MAE selama 6 menit dengan daya sesuai perlakuan yang telah ditentukan (300 watt, 450 watt, 600 watt). Setelah itu hasil ekstraksi disaring menggunakan kertas Whatman no 1 sehingga menghasilkan filtrat. Filtrat yang didapatkan, dipekatkan dengan rotary evaporator menggunakan 100 mBar dengan suhu 40°C dengan kecepatan putaran 60 rpm untuk menghasilkan ekstrak kental. Ekstrak kental yang dihasilkan kemudian ditimbang untuk mengetahui rendemen ekstrak dan dilakukan analisis dan disimpan ke dalam pot cream.

Variabel yang Diamati

Variabel yang diamati pada penelitian ini adalah rendemen ekstrak (Sudarmadji et al., 1989), total fenol (Sakanaka et al. 2002), total flavonoid (Chang et al. 2002) dan kapasitas antioksidan (Blois, 1958).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan jenis pelarut dan daya ekstraksi menggunakan metode MAE serta interaksinya berpengaruh sangat nyata ($p \leq 0,01$) terhadap rendemen ekstrak kulit tanduk kopi arabika. Nilai rata-rata rendemen (%) ekstrak kulit tanduk kopi arabika yang didapatkan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai rata-rata rendemen (%) ekstrak kulit tanduk kopi arabika pada perlakuan jenis pelarut dan daya ekstraksi

Daya (Watt)	Jenis Pelarut		
	P1 (etanol)	P2 (metanol)	P3 (aseton)
D1 (300)	$3,36 \pm 0,10^c$	$3,71 \pm 0,29^c$	$1,57 \pm 0,36^d$
D2 (450)	$3,81 \pm 0,02^{bc}$	$4,27 \pm 0,07^b$	$1,77 \pm 0,25^d$
D3 (600)	$4,28 \pm 0,09^b$	$6,06 \pm 0,15^a$	$2,11 \pm 0,02^d$

Keterangan: Huruf berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada Uji BNJ dengan taraf kesalahan 1% ($p \leq 0,01$)

Tabel 1 menunjukkan bahwa hasil rata-rata rendemen ekstrak kulit tanduk kopi arabika tertinggi diperoleh dari perlakuan ekstraksi dengan jenis pelarut metanol dan daya 600 watt yaitu sebesar $6,06 \pm 0,15\%$, sedangkan rata-rata rendemen terendah diperoleh dari perlakuan ekstraksi dengan jenis pelarut aseton dan daya 300 watt yaitu $1,57 \pm 0,36\%$, tidak berbeda nyata dengan perlakuan ekstraksi dengan jenis pelarut aseton dan daya 450 watt yaitu $1,77 \pm 0,25\%$ dan perlakuan ekstraksi dengan jenis pelarut aseton dan daya 600 watt yaitu $2,11 \pm 0,02\%$. Hasil rendemen paling tinggi menggunakan jenis pelarut metanol kemudian etanol dan disusul dengan aseton. Hal ini dipengaruhi oleh perbedaan konstanta dielektrik, metanol memiliki nilai tertinggi (33,60), diikuti oleh etanol

(24,30) dan aseton (20,70), sehingga semakin polar pelarut, semakin besar kemampuannya mengekstrak senyawa (Sudarmadji et al. 2007). Hal ini sesuai pada penelitian Verdiana et al. (2018) bahwa ekstrak kulit buah lemon dengan menggunakan pelarut metanol 70% memiliki rendemen tertinggi, kemudian diikuti dengan pelarut etanol 70%, dan aseton 70%.

Selain itu, peningkatan daya microwave juga berkontribusi terhadap kenaikan rendemen. Daya tinggi meningkatkan suhu ekstraksi, mempercepat pelepasan senyawa aktif seperti fenol dan flavonoid dengan merusak dinding sel, sebagaimana dilaporkan oleh Barqi (2015) pada ekstraksi mikroalga yang menunjukkan rendemen lebih besar pada daya 450 watt dibanding 300 watt, semakin tinggi daya ekstraksi maka dinding sel semakin rusak sehingga senyawa yang keluar semakin banyak.

Total Fenol

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan jenis pelarut dan daya ekstraksi menggunakan metode MAE serta interaksinya berpengaruh sangat nyata ($p \leq 0,01$) terhadap total fenol ekstrak kulit tanduk kopi arabika. Nilai rata-rata total fenol (mg GAE/g) ekstrak kulit tanduk kopi arabika yang didapatkan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai rata-rata total fenol (mg GAE/g) ekstrak kulit tanduk kopi arabika pada perlakuan ukuran partikel dan lama ekstraksi

Daya (watt)	Jenis Pelarut		
	P1 (etanol)	P2 (metanol)	P3 (aseton)
D1 (300)	$2,16 \pm 0,0320^b$	$1,69 \pm 0,0140^c$	$1,08 \pm 0,006^d$
D2 (450)	$2,74 \pm 0,0325^a$	$1,78 \pm 0,0499^c$	$1,11 \pm 0,140^d$
D3 (600)	$2,83 \pm 0,0293^a$	$2,05 \pm 0,0399^{bc}$	$1,15 \pm 0,0424^d$

Keterangan: Huruf berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada Uji BNJ dengan taraf kesalahan 1% ($p \leq 0,01$)

Tabel 2 menunjukkan bahwa hasil total fenol dari ekstrak kulit tanduk kopi arabika tertinggi diperoleh pada perlakuan ekstraksi dengan jenis pelarut etanol dan daya 600 watt yaitu sebesar 2.83 ± 0.0293 mg GAE/g, tidak berbeda nyata dengan perlakuan ekstraksi dengan jenis pelarut etanol dan daya 450 watt yaitu 2.74 ± 0.0325 mg GAE/g, sedangkan rata-rata total fenol terendah diperoleh dari perlakuan ekstraksi dengan jenis pelarut aseton dan daya 300 watt yaitu 1.08 ± 0.006 mg GAE/g, tidak berbeda nyata dengan perlakuan ekstraksi dengan jenis pelarut aseton dan daya 450 watt yaitu 1.11 ± 0.140 mg GAE/g, dan juga perlakuan ekstraksi dengan jenis pelarut aseton dan daya 600 watt yaitu 1.15 ± 0.0424 mg GAE/g. Pada proses ekstraksi jenis pelarut dan daya ekstraksi yang berbeda dapat mempengaruhi hasil total fenolik yang dihasilkan (Sumantining et al. 2022).

Perlakuan jenis pelarut menunjukkan bahwa pada pelarut etanol menghasilkan nilai total fenol tertinggi dibandingkan dengan pelarut metanol dan aseton. Hal ini menunjukkan bahwa senyawa polifenol yang terdapat pada ekstrak kulit tanduk arabika memiliki tingkat kepolaran mendekati kepolaran pelarut etanol, sehingga senyawa polifenol dapat larut lebih banyak pada pelarut etanol daripada pelarut metanol dan aseton. Peningkatan daya microwave juga meningkatkan total fenol akibat peningkatan suhu yang mempercepat pelepasan senyawa bioaktif melalui kerusakan dinding sel. Namun, suhu berlebih dapat menurunkan kualitas senyawa aktif. Oleh karena itu, optimasi daya sangat penting agar diperoleh hasil ekstraksi maksimal tanpa merusak senyawa antioksidan (Milani et al. 2020).

Total Flavonoid

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan jenis pelarut dan daya ekstraksi menggunakan

metode MAE serta interaksinya berpengaruh sangat nyata ($p \leq 0,01$) terhadap total flavonoid ekstrak kulit tanduk kopi arabika. Nilai rata-rata total flavonoid (mg QE/g) ekstrak kulit tanduk kopi arabika yang didapatkan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai rata-rata total flavonoid (mg QE/g) ekstrak kulit tanduk kopi pada perlakuan ukuran partikel dan lama ekstraksi

Daya (watt)	Jenis Pelarut		
	P1 (etanol)	P2 (metanol)	P3 (aseton)
D1(300)	7,38 ± 0,03 c	6,99 ± 0,05 d	5,50 ± 0,04 e
D2(450)	7,58 ± 0,04 bc	7,15 ± 0,09 d	5,63 ± 0,04 e
D3(600)	7,86 ± 0,01 a	7,70 ± 0,09 ab	5,69 ± 0,06 e

Keterangan: Huruf berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada Uji BNJ dengan taraf kesalahan 1% ($p \leq 0,01$)

Tabel 3, menunjukkan bahwa hasil total flavonoid dari ekstrak kulit tanduk kopi arabika tertinggi diperoleh pada perlakuan ekstraksi dengan jenis pelarut etanol dan daya 600 watt yaitu sebesar 7.86 ± 0.01 mg QE/g tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan ekstraksi pada jenis pelarut metanol dan daya 600 watt yaitu sebesar 7.70 ± 0.09 mg QE/g, sedangkan rata-rata total flavonoid terendah diperoleh dari perlakuan ekstraksi dengan jenis pelarut aseton dan daya 300 watt yaitu 5.50 ± 0.04 mg QE/g, tidak berbeda nyata dengan perlakuan ekstraksi dengan jenis pelarut aseton dan daya 450 watt yaitu 5.63 ± 0.04 mg QE/g, dan perlakuan ekstraksi dengan jenis pelarut aseton pada daya 600 watt sebesar 5.69 ± 0.06 mg QE/g.

Peningkatan daya microwave dari 300 hingga 600 watt pada semua jenis pelarut secara konsisten meningkatkan kadar flavonoid. Efek ini disebabkan oleh peningkatan suhu yang dihasilkan oleh daya tinggi, sehingga mempercepat kerusakan dinding sel dan pelepasan senyawa flavonoid (Luviana et al. 2022). Hal ini juga diperkuat oleh penelitian Livia et al. (2023) yang melaporkan bahwa daya 600 watt menghasilkan total flavonoid tertinggi pada ekstrak kulit buah kakao menggunakan metode MAE.

Jenis pelarut memiliki pengaruh signifikan terhadap hasil ekstraksi, dimana etanol menghasilkan kadar flavonoid tertinggi. Hal ini disebabkan oleh kesesuaian polaritas antara pelarut etanol dan senyawa flavonoid, yang bersifat cukup polar. Pelarut dengan kepolaran serupa dengan senyawa yang di ekstrak akan lebih efektif dalam mengekstraknya (Sumantining et al. 2022; Verdiana et al. 2018). Kemudian pada penelitian Agustina et al. (2020) pelarut etanol menghasilkan total flavonoid lebih tinggi dibandingkan metanol dan aseton pada ekstraksi kulit buah kakao.

Kapasitas Antioksidan

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan jenis pelarut dan daya ekstraksi menggunakan metode MAE serta interaksinya berpengaruh sangat nyata ($p \leq 0,01$) terhadap kapasitas antioksidan ekstrak kulit tanduk kopi arabika. Nilai rata-rata kapasitas antioksidan (mg QE/g) ekstrak kulit tanduk kopi arabika yang didapatkan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 menunjukkan bahwa hasil rata-rata kapasitas antioksidan dari ekstrak kulit tanduk kopi arabika tertinggi diperoleh pada perlakuan ekstraksi dengan jenis pelarut etanol dan daya 600 watt yaitu sebesar 0.48 ± 0.011 mg GAEAC/g, tetapi tidak berbeda nyata dengan pelarut etanol menggunakan daya 450 watt yaitu sebesar 0.45 ± 0.013 mg GAEAC/g dan juga pelarut metanol dan daya 600 watt yaitu sebesar 0.45 ± 0.012 mg GAEAC/g, sedangkan rata-rata kapasitas

antioksidan terendah diperoleh dari perlakuan ekstraksi dengan jenis pelarut aseton dan daya 300 sebesar 0.31 ± 0.008 mg GAEAC/g, tidak berbeda nyata pada pelarut aseton menggunakan daya 450 dan 600 sebesar 0.32 ± 0.008 mg GAEAC/g dan 0.33 ± 0.012 mg GAEAC/g.

Tabel 4. Nilai rata-rata kapasitas antioksidan (mg GAEAC) ekstrak kulit tanduk kopi pada perlakuan ukuran partikel dan lama ekstraksi

Daya (watt)	Jenis Pelarut		
	P1 (etanol)	P2 (metanol)	P3 (aseton)
D1(300)	0.44 ± 0.009 bc	0.37 ± 0.014 d	0.31 ± 0.008 e
D2(450)	0.45 ± 0.013 ab	0.41 ± 0.008 cd	0.32 ± 0.008 e
D3(600)	0.48 ± 0.011 a	0.45 ± 0.012 ab	0.33 ± 0.012 e

Keterangan: Huruf berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada Uji BNJ dengan taraf kesalahan 1% ($p \leq 0,01$)

Peningkatan daya ekstraksi berkontribusi pada peningkatan kapasitas antioksidan, terutama pada pelarut etanol dan metanol. Nilai kapasitas antioksidan tertinggi secara konsisten diperoleh dengan penggunaan pelarut etanol, yang menunjukkan peningkatan dari 0,44 mg GAEAC/g pada daya 300 watt menjadi 0,48 mg GAEAC/g pada daya 600 watt. Hal ini terjadi karena peningkatan daya menyebabkan kenaikan suhu, yang dapat mempercepat pelepasan senyawa antioksidan dari matriks bahan (Sumanining et al. 2022). Pelarut etanol menunjukkan efektivitas tertinggi karena memiliki kepolaran yang mendekati senyawa antioksidan seperti polifenol dan flavonoid. Sebaliknya, pelarut aseton menunjukkan efektivitas terendah meskipun daya ekstraksi ditingkatkan.

Pada penelitian ini hasil total fenolik, total flavonoid dan kapasitas antioksidan tertinggi sama-sama dihasilkan dari perlakuan jenis pelarut menggunakan etanol dan daya 600 watt dengan nilai total fenolik yaitu 2.83 ± 0.0293 mg GAE/g, total flavonoid yaitu 7.86 ± 0.01 mg GAE/g dan kapasitas antioksidan yaitu 0.48 ± 0.011 mg GAEAC/g. Hal ini menunjukkan bahwa senyawa fenolik dan flavonoid berperan penting dalam aktivitas antioksidan ekstrak kulit tanduk kopi arabika.

Uji Indeks Efektivitas

Uji indeks efektivitas dilakukan untuk menentukan perlakuan terbaik dalam mengekstrak kulit tanduk kopi arabika. Variabel yang diamati pada pengujian ini adalah rendemen, total fenol, flavonoid, dan kapasitas antioksidan. Hasil dari uji indeks efektivitas yang didapatkan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil uji indeks efektivitas untuk menentukan perlakuan terbaik pada perlakuan ukuran partikel dan lama ekstraksi dari ekstrak kulit tanduk kopi

Perlakuan	Variabel				
	Rendemen	Total Fenol	Total Flavonoid	Kapasitas Antioksidan	Jumlah
D1P1	BV	0.48	0.57	0.61	1.00
	BN	0.18	0.21	0.23	0.38
D2P1	Ne	0.00	0.00	0.00	
	Nh	0.00	0.00	0.00	0.00
D3P1	Ne	0.50	0.95	0.79	0.81
	Nh	0.09	0.20	0.18	0.31
	Ne	0.60	1.00	1.00	1.00
	Nh	0.11	0.21	0.23	0.38
					0.93

Perlakuan	Variabel				
	Rendemen	Total Fenol	Total Flavonoid	Kapasitas Antioksidan	Jumlah
	BV	0.48	0.57	0.61	1.00
D1P2	BN	0.18	0.21	0.23	0.38
	Ne	0.48	0.35	0.52	0.31
D2P2	Nh	0.09	0.08	0.12	0.12
	Ne	0.60	0.40	0.63	0.56
D3P2	Nh	0.11	0.09	0.14	0.21
	Ne	1.00	0.55	0.83	0.81
D1P3	Nh	0.18	0.12	0.19	0.31
	Ne	0.00	0.00	0.00	0.00
D2P3	Nh	0.00	0.00	0.00	0.00
	Ne	0.04	0.02	0.05	0.00
D3P3	Nh	0.01	0.00	0.01	0.00
	Ne	0.12	0.04	0.07	0.06
	Nh	0.02	0.01	0.02	0.07

Keterangan: BV = Bobot Variabel; BN = Bobot Normal; Ne = Nilai efektifitas; Nh = Nilai hasil (Ne x BN)

Hasil uji indeks efektivitas terhadap perlakuan menunjukkan bahwa pada perlakuan D3P1 mempunyai jumlah nilai hasil (Nh) tertinggi yaitu 0,93. Hal ini menunjukkan perlakuan jenis pelarut etanol dengan daya 600 watt merupakan perlakuan terbaik untuk menghasilkan ekstrak kulit tanduk kopi arabika sebagai sumber antioksidan menggunakan metode *Microwave Assisted Extraction* (MAE)

KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa jenis pelarut dan daya ekstraksi menggunakan *Microwave Assisted Extraction* (MAE) berpengaruh sangat nyata terhadap rendemen, total fenol, flavonoid, dan kapasitas antioksidan. Interaksi antar perlakuan berpengaruh sangat nyata terhadap rendemen, total fenol, flavonoid, serta berpengaruh nyata terhadap kapasitas antioksidan. Kombinasi perlakuan terbaik untuk menghasilkan ekstrak kulit tanduk kopi sebagai antioksidan adalah pada jenis pelarut etanol dan daya 600 watt, dengan karakteristik rendemen sebesar $4,28 \pm 0,09\%$, nilai total fenolik yaitu $2,83 \pm 0,0293\text{ mg GAE/g}$, total flavonoid yaitu $7,86 \pm 0,01\text{ mg GAE/g}$ dan kapasitas antioksidan yaitu $0,48 \pm 0,011\text{ mg GAEAC/g}$.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, bagi industri yang memanfaatkan ekstrak kulit tanduk kopi arabika sebagai bahan produk dianjurkan untuk menggunakan jenis pelarut etanol dan daya 600 watt. Penelitian lanjutan masih diperlukan untuk mengeksplorasi terkait potensi pemanfaatan ekstrak ini sebagai sumber antioksidan dalam produk kosmetik, pangan, maupun farmasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adzkiya, M. A. Z., dan Hidayat, A. P. 2022. Uji fitokimia, kandungan total fenol dan aktivitas antioksidan kopi arabika (*Coffea arabica L.*) pada tingkat penyangraian sama. *Jurnal Sains Terapan*, 12(1), 101–112. <https://doi.org/10.29244/jstsv.12.1.101-112>
- Agustina, D. R. S. 2024. Pengaruh jenis pelarut dan daya pada ekstraksi menggunakan microwave assisted extraction terhadap karakteristik ekstrak kulit buah kakao sebagai pewarna alami [Skripsi]. Tidak Dipublikasikan. Universitas Udayana.
- Barqi, W. S. 2014. Pengambilan minyak mikroalga chlorella sp. dengan metode microwave assisted extraction. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 3(1), 34-41. <https://doi.org/10.15294/jbat.v3i1.5764>
- Blois, M. (1958). Antioxidant eterminations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181, 1199–1200. <https://doi.org/10.1038/1811199a0>
- Badan Pusat Statistik. 2023. Produksi Perkebunan rakyat menurut jenis tanaman (ribu ton), 2021-2023. Jakarta: Badan Pusat Statistik Indonesia.
- Badan Pusat Statistik Bali 2022. Produksi kopi arabika menurut kabupaten/kota di provinsi bali (ton) 2021-2023. Bali: Badan Pusat Statistik Provinsi Bali.
- Chang, C., M. Yang, H. Wen, and J. Chern. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal Food Drug Anal.* 10 : 178 – 182.
- De Garmo, E. P., Sullivan, W. G., dan Canada, J. R. (1984). *Engineering Economy*. New York: Macmillan Company.
- Febriyanto, N., I. Hanifa, dan H. Muliasari. 2021. Penetapan kadar fenolik total ekstrak kulit buah kopi robusta (*Coffea canephora L.*) di pulau Lombok. *Jurnal Ilmu Kefarmasian*. 2 (2) : 89 – 95.
- Gala, S., Kusuma, H. S., Sudrajat, R. G. M., Susanto, D. F., dan Mahfud. 2016. Ekstraksi bahan pewarna alami dari kayu mahoni (*Swietenia mahagoni*) menggunakan metode MAE (Microwave Assisted Extraction). *Jurnal Teknik Kimia*, 11(1), 7–13. <http://www.ejournal.upnjatim.ac.id/index.php/tekkim/article/viewFile/823/687>
- Hapsari, A. T., Kunarto, B., dan Putri, A. S. 2021. Ekstraksi kulit kopi robusta (*coffea canephora*) pada berbagai lama waktu ultrasound-assisted extraction terhadap antosianin dan stabilitasnya selama pemanasan. *Jurnal Mahasiswa, Food Technology Agricultural Product*, 3(2), 81–91.
- Luviana, A., Putri, A., Alatif, I. A., Nurulgina, R., Permatasari, R. P., Sihombing, R. P., dan Paramitha, T. 2023. Pengaruh pelarut dan daya microwave terhadap hasil ekstrak daun pepaya dengan metode microwave assisted extraction. *In Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar* .14(1), 213-217. <https://doi.org/10.35313/irwns.v14i1.5388>
- Milani, G., Curci, F., Cavalluzzi, M. M., Crupi, P., Pisano, I., Lentini, G., Clodoveo, M. L., Franchini, C., dan Corbo, F. (2020). Optimization of microwave-assisted extraction of antioxidants from bamboo shoots of *Phyllostachys pubescens*. *Molecules*, 25(1), 1–11. <https://doi.org/10.3390/molecules25010215>
- Nurlaila, R 2021. *Pemanfaatan kulit tanduk kopi arabika sebagai adsorben minyak jelantah.*, etheses.uinsgd.ac.id, <https://etheses.uinsgd.ac.id/id/eprint/48245>
- Puspaningrum, D. H. D., dan Sari, N. K. Y. 2021. Pengaruh pengeringan dan rasio penyeduhan terhadap sifat fisik dan kimia teh cascara kopi arabika (*Coffea arabika L.*). *Journal of Pro Food*, 6(2), 710–718. <https://doi.org/10.29303/profood.v6i2.159>
- Pratyaksa, I. P. L., Putra, G. P. G., dan Suhendra, L. 2020. Karakteristik ekstrak kulit buah kakao (*Theobroma cacao L.*) sebagai sumber antioksidan pada perlakuan ukuran partikel dan waktu maserasi. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 8(1), 139-149. <https://doi.org/10.24843/JRMA.2020.v08.i02.p06>

- Pratiwi, L., Putra, G. P. G., dan Lani Triani, I. G. A. 2023. Aktivitas antioksidan ekstrak menggunakan metode microwave assisted extraction pada variasi waktu dan daya. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 11(4), 486. <https://doi.org/10.24843/jrma.2023.v11.i04.p01>
- Sholichah, E., Apriani, R., Desnilasari, D., dan Karim, M. A. 2017. Polifenol untuk antioksidan dan antibakteri by-product of arabica and robusta coffee husk as polyphenol source for antioxidant and antibacterial. *Balai Besar Industri Hasil Perkebunan*, 57–66.
- Sudarmadji, S., Haryono, B., dan Suhardi. 1989. Prosedur analisa untuk bahan makanan dan pertanian. Yogyakarta: Liberty.
- Sumantining, L. P. A., Ganda Putra, G. P., dan Suhendra, L. 2022. Pengaruh Jenis Pelarut dan Ukuran Partikel pada Ekstraksi Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao L.*) menggunakan Metode Microwave Assisted Extraction (MAE) terhadap Karakteristik Ekstrak. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 10(1), 124. <https://doi.org/10.24843/jrma.2022.v10.i01.p12>
- Sumiati, S. 2021. Penggunaan pelarut etanol dan aseton pada prosedur kerja ekstraksi total klorofil daun jati (*tectona grandis*) dengan metode spektrofotometri. *Journal of Laboratory*, 4(1), 30. <https://doi.org/10.22146/ijl.v4i1.65418>
- Taroreh, M., Raharjo, S., Hastuti, P., dan Murdiati, A. 2015. Ekstraksi daun gedi (*Abelmoschus manihot L.*) secara sekuensial dan aktivitas antioksidannya. *Agritech*. 35(3):280- 287. <https://doi.org/10.22146/agritech.9338>
- Trissanthi, dan Susanto. 2016. Influence of the concentration of citric acid and time heating to the chemical and organoleptical characteristic of the cogongrass (*imperata cylindrica*) syrup. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 4(1), 180–189.
- Utami, Y. P. 2021. Uji aktivitas antioksidan ekstrak akar sambiloto (*andrographis paniculata* (burm.f.) Ness.) dengan metode dpph. *Jurnal Farmasi Medica*, 4(1), 20. <https://doi.org/10.35799/pmj.4.1.2021.34520>
- Verdiana, M., Widarta, I. W. R., dan Permana, I. D. G. M. 2018. Pengaruh jenis pelarut pada ekstraksi menggunakan gelombang ultrasonik terhadap aktivitas antioksidan ekstrak kulit buah lemon (*Citrus limon* (Linn.) Burm F.). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 7(4), 213-222.