

ANTIOXIDANT ACTIVITY OF COCOA POD HUSK EXTRACT USING MICROWAVE ASSISTED EXTRACTION METHOD ON TIME AND POWER VARIATIONS

AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK KULIT BUAH KAKAO HASIL EKSTRAKSI MENGGUNAKAN METODE MICROWAVE ASSISTED EXTRACTION PADA VARIASI WAKTU DAN DAYA

Livia Pratiwi, G.P. Ganda Putra*, I Gusti Ayu Lani Triani

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

Diterima 22 Juni 2023 / Disetujui 25 Juli 2023

ABSTRACT

The processing of cocoa produce by-product 70-75% of the cocoa pod husk. Cocoa pod husk contains phenol compounds that have the potential to be a source of natural antioxidants that can be obtained through the extraction process. One of the extraction methods that can be used is the Microwave Assisted Extraction method. This research was conducted to determine the effect to time and extraction power using Microwave Assisted Extraction on the characteristics of cocoa pod husk extract and to obtain the best combination time and extraction power using Microwave Assisted Extraction that can produce cocoa pod husk extract as a source of antioxidants. The experimental design used in this research was a factorial randomized block design, which are grouped into 2 groups based on the implementation time and consisted of two factors. The first factor was the time of extractions which consisted of 5 level that namely 2, 4, 6, 8, and 10 minutes. The second factor was the power of extraction which consisted of 2 level namely 450 and 600 watt. The data were analyzed by analysis of variance and continued with Tukey test. The result showed that the time and extraction power using Microwave Assisted Extraction and their interactions had a very significant effect on yield, total phenol, total flavonoid and antioxidant capacity of cocoa pod husk extract. From the index effectiveness test, the best treatment was extraction by time 6 minutes and power 600 watt with characteristic yield was $8,36 \pm 0,06\%$, total phenol was $41,29 \pm 0,40$ mg GAE/g extract, total flavonoid was $36,97 \pm 0,30$ mg QE/g extract, antioxidant capacity was $16,33 \pm 0,27$ mg GAEAC/g extract.

Keywords : Time extraction, power extraction, antioxidants, extraction, cocoa pod husk

ABSTRAK

Proses pengolahan buah kakao menghasilkan hasil samping kulit buah kakao sebesar 70-75%. Kulit buah kakao mengandung senyawa fenol yang berpotensi sebagai sumber antioksidan alami yang dapat diperoleh melalui proses ekstraksi. Salah satu metode ekstraksi yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan metode *Microwave Assisted Extraction*. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh waktu dan daya pada ekstraksi menggunakan metode *Microwave Assisted Extraction* terhadap karakteristik ekstrak kulit buah kakao serta menentukan kombinasi perlakuan waktu dan daya pada ekstraksi menggunakan metode *Microwave Assisted Extraction* terbaik yang dapat menghasilkan ekstrak kulit buah kakao sebagai sumber antioksidan. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok faktorial yang dikelompokkan menjadi 2 kelompok

* Korespondensi Penulis :

Email : gandaputra@unud.ac.id

berdasarkan waktu pelaksanaan dan terdiri dari dua faktor. Faktor pertama adalah waktu ekstraksi yang terdiri dari 5 taraf yaitu 2, 4, 6, 8 dan 10 menit. Faktor kedua adalah daya ekstraksi yang terdiri dari 2 taraf yaitu 450 dan 600 watt. Data dianalisis dengan analisis varian dan dilanjutkan dengan uji BNJ. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu dan daya pada ekstraksi menggunakan metode *Microwave Assisted Extraction* serta interaksinya berpengaruh sangat nyata terhadap rendemen, total fenol, total flavonoid dan kapasitas antioksidan. Dari uji indeks efektivitas diperoleh perlakuan terbaik adalah ekstraksi dengan waktu 6 menit dan daya 600 watt dengan karakteristik rendemen sebesar $8,36 \pm 0,06\%$, total fenol sebesar $41,29 \pm 0,40$ mg GAE/g, total flavonoid sebesar $36,97 \pm 0,30$ mg QE/g dan kapasitas antioksidan sebesar $16,33 \pm 0,27$ mg GAEAC/g ekstrak.

Kata kunci : Waktu ekstraksi, daya ekstraksi, antioksidan, ekstraksi, kulit buah kakao

PENDAHULUAN

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu dari beberapa komoditi ekspor hasil perkebunan di Indonesia yang memiliki peranan cukup penting dalam kegiatan perekonomian. Menurut data yang dimiliki oleh *International Cocoa Organization*, menunjukkan bahwa permintaan kakao global meningkat hampir 3% dari tahun 2020 hingga tahun 2021 (ICCO, 2022). Badan Pusat Statistik (BPS) melaporkan produksi kakao di Indonesia pada tahun 2021 mencapai 706.500 ton (BPS, 2022). Produksi kakao di Provinsi Bali menurut data BPS Provinsi Bali tahun 2021 sebesar 13.876 ton dengan Kabupaten Jembrana menjadi penyumbang terbesar produksi sebesar 6.341 ton.

Menurut penelitian Cruz et al. (2012) menunjukkan proses pengolahan buah kakao akan menghasilkan hasil samping kulit buah kakao sebanyak 70-75%. Hal ini sangat disayangkan apabila pemanfaatan buah kakao hanya sebatas bijinya saja, sedangkan hasil samping buah kakao berupa kulit buah kakao sangat melimpah. Sehingga diperlukan adanya pengolahan lebih lanjut terhadap kulit buah kakao agar dapat bermanfaat dan menambah nilai ekonomis.

Kulit buah kakao mengandung senyawa antioksidan dan antiradikal. Menurut Sartini et al. (2012) kulit buah kakao dapat dijadikan sebagai salah satu sumber polifenol yang memiliki sifat antioksidan. Antioksidan dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki sel-sel kulit yang rusak akibat radikal bebas dan menangkal radikal bebas. Hasil samping kulit buah kakao dapat diolah dan dimanfaatkan lagi secara optimal dengan cara mengekstraksi senyawa polifenolnya sehingga dapat digunakan sebagai sumber antioksidan alami. Salah satu metode ekstraksi yang dapat digunakan adalah *Microwave Assisted Extraction*.

Proses ekstraksi menggunakan metode *Microwave Assisted Extraction* dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti waktu ekstraksi, jumlah masa bahan baku, kondisi bahan baku, ukuran bahan baku, volume pelarut, jenis pelarut, dan daya *microwave*. Waktu ekstraksi memiliki pengaruh yang cukup besar terhadap keberlangsungan proses ekstraksi, waktu ekstraksi yang terlalu lama atau terlalu singkat akan dapat berpengaruh terhadap sifat fisik dan kimia dari bahan yang diekstrak. Faktor lain yang berpengaruh pada ekstraksi menggunakan metode *Microwave Assisted Extraction* adalah daya *microwave*. Menurut Kusuma et al. (2018) penggunaan daya *microwave* menjadi hal yang perlu diperhatikan karena semakin tinggi daya ekstraksi maka energi dan suhu yang dihasilkan akan lebih besar sehingga proses pemanasan akan lebih cepat.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Puspitaningtyas et al. (2021) dalam mengekstrak kulit buah kakao dengan variasi waktu 5, 10, 15, dan 20 menit menggunakan metode *Microwave Assisted Extraction* dengan daya 450 watt, menghasilkan hasil terbaik pada waktu 15 menit. Kenaikan nilai rendemen, total fenol, total flavonoid dan kapasitas antioksidan terjadi pada waktu 5, 10 dan 15 menit, tetapi turun pada menit ke 20. Hal tersebut disebabkan karena waktu yang terlalu lama pada ekstraksi

menggunakan *microwave* sehingga ekstrak terhidrolisis dan menurunkan kadar senyawa terhadap bahan yang diekstrak. Penelitian lainnya dilakukan oleh Mulyani, (2020) dalam mengekstrak bunga dadap merah dengan menggunakan variasi daya 300, 450 dan 600 watt dan variasi waktu 3, 6, 9, 12 dan 15 menit menghasilkan hasil terbaik pada daya 600 watt selama 9 menit dan kemudian mengalami penurunan. Menurut Purbowati et al. (2018) kombinasi daya yang rendah dan waktu ekstraksi yang lama ataupun sebaliknya harus lebih dipertimbangkan karena kombinasi tersebut akan dapat menghindari terjadinya degradasi termal pada produk.

Berdasarkan hal tersebut, terdapat pengaruh antara waktu dan daya pada ekstraksi dengan aktivitas antioksidan. Akan tetapi, belum ada kajian lebih lanjut terkait aktivitas antioksidan dari ekstrak kulit buah kakao menggunakan metode *Microwave Assisted Extraction*. Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh waktu dan daya pada ekstraksi menggunakan metode *Microwave Assisted Extraction* terhadap karakteristik ekstrak kulit buah kakao serta untuk menentukan kombinasi perlakuan waktu dan daya pada ekstraksi menggunakan metode *Microwave Assisted Extraction* terbaik yang dapat menghasilkan ekstrak kulit buah kakao sebagai sumber antioksidan.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan untuk membuat bubuk kulit buah kakao adalah kulit buah kakao jenis *forastero*/lindak yang telah matang dan memiliki warna kuning. Kulit buah kakao diperoleh dari Kebun Kakao Komang Wirahadi, Jembrana, Bali. Bahan-bahan kimia yang digunakan antara lain pelarut etanol 96% (Bratachem), NaNO₂ 10% (Merck), AlCl₃ 10% (Merck), kuersetin (Sigma Aldrich), NaOH 1% (Merck), Na₂CO₃ (Merck), asam galat (Sigma Aldrich), kristal DPPH (Sigma Aldrich), folin-ciocalteu (Merck), methanol PA dan aquades.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *microwave* (Samsung), oven *dryer* (ESCO Isotherm OFA-110-8), blender (Miyako), ayakan 60 mesh (Retsch D-42759 HAAN), timbangan analitik (Ohaus), kertas saring Whattman No.1, rotary vacuum evaporator (IKA RV 10 basic), Spektrofotometer Uv-Vis (Geneves 10S UV-Vis), vorter mixer, tabung reaksi (Iwaki), rak tabung reaksi, erlenmeyer (Iwaki), pipet volume, pipet mikro (Socorex), gelas ukur (Iwaki), gelas beaker (Iwaki), labu didih (Durhan), labu ukur (Iwaki), dan pisau.

Rancangan Penelitian

Rancangan percobaan dalam penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan menggunakan dua faktor. Faktor pertama yaitu waktu ekstraksi (W) yang terdiri dari 5 taraf, yaitu 2, 4, 6, 8 dan 10 menit. Faktor kedua yaitu daya *microwave* (D). yang terdiri dari 2 taraf, yaitu 450 dan 600 watt. Masing-masing kombinasi perlakuan dikelompokkan menjadi 2 kelompok berdasarkan waktu pelaksanaannya, sehingga diperoleh 20 unit percobaan. Data yang didapatkan dianalisa dengan analisis varian (ANOVA) dan apabila perlakuan berpengaruh maka dilanjutkan dengan uji BNJ (Beda Nyata Jujur). Penentuan perlakuan terbaik dari semua parameter dilakukan dengan menggunakan uji indeks efektivitas (De Garmo et al., 1984).

Pelaksanaan Penelitian

Pembuatan bubuk kulit buah kakao dalam penelitian ini mengacu pada prosedur yang dilakukan oleh Sari (2015) yang dimodifikasi. Proses pembuatan bubuk kulit buah kakao dimulai dengan membersihkan kulit buah kakao. Kemudian, kulit buah kakao dipotong kecil-kecil berbentuk persegi dengan ukuran sekitar 1 cm. Selanjutnya, dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 70°C selama

8 jam hingga kadar air kulit buah kakao sekitar 7%. Kemudian dilakukan pengecilan ukuran menggunakan blender lalu diayak dengan ayakan 60 mesh.

Proses ekstraksi dalam penelitian ini mengacu pada prosedur yang dilakukan oleh Kristanti et al. (2019) yang dimodifikasi pada perbandingan berat bahan dan volume pelarut yang digunakan. Bubuk kulit buah kakao sebanyak 10 gram dilarutkan menggunakan etanol 96% sebanyak 200 ml (1:20 g/ml). Kemudian diekstraksi menggunakan *microwave* selama 2, 4, 6, 8, dan 10 menit dengan daya 450 dan 600 watt. Hasil ekstraksi disaring menggunakan kertas saring Whatman no.1 dan dihasilkan filtrat. Kemudian dilakukan pemekatan filtrat menggunakan *rotary vacuum evaporator* menggunakan tekanan 100 mBar, suhu 40°C dan putaran 60 rpm untuk menghasilkan ekstrak kental. Ekstrak kental yang didapatkan ditimbang untuk menentukan rendemen ekstrak dan selanjutnya dilakukan analisis.

Variabel yang Diamati

Variabel yang diamati pada penelitian ini adalah rendemen ekstrak (Sudarmadji et al., 1989), total fenol (Sakanaka et al., 2003), total flavonoid (Chang et al., 2002), dan kapasitas antioksidan dengan metode DPPH (Blois, 1958).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan waktu dan daya pada ekstraksi menggunakan metode *Microwave Assisted Extraction* serta interaksinya berpengaruh sangat nyata ($p \leq 0,01$) terhadap rendemen ekstrak kulit buah kakao. Nilai rata-rata rendemen (%) ekstrak kulit buah kakao yang didapatkan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai rata-rata rendemen (%) ekstrak kulit buah kakao pada perlakuan waktu dan daya ekstraksi

Waktu (Menit)	Daya (Watt)	
	D1 (450)	D2 (600)
W1 (2)	5,75 ± 0,18 ^d	6,96 ± 0,08 ^{bc}
W2 (4)	6,13 ± 0,13 ^d	7,34 ± 0,16 ^b
W3 (6)	7,39 ± 0,08 ^b	8,36 ± 0,06 ^a
W4 (8)	7,90 ± 0,01 ^a	7,37 ± 0,17 ^b
W5 (10)	8,31 ± 0,04 ^a	6,82 ± 0,11 ^c

Keterangan: Huruf berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada Uji BNT dengan taraf kesalahan 5% ($p \leq 0,05$)

Tabel 1 menunjukkan bahwa hasil rata-rata rendemen ekstrak kulit buah kakao tertinggi diperoleh dari perlakuan ekstraksi dengan waktu 6 menit dan daya 600 watt yaitu sebesar 8,36 ± 0,06% tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan ekstraksi dengan waktu 10 menit dan daya 450 watt yaitu 8,31 ± 0,04% dan perlakuan ekstraksi dengan waktu 8 menit dan daya 450 watt yaitu 7,90 ± 0,01%. Rata-rata rendemen terendah diperoleh dari perlakuan ekstraksi dengan waktu 2 menit dan daya 450 watt yaitu sebesar 5,75 ± 0,18% tidak berbeda nyata dengan perlakuan ekstraksi dengan waktu 4 menit dan daya 450 watt yaitu 6,13 ± 0,13%. Hasil analisis rendemen ekstrak kulit buah kakao menunjukkan bahwa pada daya 450 watt, rendemen ekstrak kulit buah kakao semakin meningkat seiring dengan bertambahnya waktu ekstraksi. Sedangkan pada daya 600 watt, rendemen ekstrak kulit buah kakao mengalami peningkatan pada ekstraksi menggunakan waktu 2, 4 dan 6 menit tetapi mengalami penurunan pada ekstraksi menggunakan waktu 8 dan 10 menit karena telah melewati waktu

optimumnya.

Perlakuan waktu dan daya pada ekstraksi menunjukkan adanya perbedaan hasil rendemen ekstrak kulit buah kakao. Yulistiani (2020) menyebutkan bahwa semakin lama waktu ekstraksi maka akan semakin lama kontak bahan dengan pelarut sehingga lebih banyak mengambil senyawa aktif bahan. Pada penelitian ini penggunaan daya 450 watt nilai rendemen semakin meningkat seiring bertambahnya waktu ekstraksi. Tetapi pada daya 600 watt, penambahan waktu ekstraksi setelah waktu optimum menyebabkan penurunan pada nilai rendemen. Hal ini sejalan dengan penelitian Puspitaningtyas et al. (2021) dalam mengekstrak kulit buah kakao menggunakan metode MAE dengan daya 450 watt dan variasi waktu 5, 10, 15 dan 20 menit didapat hasil peningkatan rendemen diperoleh pada waktu ke-15 menit dan turun pada menit ke-20. Hal ini terjadi karena semakin lama waktu ekstraksi maka semakin banyak dinding sel pada kulit buah kakao yang pecah dan pelarut memiliki waktu yang optimal untuk melarutkan senyawa yang terkandung di dalam bahan. Semakin lama rentang waktu ekstraksi maka akan berpengaruh pada bahan yang digunakan karena akan terjadi akumulasi panas yang ditimbulkan dari gelombang mikro. Penggunaan daya yang semakin tinggi akan menyebabkan intensitas radiasi oleh gelombang mikro semakin besar sehingga semakin banyak energi elektromagnetik yang diubah menjadi energi panas yang ditunjukkan dengan meningkatnya suhu (Gala, 2016). Semakin tinggi suhu dan lama waktu ekstraksi akan memperbanyak pemecahan dinding sel sehingga menyebabkan senyawa aktif lebih banyak yang larut dalam pelarut.

Total Fenol

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan waktu dan daya pada ekstraksi menggunakan metode *Microwave Assisted Extraction* serta interaksinya berpengaruh sangat nyata ($p \leq 0,01$) terhadap total fenol ekstrak kulit buah kakao. Nilai rata-rata total fenol (mg GAE/g) ekstrak kulit buah kakao yang didapatkan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai rata-rata total fenol (mg GAE/g) ekstrak kulit buah kakao pada perlakuan waktu dan daya ekstraksi

Waktu (Menit)	Daya (Watt)	
	D1 (450)	D2 (600)
W1 (2)	24,53 ± 0,56 ^h	31,62 ± 0,19 ^f
W2 (4)	27,74 ± 0,40 ^g	34,98 ± 0,44 ^d
W3 (6)	33,17 ± 0,44 ^e	41,29 ± 0,40 ^a
W4 (8)	37,04 ± 0,13 ^c	33,98 ± 0,37 ^{de}
W5 (10)	39,61 ± 0,05 ^b	27,66 ± 0,13 ^g

Keterangan: Huruf berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada Uji BNJ dengan taraf kesalahan 5% ($p \leq 0,05$)

Tabel 2 menunjukkan bahwa hasil rata-rata total fenol ekstrak kulit buah kakao tertinggi diperoleh dari perlakuan ekstraksi dengan waktu 6 menit dan daya 600 watt yaitu sebesar 41,29 ± 0,40 mg GAE/g, dan rata-rata total fenol terendah diperoleh dari perlakuan ekstraksi dengan waktu 2 menit dan daya 450 watt yaitu sebesar 24,53 ± 0,56 mg GAE/g. Hasil analisis total fenol menunjukkan bahwa pada daya 450 watt, total fenol semakin meningkat seiring dengan bertambahnya waktu ekstraksi. Sedangkan pada daya 600 watt, total fenol mengalami peningkatan pada ekstraksi menggunakan waktu 2, 4 dan 6 menit tetapi mengalami penurunan pada ekstraksi menggunakan waktu 8 dan 10 menit karena telah melewati waktu optimumnya.

Waktu ekstraksi berpengaruh terhadap total fenol. Semakin lama waktu ekstraksi maka akan semakin lama pula bahan kontak dengan pelarut. Hal ini akan menyebabkan kualitas bahan yang terekstrak juga akan semakin meningkat karena kesempatan untuk bersentuhan antara bahan dengan

pelarut semakin besar, sehingga total fenol akan terus bertambah sampai titik optimum (Winata, 2015). Pada penelitian ini, waktu ekstraksi yang semakin lama pada daya 450 watt menyebabkan total fenol semakin meningkat. Tetapi berbeda dengan ekstraksi menggunakan daya 600 watt karena total fenol pada menit ke 6 telah mencapai titik optimal sehingga total fenol mengalami penurunan pada menit ke 8 dan 10.

Tingkat daya *microwave* yang digunakan berpengaruh terhadap total fenol yang dihasilkan. Daya *microwave* dapat menyebabkan pecahnya dinding sel matriks tanaman secara efisien dan menyebar dengan komponen pelarut ekstraksi (Alara et al., 2019). Total fenol yang dihasilkan pada penelitian ini semakin meningkat dari daya 450 watt ke 600 watt, tetapi turun pada menit ke 8 dan 10 pada daya 600 watt. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Mulyani (2020) dengan menggunakan variasi daya 300, 450 dan 600 watt dan variasi waktu 3, 6, 9, 12 dan 15 menit menghasilkan total fenol tertinggi pada daya 600 watt selama 9 menit dan kemudian mengalami penurunan.

Total Flavonoid

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan waktu dan daya pada ekstraksi menggunakan metode *Microwave Assisted Extraction* serta interaksinya berpengaruh sangat nyata ($p \leq 0,01$) terhadap total flavonoid ekstrak kulit buah kakao. Nilai rata-rata total flavonoid (mg QE/g) ekstrak kulit buah kakao yang didapatkan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai rata-rata total flavonoid (mg QE/g) ekstrak kulit buah kakao pada perlakuan waktu dan daya ekstraksi

Waktu (Menit)	Daya (Watt)	
	D1 (450)	D2 (600)
W1 (2)	22,59 ± 0,41 ^g	26,47 ± 0,20 ^e
W2 (4)	24,23 ± 0,34 ^f	29,38 ± 0,41 ^{cd}
W3 (6)	26,80 ± 0,15 ^e	36,97 ± 0,30 ^a
W4 (8)	30,52 ± 0,45 ^c	28,59 ± 0,25 ^d
W5 (10)	33,96 ± 0,42 ^b	24,39 ± 0,41 ^f

Keterangan: Huruf berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada Uji BNT dengan taraf kesalahan 5% ($p \leq 0,05$)

Tabel 3 menunjukkan bahwa hasil rata-rata total flavonoid ekstrak kulit buah kakao tertinggi diperoleh dari perlakuan ekstraksi dengan waktu 6 menit dan daya 600 watt yaitu sebesar $36,97 \pm 0,30$ mg QE/g, dan rata-rata total flavonoid terendah diperoleh dari perlakuan ekstraksi dengan waktu 2 menit dan daya 450 watt yaitu sebesar $22,59 \pm 0,41$ mg QE/g. Hasil analisis total flavonoid ekstrak kulit buah kakao menunjukkan bahwa pada daya 450 watt, total flavonoid ekstrak kulit buah kakao semakin meningkat seiring dengan bertambahnya waktu ekstraksi. Sedangkan pada daya 600 watt, total flavonoid ekstrak kulit buah kakao mengalami peningkatan pada ekstraksi menggunakan waktu 2, 4 dan 6 menit tetapi mengalami penurunan pada ekstraksi menggunakan waktu 8 dan 10 menit karena telah melewati waktu optimumnya. Hal ini disebabkan pada waktu 6 menit dan daya *microwave* 600 watt terjadi peningkatan suhu yang menyebabkan dinding sel pada bahan pecah sehingga komponen bioaktif terlarut lebih optimal yang berakibat pada total flavonoid yang dihasilkan, tetapi setelah melewati waktu 8 dan 10 menit total flavonoid terjadi penurunan.

Peningkatan lama waktu pada proses ekstraksi menaikkan jumlah nilai total flavonoid yang terekstrak. Hal ini disebabkan karena waktu ekstraksi yang terlalu cepat atau terlalu singkat menyebabkan tidak semua senyawa aktif terekstrak (Ibrahim & El-Maksoud, 2015). Tetapi lama waktu ekstraksi yang melebihi waktu optimal akan menyebabkan nilai total flavonoid menurun.

Penggunaan daya 450 watt menyebabkan nilai total flavonoid semakin meningkat seiring bertambahnya waktu ekstraksi, tetapi pada daya 600 watt penambahan waktu ekstraksi setelah menit ke 6 menyebabkan penurunan nilai total flavonoid karena telah melewati waktu optimumnya. Hal ini disebabkan karena dinding sel pada bahan pecah secara terus menerus pada molekul kulit buah kakao karena suhu pada *microwave* meningkat dan terjadi difusi antara bahan dengan pelarut. Waktu ekstraksi yang tepat akan menghasilkan senyawa yang optimal, sedangkan waktu ekstraksi yang melebihi waktu ekstraksi optimal akan menyebabkan penurunan nilai total flavonoid (Budiyanto dan Yulianingsih, 2008).

Penambahan daya *microwave* pada ekstraksi akan menyebabkan dinding sel yang pecah semakin banyak sehingga akan mengeluarkan zat terlarut ke dalam zat pelarut. Ramadhan dan Phaza, (2010) menyebutkan kenaikan suhu akan menyebabkan permeabilitas sel menjadi lemah sehingga akan memudahkan pelarut untuk mengekstrak zat aktif pada bahan sehingga total flavonoid yang diperoleh semakin tinggi. Hal ini didukung oleh penelitian Hidayat et al. (2022) tentang ekstraksi daun ubi kayu menggunakan metode *Microwave Assisted Extraction* (MAE) dengan variasi waktu 5, 9, dan 13 menit dan variasi daya *microwave* 100, 180, dan 300 watt mendapatkan hasil terbaik pada waktu ekstraksi 13 menit dan daya *microwave* 300 watt.

Kapasitas Antioksidan

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan waktu dan daya pada ekstraksi menggunakan metode *Microwave Assisted Extraction* serta interaksinya berpengaruh sangat nyata ($p \leq 0,01$) terhadap kapasitas antioksidan ekstrak kulit buah kakao. Nilai rata-rata kapasitas antioksidan (mg GAEAC/g) ekstrak kulit buah kakao yang didapatkan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai rata-rata kapasitas antioksidan (mg GAE/g) ekstrak kulit buah kakao pada perlakuan waktu dan daya ekstraksi

Waktu (Menit)	Daya (Watt)	
	D1 (450)	D2 (600)
W1 (2)	8,70 ± 0,47 ^g	13,33 ± 0,36 ^{bc}
W2 (4)	10,27 ± 0,26 ^{ef}	14,61 ± 0,10 ^b
W3 (6)	11,94 ± 0,36 ^{cd}	16,33 ± 0,27 ^a
W4 (8)	14,50 ± 0,21 ^b	11,17 ± 0,44 ^{de}
W5 (10)	16,20 ± 0,39 ^a	9,12 ± 0,37 ^{fg}

Keterangan: Huruf berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada Uji BNT dengan taraf kesalahan 5% ($p \leq 0,05$)

Tabel 4 menunjukkan hasil rata-rata kapasitas antioksidan ekstrak kulit buah kakao tertinggi diperoleh dari perlakuan ekstraksi dengan waktu 6 menit dan daya 600 watt yaitu sebesar 16,33 ± 0,27 mg GAEAC/g, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan ekstraksi menggunakan waktu 10 menit dan daya 450 watt yaitu 16,20 ± 0,39 mg GAEAC/g. Rata-rata kapasitas antioksidan terendah diperoleh dari perlakuan ekstraksi dengan waktu 2 menit dan daya 450 watt sebesar 8,70 ± 0,47 mg GAEAC/g, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan ekstraksi menggunakan waktu 10 menit dan daya 600 watt yaitu 9,12 ± 0,37 mg GAEAC/g. Penggunaan daya 450 watt menghasilkan nilai kapasitas antioksidan yang semakin meningkat seiring dengan meningkatnya lama waktu yang digunakan. Sedangkan pada daya 600 watt, nilai kapasitas antioksidan mengalami peningkatan sampai waktu 6 menit dan mengalami penurunan pada penggunaan waktu selanjutnya. Hasil ini menunjukkan lama waktu ekstraksi selama 6 menit dengan daya *microwave* 600 watt yang digunakan akan memaksimalkan pelarut dalam memecahkan dinding sel, tetapi proses ekstraksi senyawa antioksidan yang terdapat pada ekstrak kulit buah kakao memberikan penurunan pada waktu

ekstraksi menit ke-8 dan 10.

Nilai kapasitas antioksidan dipengaruhi oleh senyawa polifenol dan flavonoid ekstrak kulit buah kakao. Al-Farsi et al. (2007) menyebutkan bahwa komponen fenol ataupun flavonoid merupakan senyawa utama yang memiliki peran dalam pembentukan senyawa antioksidan. Semakin tinggi nilai total fenol dan flavonoid maka semakin tinggi kemampuan antioksidan dalam mendonorkan elektronnya untuk menekan perkembangan radikal bebas. Total fenol dan flavonoid berhubungan dengan kandungan antioksidan. Sehingga semakin tinggi total fenol dan flavonoid maka akan semakin tinggi pula nilai kapasitas antioksidannya. Selain itu, penurunan kapasitas antioksidan berhubungan dengan waktu ekstraksi yang telah mencapai titik optimalnya, sehingga proses ekstraksi senyawa antioksidan tidak mengalami peningkatan (Kristanti et al., 2019). Pada penelitian ini didapatkan nilai total fenol, total flavonoid dan kapasitas antioksidan tertinggi dihasilkan pada perlakuan dengan waktu 6 menit dan daya 600 watt dengan nilai total fenol sebesar $41,29 \pm 0,40$ mg GAE/g, total flavonoid sebesar $36,97 \pm 0,30$ mg QE/g dan kapasitas antioksidan sebesar $16,33 \pm 0,27$ mg GAEAC/g. Nilai terendah dihasilkan dari perlakuan dengan waktu 2 menit dan daya 450 watt dengan nilai total fenol sebesar $24,58 \pm 0,56$ mg GAE/g, total flavonoid sebesar $22,59 \pm 0,41$ mg QE/g dan kapasitas antioksidan sebesar $8,70 \pm 0,47$ mg GAEAC/g.

Indeks Efektivitas

Uji indeks efektivitas dilakukan untuk menentukan perlakuan terbaik dalam mengekstrak kulit buah kakao. Variabel yang diamati pada pengujian ini adalah rendemen, total fenol, total flavonoid dan kapasitas antioksidan. Terdapat 5 panelis yang dipilih untuk mengisi kuisioner uji indeks efektivitas. Perlakuan dengan jumlah nilai hasil tertinggi ditetapkan sebagai perlakuan terbaik.

Tabel 5. Hasil uji indeks efektivitas untuk menentukan perlakuan terbaik pada waktu dan daya ekstraksi dari ekstrak kulit buah kakao

Perlakuan	Variabel				Jumlah
	Rendemen	Fenol	Flavonoid	Kapasitas Antioksidan	
	BV	0,47	0,74	0,68	1
	BN	0,16	0,25	0,24	0,35
D1W1	Ne	0,00	0,00	0,00	0,00
	Nh	0,00	0,00	0,00	0,00
D1W2	Ne	0,15	0,19	0,11	0,21
	Nh	0,02	0,05	0,03	0,07
D1W3	Ne	0,63	0,52	0,29	0,42
	Nh	0,10	0,13	0,07	0,15
D1W4	Ne	0,82	0,75	0,55	0,76
	Nh	0,13	0,19	0,13	0,27
D1W5	Ne	0,98	0,90	0,79	0,98
	Nh	0,16	0,22	0,19	0,34
D2W1	Ne	0,46	0,42	0,27	0,61
	Nh	0,07	0,11	0,06	0,21
D2W2	Ne	0,61	0,62	0,47	0,77
	Nh	0,10	0,16	0,11	0,27
D2W3	Ne	1,00	1,00	1,00	1,00
	Nh	0,16	0,25	0,24	0,35
D2W4	Ne	0,62	0,56	0,42	0,32
	Nh	0,10	0,14	0,10	0,11
D2W5	Ne	0,38	0,19	0,13	0,06
	Nh	0,06	0,05	0,03	0,14

Tabel 5 menunjukkan bahwa perlakuan terbaik dihasilkan pada ekstraksi dengan waktu 6 menit dan daya 600 watt dengan nilai sebesar 1,00 sehingga merupakan perlakuan terbaik dalam ekstraksi menggunakan metode *Microwave Assisted Extraction* untuk menghasilkan ekstrak kulit buah kakao sebagai sumber antioksidan. Hasil dari uji indeks efektivitas yang didapatkan dapat dilihat pada Tabel 5.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa waktu dan daya pada ekstraksi menggunakan metode *Microwave Assisted Extraction* (MAE) serta interaksinya berpengaruh sangat nyata terhadap rendemen, total fenol, total flavonoid dan kapasitas antioksidan ekstrak kulit buah kakao. Kombinasi perlakuan terbaik untuk mendapatkan ekstrak kulit buah kakao adalah dengan waktu 6 menit dan daya 600 watt, dengan karakteristik rendemen sebesar $8,36 \pm 0,06\%$, total fenol sebesar $41,29 \pm 0,40$ mg GAE/g, total flavonoid sebesar $36,97 \pm 0,30$ mg QE/g dan kapasitas antioksidan sebesar $16,33 \pm 0,27$ mg GAEAC/g.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disarankan bahwa bagi industri yang mengolah ekstrak kulit buah kakao hingga menjadi sebuah produk, disarankan melakukan ekstraksi dengan waktu 6 menit dan daya 600 watt serta perlu dilakukan penelitian lebih lanjut seperti enkapsulasi untuk melindungi dan memperpanjang masa simpan senyawa agar mendapatkan ekstrak yang dapat diaplikasikan pada produk kosmetik maupun produk makanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alara, O. R., Mudalip, S. K. A., Abdurahman, N. H., Mahmoud, M. S., dan Obanijesu, E. O. 2019. Data on parametric influence of microwave-assisted extraction on the recovery yield, total phenolic content and antioxidant activity of *Phaleria macrocarpa* fruit peel extract. *Chemical Data Collections*, 24, 1–4.
- Al-Farsi, M., Alasalvar, C., Al-Abid, M., Al-Shoaily, K., Al-Amry, M. dan Al-Rawahy, F. 2007. Compositional and functional characteristics of dates, syrups, and their by-products. *Food Chemistry*, 104(3), 943-947.
- Badan Pusat Statistik. 2022. Statistik Kakao Indonesia 2021. Badan Pusat Statistik Indonesia. Jakarta.
- Blois, M. S. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181, 1199-1200.
- Budiyanto, A., dan Yulianingsih. 2008. Pengaruh suhu dan waktu ekstraksi terhadap karakter pektin dari ampas jeruk siam (*Citrus nobilis* L.). *Jurnal Pascapanen*, 5(2), 37-44.
- Chang, C., Yang, M., Wen, H., dan Chern, J. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal of Food Drug Analysis*, 10, 178-182.
- Cruz, G., Pirilä, M., Huuhtanen, M., Carrión, L., Alvarenga, E., dan Keiski, R. L. 2012. Production of activated carbon from cocoa (*Theobroma cacao* L.) pod husk. *Journal Civil and Environmental Engineering*, 2(2), 1-6.
- De Garmo, E. P., Sullivan, W. G., dan Canada, C. R. 1984. *Engineering economy*. Macmillan Publisher. New York.

- 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.
- Garofulić, I. E., Dragović-Uzelac, V., Jambrak, A. R., dan Jukić, M. 2013. The effect of microwave assisted extraction on the isolation of anthocyanins and phenolic acids from sour cherry Marasca (*Prunus cerasus* var. Marasca). *Journal of Food Engineering*, 117(4), 437–442.
- Hidayat, P. A. N. P., Puspawati, G. A. K. D., dan Yusasrini, N. L. A. 2022. Pengaruh waktu dan daya *microwave* pada metode *Microwave Assisted Axtraction* (MAE) terhadap aktivitas antioksidan dan pigmen ekstrak daun ubi kayu (*Manihot utilissima pohl.*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 11(1), 134-146.
- Ibrahim, D. S., dan El-Maksoud, M. A. E. A. 2015. Effect of strawberry (*Fragaria* × *ananassa*) leaf extract on diabetic nephropathy in rats. *International Journal of Experimental Pathology*, 96(2):87-93.
- ICCO. 2022. Quarterly bulletin of cocoa statistics. The International Cocoa Organization. United Kingdom.
- Kristanti, Y., Widarta, I. W., dan Permana, I. D. G. M. 2019. Pengaruh waktu dan konsentrasi etanol menggunakan metode *Microwave Assisted Extraction* (MAE) terhadap aktivitas antioksidan ekstrak rambut jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 8(1), 94-103.
- Kusuma, H. S., Altway, A., dan Mahfud, M. 2018. Solvent-free microwave extraction of essential oil from dried patchouli (*pogostemon cablin* benth) leaves. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 58, 343-348.
- Mulyani, N. K. C. 2020. Pengaruh daya pada ekstraksi antosianin bunga dadap merah (*Erythrina crista-galli*) dengan metode *Microwave Assisted Extraction* (MAE). Skripsi. Tidak Dipublikasikan. Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Purbowati, I. S. M., Wijonarko, G., Wicaksono, R., Prihananto, V., Maksum, A., Salsabila, S., dan Alfiani, L. D. 2021. Pengaruh metode dan variasi waktu ekstraksi terhadap total fenol ekstrak daun sereh wangi (*Cymbopogon nardus* L.). in *Prosiding Seminar Nasional dan Call for Papers*, Purwokerto.
- Puspitaningtyas, D., Ganda Putra, G. P., dan Suhendra, L. 2021. Pengaruh konsentrasi etanol dan waktu ekstraksi menggunakan metode *Microwave Assisted Extraction* (MAE) terhadap aktivitas antioksidan ekstrak kulit buah kakao. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 9(3), 371-382.
- Ramadhan, A. E., dan Phaza, H. A. 2010. Pengaruh konsentrasi etanol, suhu dan jumlah stage pada ekstraksi oleoresin jahe (*Zingiber officinale* *Rosc*) secara *batch*. Skripsi. Tidak Dipublikasikan. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Sari, L.M. 2015. Pengaruh perbedaan suhu dan waktu pengeringan terhadap aktivitas antioksidan pada bubuk kulit manggis (*Garcinia Mangostana* L.). Skripsi. Tidak Dipublikasikan. Universitas Brawijaya, Malang.
- Sakanaka, S., Tachibana, Y., dan Okada, Y. 2005. Preparation and antioxidant properties of extracts of japanese persimmo leaf tea (*kakinocha-cha*). *Food Chemistry*, 89(4), 569-575.
- Sartini, M., Djide, N., dan Duma, N. 2012. Pemanfaatan limbah kulit buah kakao sebagai sumber bahan aktif untuk sediaan farmasi. *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*, 7(2), 69-73.
- Sudarmadji, S., Haryono, B., dan Suhardi. 1989. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty. Yogyakarta.
- Tambun, R., Limbong, H. P., Pinem, C., dan Manurung, E. 2016. Pengaruh ukuran partikel, waktu dan suhu pada ekstraksi fenol dari lengkuas merah. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 5(4), 53–56.

- Winata, E. W dan Yunianta. 2015. Ekstraksi antosianin buah murbei (*Morus alba* L.) metode *ultrasonic batch* (kajian waktu dan rasio bahan pelarut). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(2), 773- 783.
- Yulistiani, F, Azzahra, R. K., dan Nurhafshah, Y. A. 2020. Pengaruh daya dan waktu terhadap yield hasil ekstraksi minyak daun spearmint menggunakan metode *microwave assisted extraction*. *Jurnal Teknik Kimia n Lingkungan*. 4(1):1-6.