

***CHARACTERISTICS OF COCOA POD HUSK POWDER (*Theobroma cacao* L.)
AS A SOURCE OF ANTIOXIDANTS AT TEMPERATURE AND DRYING TIME
VARIATIONS USING AN OVEN DRYER***

**KARAKTERISTIK BUBUK KULIT BUAH KAKAO (*Theobroma cacao* L.) SEBAGAI
SUMBER ANTIOKSIDAN PADA VARIASI SUHU DAN LAMA PENGERINGAN
MENGGUNAKAN OVEN DRYER**

Enjelitha Girsang, G. P. Ganda Putra^{*}, Ni Putu Suwariani

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

Diterima 22 Juni 2023 / Disetujui 24 Juli 2023

ABSTRACT

*Cocoa pod husk is the largest by-product of cocoa processing, which amounts to 75% w/w. Cocoa pod husk contains phenolic compounds that are useful as a source of antioxidants that can be obtained through the extraction process, but need to be dried first before being extracted. This research was conducted to determine the effect of temperature and drying time and their interaction using an oven dryer on the characteristics of cocoa pod powder (*Theobroma cacao* L.) and determine the best combination of temperature and drying time using an oven dryer that can maintain the characteristics of cocoa pod powder as a source of antioxidants. The experimental design in this research used factorial randomized block consisting of two factors and grouped into two groups based on the time of implementation. The first factor is the drying temperature which consists of three levels, namely 60, 70, and 80°C. The second factor is the drying time which consists of three levels, namely 4, 6, and 8 hours. The data was analyzed by variance analysis and if it affects the observed variables, continued with Tukey test. The results showed that temperature and drying time and their interactions had a very significant effect on water content, yield, total phenol, total flavonoids, and antioxidant capacity of cocoa pod powder. Based on the effectiveness index test, the best treatment combination results were drying at 60 °C and drying time of 8 hours with characteristics of water content of 7.60%, yield of 14.89%, total phenol 47.51 mgGAE /g, total flavonoids 25.39 mgQE /g, and antioxidant capacity of 20.80 mg GAEAC / g.*

Keywords : Antioxidant, cocoa pod husk, drying time, temperature

ABSTRAK

Kulit buah kakao merupakan hasil samping terbanyak dari pengolahan buah kakao yang jumlahnya mencapai 75% b/b. Pada kulit buah kakao terkandung senyawa fenolik yang bermanfaat sebagai sumber antioksidan alami yang dapat diperoleh melalui proses ekstraksi, akan tetapi perlu dikeringkan terlebih dahulu sebelum diekstrak. Penelitian ini dilakukan agar diketahui pengaruh suhu dan lama pengeringan serta interaksinya menggunakan oven *dryer* terhadap karakteristik bubuk kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.) serta menentukan kombinasi suhu dan lama pengeringan terbaik menggunakan oven *dryer* yang dapat mempertahankan karakteristik bubuk kulit buah kakao

^{*} Korespondensi Penulis :

Email: gandaputra@unud.ac.id

sebagai sumber antioksidan. Rancangan percobaan pada penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok faktorial dua faktor dan dikelompokkan menjadi dua kelompok berdasarkan waktu pelaksanaannya. Faktor pertama adalah suhu pengeringan yang terdiri dari tiga taraf yaitu 60, 70, dan 80°C. Faktor kedua adalah lama pengeringan yang terdiri dari tiga taraf yaitu 4, 6, dan 8 jam. Data dianalisis dengan analisis variansi dan apabila berpengaruh nyata dilakukan uji BNJ. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu dan lama pengeringan serta interaksinya berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air, rendemen, total fenol, total flavonoid, dan kapasitas antioksidan bubuk kulit buah kakao. Berdasarkan uji indeks efektivitas, kombinasi perlakuan terbaik adalah pengeringan pada suhu 60°C dan lama pengeringan 8 jam dengan karakteristik kadar air 7,60%, rendemen 14,89%, total fenol 47,51 mgGAE/g, total flavonoid 25,39 mgQE/g, dan kapasitas antioksidan 20,80 mgGAEAC/g.

Kata kunci : Antioksidan, kulit buah kakao, lama pengeringan, suhu pengeringan

PENDAHULUAN

Kakao (*Theobroma cacao L.*) termasuk salah satu hasil perkebunan utama Indonesia yang jumlah produksinya tergolong besar, yaitu urutan ketiga setelah kelapa sawit dan karet (BPS, 2021). Luas perkebunan kakao di Indonesia pada tahun 2020 mencapai 1.508.956 hektar yang menghasilkan 720,66 ribu ton kakao yang berasal dari perkebunan besar rakyat, swasta dan milik negara (BPS, 2021). Produksi kakao yang masif menjadikan Indonesia sebagai penghasil kakao terbesar ketiga di dunia, setelah Pantai Gading dan Ghana (Ananta *et al.*, 2021).

Hasil samping terbesar dari pengolahan kakao adalah kulit buah yang jumlahnya mencapai 75% b/b (Sartini *et al.*, 2017). Pemanfaatan kulit buah kakao oleh masyarakat masih sebatas pakan ternak dan kompos (Purnamawati & Utami, 2014) dan terkadang hanya dibiarkan sehingga menjadi sampah dan menyebabkan pencemaran lingkungan, menimbulkan bau tidak sedap, dan menyebabkan penyakit busuk buah pada kakao (Sartini *et al.*, 2017).

Kulit buah kakao diketahui mengandung senyawa bioaktif yang berpotensi sebagai sumber antioksidan alami yang dapat berguna bagi kesehatan manusia. Menurut Vásquez *et al* (2019), 100 g massa kering kulit buah kakao mengandung teobromin 0,34 g, fenol 4,6–6,9 g, dan tanin 5,2 g. Kulit buah kakao mengandung senyawa polifenol yang termasuk golongan flavonoid, yaitu katekin dan epikatekin (Fraga, 2005). Katekin merupakan golongan senyawa flavonoid aktivitas antioksidannya tinggi (Hasanah *et al.*, 2012). Antioksidan merupakan senyawa yang dapat menghambat dan mencegah reaksi oksidasi radikal bebas dan molekul reaktif.

Antioksidan alami dapat bersumber dari senyawa fenolik yang terdapat di setiap bagian tumbuhan seperti daun, akar, bunga, buah, kulit, dan batang (Pratt, 1992). Salah satu sumber senyawa fenolik dari tumbuhan adalah kulit buah kakao yang dapat dimanfaatkan sebagai antibakteri, kosmetik, minuman antioksidan, dan sebagai penghambat pertumbuhan sel kanker. Senyawa fenolik pada kulit buah kakao dapat diperoleh melalui proses ekstraksi. Akan tetapi, bahan perlu dikeringkan terlebih dahulu sebelum diekstrak agar kadar airnya turun, menghindari pembusukan, dan memperpanjang umur simpannya (Suismono 2001). Namun, proses pengeringan yang tidak sesuai dapat merusak senyawa bioaktif yang terkandung di dalam kulit buah kakao dan menyebabkan penurunan kandungan polifenol secara signifikan setelah pengeringan (Sartini *et al.*, 2017). Senyawa flavonoid memiliki sifat yang sensitif terhadap panas dan cahaya, sehingga proses pengeringan alami yang melibatkan sinar matahari langsung dianggap kurang efektif karena dapat merusak kandungan senyawa fenolik dan menurunkan aktivitas antioksidannya (Syafriada *et al.*,

2018). Alternatif pengeringan lain yang dapat dipilih adalah metode pengeringan buatan. Salah satu metode pengeringan buatan adalah pengeringan dengan oven *dryer* (Nathaniel *et al.*, 2020).

Pengeringan menggunakan oven *dryer* dianggap lebih efektif karena kondisi selama proses pengeringan dapat dikendalikan dan dapat menurunkan kadar air secara signifikan dalam waktu yang singkat. Pengeringan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti suhu dan lama pengeringan (Nathaniel *et al.*, 2020). Pengeringan pada suhu yang terlalu tinggi dan waktu yang terlalu lama menyebabkan hilangnya aktivitas antioksidan akibat oksidasi (Prabowo *et al.*, 2022). Sedangkan pengeringan dengan suhu yang terlalu rendah membutuhkan waktu pengeringan yang lebih lama, sehingga bahan menjadi rusak atau busuk dan aktivitas antioksidannya rendah karena belum inaktifnya enzim polifenol oksidase (Khatulistiwa *et al.*, 2020).

Penelitian sebelumnya oleh Tohata (2017) diketahui bahwa perlakuan terbaik dalam mengeringkan kulit jeruk nipis adalah pada suhu 60°C selama 2 jam dengan karakteristik kadar air 6,67%, rendemen 10,06%, dan aktivitas antioksidan 53,88 ppm. Pada penelitian Sari (2015) pengeringan terbaik kulit buah manggis adalah pada suhu 75°C selama 4 jam dengan kadar air 6,95%, rendemen sebesar 33,46%, dan aktivitas antioksidan 40,692 ppm. Penelitian Wahyunindiani (2015) diketahui bahwa pengeringan terbaik daun sirsak adalah pada suhu 60°C selama 2 jam. Penelitian lain oleh Husni *et al.*, (2014) diketahui bahwa perlakuan terbaik pengeringan rumput laut *Padina* sp. adalah pada suhu 50°C selama 4 jam dengan karakteristik kadar air 20,63%, rendemen sebesar 17,02%, dan aktivitas antioksidan 37,68 ppm.

Berdasarkan beberapa penelitian tersebut dapat diketahui bahwa suhu dan lama pengeringan berpengaruh terhadap kadar air, rendemen, dan kapasitas antioksidan bahan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian ini agar diketahui pengaruh suhu dan lama pengeringan menggunakan oven *dryer* serta interaksinya terhadap karakteristik bubuk kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.), sehingga akan diketahui kombinasi suhu dan lama pengeringan terbaik untuk mempertahankan karakteristik bubuk kulit buah kakao.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit buah kakao jenis *forastero*/lindak dengan kriteria kulit berwarna kuning dan buah yang sudah berumur 4,5 – 6 bulan yang berasal dari petani kakao di Desa Lumbung, Selemadeg Barat, Tabanan, Bali. Bahan-bahan kimia yang digunakan antara lain metanol 85%, metanol 99,9%, folin-ciocalteu, Na₂CO₃ 5%, AlCl₃ 10%, NaNO₂ 5%, NaOH 1%, akuades, asam galat, kristal DPPH, dan kuersetin.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain spektrofotometer UV- Vis (Geneyes 10S UV-Vis), pipet mikro (Socorex), pipet volume, pipet tetes, gelas beker (Iwaki), gelas ukur (Iwaki), labu ukur (Iwaki), tabung reaksi (Iwaki), rak tabung reaksi, pengaduk, vortex mixer, oven *dryer* (ESCO Isotherm OFA-110-8), cawan, desikator, pingset, bola hisap, pipet sentrifugasi, loyang, panci, timbangan analitik (Ohaus), pisau, blender (Miyako), ayakan 60 mesh (Retsch D-42759 HAAN), *aluminium foil*, tisu, dan kertas label.

Rancangan Penelitian

Rancangan percobaan dalam penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) faktorial dua faktor. Faktor pertama adalah suhu pengeringan (S) yang terdiri dari tiga taraf yaitu 60, 70, dan 80°C. Faktor kedua adalah lama pengeringan (L) yang terdiri dari tiga taraf yaitu 4, 6, dan 8 jam. Masing-masing perlakuan dikelompokkan menjadi 2

kelompok berdasarkan waktu pelaksanaannya, sehingga diperoleh 18 unit percobaan. Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis variansi (ANOVA) dan apabila hasil analisis menunjukkan pengaruh yang nyata, maka dilanjutkan dengan Uji BNJ (Beda Nyata Jujur) menggunakan software Minitab 17. Penentuan perlakuan terbaik dengan menggunakan semua variabel yang diukur dilakukan dengan Uji Indeks Efektivitas (De Garmo *et al.*, 1984).

Pelaksanaan Penelitian

Proses pembuatan bubuk kulit buah kakao pada penelitian ini mengacu pada prosedur yang dilakukan Sari (2015) dengan sedikit modifikasi pada bahan, perlakuan suhu dan lama pengeringan. Kulit buah kakao dicuci untuk membersihkan dari kotoran-kotoran yang menempel lalu ditiriskan. Kulit buah kakao dipotong kecil-kecil berbentuk persegi dengan ukuran sekitar 1 cm. Kulit buah kakao ditimbang untuk mengetahui berat awal sebelum dikeringkan. Setelah itu, dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60 ± 3 , 70 ± 3 , dan $80\pm 3^\circ\text{C}$ selama 4, 6, dan 8 jam. Setelah dikeringkan, kulit buah kakao ditimbang kembali untuk mengetahui berat akhirnya. Kulit buah kakao kering dihancurkan dengan menggunakan blender lalu diayak dengan ayakan 60 mesh, sehingga diperoleh bubuk kulit buah kakao.

Variabel yang Diamati

Variabel yang diamati pada penelitian ini adalah kadar air (AOAC, 2005), rendemen (AOAC, 2005), total fenol (Sakanaka *et al.*, 2003), total flavonoid (Chang *et al.*, 2002), dan kapasitas antioksidan dengan metode DPPH (Blois, 1958).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan suhu dan lama pengeringan serta interaksinya berpengaruh sangat nyata ($p\leq 0,01$) terhadap kadar air bubuk kulit buah kakao. Nilai rata-rata kadar air (%) bubuk kulit buah kakao dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai rata-rata kadar air (%) bubuk kulit buah kakao pada perlakuan suhu dan lama pengeringan

Lama Pengeringan (jam)	Suhu Pengeringan ($^\circ\text{C}$)		
	S1 (60 ± 3)	S2 (70 ± 3)	S3 (80 ± 3)
L1 (4)	$25,83 \pm 0,9^a$	$20,70 \pm 0,8^b$	$8,59 \pm 0,8^{cd}$
L2 (6)	$18,99 \pm 0,7^b$	$10,45 \pm 0,2^c$	$5,97 \pm 0,2^{ef}$
L3 (8)	$7,60 \pm 0,9^{de}$	$7,12 \pm 0,2^{de}$	$4,30 \pm 0,9^f$

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

Tabel 1. menunjukkan bahwa hasil rata-rata kadar air bubuk kulit buah kakao berkisar antara 4,30% – 25,83%. Kadar air terendah diperoleh pada suhu 80°C selama 8 jam yaitu sebesar 4,30% tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan pada suhu 80°C selama 6 jam, yaitu 5,97%, sedangkan kadar air tertinggi diperoleh pada suhu 60°C selama 4 jam yaitu sebesar 25,83%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu dan lama pengeringan maka kadar airnya akan semakin rendah.

Semakin tinggi suhu maka semakin besar energi panas yang dibawa oleh udara ke permukaan bahan sehingga semakin banyak jumlah massa air yang menguap (Rachmawan, 2001) dan semakin lama waktu pengeringan maka panas yang diterima oleh bahan semakin banyak, sehingga jumlah air yang diuapkan dari bahan akan semakin banyak dan kadar airnya menurun (Winarno, 1995). Sejalan dengan pendapat Taib *et al.*, (1997) bahwa peningkatan suhu dan waktu pengeringan menyebabkan kemampuan bahan untuk melepaskan air dari permukaannya semakin besar seiring, sehingga kadar air bahan semakin rendah. Hal ini dibuktikan oleh penelitian Sari (2015) bahwa kadar air bubuk kulit buah manggis juga mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya suhu dan waktu pengeringan. Tohata (2017) juga melaporkan bahwa kadar air bubuk kulit jeruk nipis mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya suhu dan lama pengeringan.

Rendemen

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan suhu dan lama pengeringan serta interaksinya berpengaruh sangat nyata ($p \leq 0,01$) terhadap rendemen bubuk kulit buah kakao. Nilai rata-rata rendemen (%) bubuk kulit buah kakao dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai rata-rata rendemen (%) bubuk kulit buah kakao pada perlakuan suhu dan lama pengeringan

Lama Pengeringan (jam)	Suhu Pengeringan (°C)		
	S1 (60 ± 3)	S2 (70 ± 3)	S3 (80 ± 3)
L1 (4)	21,75 ± 0,4 ^a	17,02 ± 0,7 ^b	15,21 ± 0,1 ^{bcd}
L2 (6)	16,66 ± 0,4 ^{bc}	15,40 ± 0,5 ^{bcd}	14,17 ± 0,1 ^d
L3 (8)	14,89 ± 0,5 ^{cd}	14,52 ± 0,4 ^d	13,32 ± 0,6 ^d

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 rendemen bubuk kulit buah kakao adalah berkisar antara 13,32% – 21,75%. Rendemen terbesar diperoleh pada suhu 60°C selama 4 jam yaitu sebesar 21,75%, sedangkan rendemen terendah diperoleh pada suhu 80°C selama 8 jam yaitu sebesar 13,32% tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan pada suhu 80°C selama 6 jam yaitu 14,17%, suhu 80°C selama 4 jam yaitu 15,21%, suhu 70°C selama 8 jam yaitu 14,52%, suhu 70°C selama 6 jam yaitu 15,40%, dan suhu 60°C selama 8 jam yaitu 14,89%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin meningkatnya suhu dan lama pengeringan maka rendemennya juga akan semakin rendah .

Menurut Desrosier (1988) di dalam Wahyunindiani (2015) suhu udara pengering yang semakin tinggi menyebabkan transfer panas semakin besar dan perpindahan air dari bahan ke udara juga semakin besar. Winarno (1995) menyatakan bahwa proses pengeringan menyebabkan kandungan air bahan berkurang sehingga berakibat pada penurunan rendemen. Tinggi rendahnya rendemen suatu bahan dipengaruhi oleh tinggi rendahnya kadar airnya. Kadar air yang rendah menunjukkan bahwa semakin kecil bobot air di dalam bahan, sehingga rendemennya juga akan semakin rendah begitu pula sebaliknya. Pernyataan tersebut sesuai dengan hasil penelitian ini, bahwa perlakuan dengan kadar air tertinggi memiliki nilai rendemen tertinggi pula dan perlakuan dengan kadar air terendah memiliki nilai rendemen yang terendah.

Suhu yang semakin tinggi dan waktu pengeringan yang semakin lama menyebabkan penurunan rendemen karena kandungan air yang diuapkan akan semakin banyak (Sari, 2015). Sesuai dengan penelitian Sari (2015) bahwa rendemen bubuk kulit buah manggis menurun seiring

dengan peningkatan suhu dan lama pengeringan. Diperkuat oleh penelitian Tohata (2017) bahwa peningkatan suhu dan waktu pengeringan menyebabkan rendemen bubuk kulit jeruk nipis akan semakin rendah.

Total Fenol

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan suhu dan lama pengeringan serta interaksinya berpengaruh sangat nyata ($p \leq 0,01$) terhadap total fenol bubuk kulit buah kakao. Nilai rata-rata total fenol (mgGAE/g) bubuk kulit buah kakao dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai rata-rata total fenol (mgGAE/g) bubuk kulit buah kakao pada perlakuan suhu dan lama pengeringan

Lama Pengeringan (jam)	Suhu Pengeringan (°C)		
	S1 (60 ± 3)	S2 (70 ± 3)	S3 (80 ± 3)
L1 (4)	8,14 ± 0,5 ^f	11,94 ± 0,9 ^c	24,97 ± 0,3 ^{bc}
L2 (6)	26,98 ± 0,6 ^b	24,05 ± 0,7 ^c	18,55 ± 0,9 ^d
L3 (8)	47,51 ± 0,3 ^a	19,41 ± 0,9 ^d	17,62 ± 0,5 ^d

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

Tabel 3. menunjukkan bahwa hasil rata-rata total fenol bubuk kulit buah kakao tertinggi diperoleh pada pengeringan dengan suhu 60°C selama 8 jam yaitu sebesar 47,51 mgGAE/g, sedangkan rata-rata total fenol terendah pada perlakuan pengeringan dengan suhu 60°C selama 4 jam yaitu sebesar 8,14 mgGAE/g. Berdasarkan Tabel 4. rata-rata total fenol bubuk kulit buah kakao cenderung mengalami penurunan seiring dengan peningkatan suhu dan lama pengeringan.

Rahmawati *et al.*, (2013) menyatakan bahwa suhu pengeringan yang terlalu tinggi menyebabkan senyawa fenol mengalami kerusakan, sehingga mengalami penurunan. Total fenol bubuk kulit buah kakao juga menurun seiring dengan meningkatnya waktu pengeringan dikarenakan senyawa fenol bersifat thermosensitive dan waktu pengeringan yang terlalu lama menyebabkan kontak antara bahan dan panas semakin lama sehingga senyawa fenol terdegradasi. Sesuai dengan penelitian Saragih *et al.*, (2021) bahwa total fenol bubuk teh herbal kulit anggur optimum pada suhu 60°C selama 3 jam dan mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya suhu dan waktu pengeringan. Penelitian lain oleh Kholifah *et al.*, (2021) diketahui bahwa total fenol teh herbal celup daun belimbing wuluh juga mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya suhu.

Rata-rata total fenol bubuk kulit buah kakao cenderung mengalami penurunan pada suhu pengeringan di atas 60°C. Hal ini diduga karena total fenol bubuk kulit buah kakao optimum pada suhu pengeringan 60°C selama 8 jam dan akan mengalami penurunan setelah melewati batas suhu optimumnya. Sesuai dengan penelitian Lang *et al.*, (2019) yang mendapatkan hasil bahwa pengeringan beras hitam menggunakan oven pada suhu diatas 60°C mengalami penurunan kandungan fenolik bebas berupa asam vanilat, p -kumarin, dan ferulin. Hal ini dikarenakan senyawa fenolik terdegradasi, oksidasi fenolik, pelepasan fenolat terikat matriks, dan menjadi senyawa kompleks lain akibat berinteraksi dengan komponen structural seperti protein (Ozidal *et al.*, 2013).

Total Flavonoid

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan suhu dan lama pengeringan serta interaksinya berpengaruh sangat nyata ($p \leq 0,01$) terhadap total flavonoid bubuk kulit buah

kakao. Nilai rata-rata total flavonoid (mgQE/g) bubuk kulit buah kakao dapat dilihat pada Tabel 4. Tabel 4. Nilai rata-rata total flavonoid (mgQE/g) bubuk kulit buah kakao pada perlakuan suhu dan lama pengeringan

Lama Pengeringan (jam)	Suhu Pengeringan (°C)		
	S1 (60 ± 3)	S2 (70 ± 3)	S3 (80 ± 3)
L1 (4)	7,14 ± 0,8 ^f	8,74 ± 0,9 ^{ef}	12,12 ± 0,4 ^{cd}
L2 (6)	18,16 ± 0,9 ^b	13,36 ± 0,8 ^c	11,87 ± 0,2 ^{cd}
L3 (8)	25,39 ± 0,9 ^a	11,61 ± 0,2 ^{cd}	10,27 ± 0,3 ^{de}

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

Tabel 4. menunjukkan bahwa hasil rata-rata total flavonoid bubuk kulit buah kakao tertinggi diperoleh pada perlakuan pengeringan pada suhu 60°C selama 8 jam yaitu sebesar 25,39 mgQE/g, sedangkan rata-rata total flavonoid terendah diperoleh pada perlakuan pengeringan pada suhu 60°C selama 4 jam yaitu sebesar 7,14 mgQE/g tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan pada suhu 70°C selama 4 jam yaitu 8,74 mgQE/g. Secara umum, rata-rata total flavonoid bubuk kulit buah kakao cenderung menurun seiring dengan meningkatnya suhu dan lama pengeringan. Hal ini dikarenakan sifat senyawa flavonoid rentan terhadap panas dan dapat teroksidasi apabila suhu terlalu tinggi. Menurut Zainol *et al.*, (2009) dalam Saragih *et al.*, (2021) penurunan makromolekul selama pengeringan seperti flavonoid disebabkan oleh suhu dan waktu pengeringan.

Flavonoid termasuk golongan polifenol yang terdiri dari struktur dasar fenol yang bersifat mudah teroksidasi dan sensitif terhadap panas, sehingga pengeringan pada suhu yang terlalu tinggi berpengaruh pada kadar flavonoidnya (Syafarina *et al.*, 2017). Flavonoid dapat rusak pada pengeringan yang menggunakan suhu tinggi dan disertai waktu yang lama. Hal ini sesuai dengan penelitian Kholifah *et al.*, (2021) bahwa rata-rata total flavonoid teh herbal celup daun belimbing wuluh cenderung mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya suhu dan waktu pengeringan. Hal ini sejalan dengan penelitian Saragih *et al.*, (2021) bahwa total flavonoid bubuk teh herbal kulit anggur juga cenderung mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya suhu dan lama pengeringan.

Kapasitas Antioksidan

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan suhu dan lama pengeringan serta interaksinya berpengaruh sangat nyata ($p \leq 0,01$) terhadap kapasitas antioksidan bubuk kulit buah kakao. Nilai rata-rata kapasitas antioksidan (mgGAEAC/g) bubuk kulit buah kakao dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai rata-rata kapasitas antioksidan (mgGAEAC/g) bubuk kulit buah kakao pada perlakuan suhu dan lama pengeringan

Lama Pengeringan (jam)	Suhu Pengeringan (°C)		
	S1 (60 ± 3)	S2 (70 ± 3)	S3 (80 ± 3)
L1 (4)	7,46 ± 0,5 ^e	10,54 ± 0,3 ^{cd}	10,29 ± 0,3 ^{cd}
L2 (6)	13,32 ± 0,4 ^b	11,71 ± 0,03 ^{bc}	9,69 ± 0,1 ^d
L3 (8)	20,80 ± 0,9 ^a	10,25 ± 0,6 ^{cd}	8,96 ± 0,5 ^{de}

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

Tabel 5. menunjukkan bahwa hasil rata-rata kapasitas antioksidan bubuk kulit buah

kakao tertinggi diperoleh pada perlakuan pengeringan pada suhu 60°C selama 8 jam yaitu sebesar 20,80 mgGAEAC/g, sedangkan rata-rata kapasitas antioksidan terendah diperoleh pada perlakuan pengeringan dengan suhu 60°C selama 4 jam yaitu 7,46 mgGAEAC/g, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan pada suhu 80°C selama 8 jam yaitu 8,96 mgGAEAC/g.

Menurut Prabandari (2015) kapasitas antioksidan memiliki korelasi yang positif dengan total fenol dan total flavonoid, sehingga semakin tinggi total fenol dan flavonoidnya maka semakin tinggi kapasitas antioksidannya begitupun sebaliknya. Zuhra *et al.*, (2008) berpendapat bahwa flavonoid termasuk senyawa fenolik yang berperan sebagai antioksidan, peningkatan senyawa flavonoid seiring dengan meningkatnya kapasitas antioksidannya. Senyawa fenol dan flavonoid berperan sebagai antioksidan yang menyumbangkan atom hidrogennya ke radikal bebas. Hal ini sesuai dengan hasil total fenol dan total flavonoid tertinggi yang sama-sama dihasilkan pada suhu pengeringan 60°C selama 8 jam.

Berdasarkan Tabel 5. rata-rata kapasitas antioksidan bubuk kulit buah kakao cenderung mengalami penurunan pada pengeringan 70°C – 80°C. Hal ini sesuai dengan penelitian Sari (2015) bahwa aktivitas antioksidan bubuk kulit manggis cenderung menurun selama pengeringan pada suhu 75°C – 90°C disertai dengan meningkatnya waktu pengeringan. Sesuai dengan penelitian Tohata (2017) bahwa aktivitas antioksidan bubuk kulit jeruk nipis cenderung menurun pada pengeringan dengan suhu 70°C. Hal ini dikarenakan senyawa fenolik yang berperan sebagai antioksidan termasuk ke dalam senyawa bioaktif yang memiliki sifat termosensitif sehingga dapat terdegradasi pada suhu tinggi. Pengeringan dengan waktu yang lama pada suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kandungan zat aktif di dalam bahan menurun karena senyawa polifenol teroksidasi, sehingga aktivitas antioksidannya menurun (Rohdiana, 2001).

Uji Indeks Efektivitas

Uji Indeks Efektivitas dilakukan untuk menentukan perlakuan terbaik untuk mempertahankan karakteristik bubuk kulit buah kakao sebagai sumber antioksidan. Jumlah panelis dalam uji indeks efektivitas ini adalah 5 orang yang merupakan ahli atau orang yang sangat mengerti terhadap karakteristik produk yang diuji serta memahami proses pengeringan tumbuhan dan kandungan antioksidan. Hasil uji indeks efektivitas dapat dilihat pada Tabel 6.

Perlakuan yang memiliki jumlah nilai hasil tertinggi ditetapkan sebagai perlakuan terbaik. Berdasarkan Tabel 6. perlakuan yang memiliki jumlah nilai hasil tertinggi adalah pengeringan dengan suhu 60°C selama 8 jam yaitu sebesar 0,85 sehingga ditetapkan sebagai perlakuan pengeringan terbaik dalam mempertahankan karakteristik bubuk kulit buah kakao.

Tabel 6. Hasil uji indeks efektivitas untuk menentukan perlakuan suhu dan lama pengeringa terbaik untuk mempertahankan karaktersitik bubuk kulit buah kakao

Perlakuan	Variabel					Jumlah
	Rendemen	Kadar Air	Total Fenol	Total Flavonoid	Kapasitas Antioksidan	
	BV	0,58	0,42	0,75	0,79	1,00
	BN	0,16	0,12	0,21	0,22	0,28
S1L1	Ne	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Nh	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00
S1L2	Ne	0,40	0,32	0,48	0,60	0,44
	Nh	0,07	0,04	0,10	0,13	0,12
S1L3	Ne	0,19	0,85	1,00	1,00	1,00
	Nh	0,03	0,10	0,21	0,22	0,28
S2L1	Ne	0,44	0,24	0,10	0,09	0,23
	Nh	0,07	0,03	0,02	0,02	0,07
S2L2	Ne	0,22	0,71	0,40	0,37	0,32
	Nh	0,04	0,08	0,09	0,08	0,09
S2L3	Ne	0,14	0,87	0,29	0,25	0,21
	Nh	0,02	0,10	0,06	0,05	0,06
S3L1	Ne	0,22	0,80	0,43	0,27	0,21
	Nh	0,04	0,09	0,09	0,06	0,06
S3L2	Ne	0,10	0,92	0,26	0,26	0,17
	Nh	0,02	0,11	0,06	0,06	0,05
S3L3	Ne	0,00	1,00	0,24	0,17	0,11
	Nh	0,00	0,12	0,05	0,04	0,03

KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa suhu dan lama pengeringan menggunakan oven *dryer* serta interaksinya berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air, rendemen, total fenol, total flavonoid, dan kapasitas antioksidan bubuk kulit buah kakao. Kombinasi suhu dan lama pengeringan menggunakan oven *dryer* pada suhu 60°C dan lama pengeringan 8 jam merupakan perlakuan terbaik yang dapat mempertahankan karakteristik bubuk kulit buah kakao selama pengeringan dengan karakteristik kadar air 7,60%, rendemen 14,89%, total fenol sebesar 47,51 mgGAE/g, total flavonoid sebesar 25,39 mgQE/g, dan kapasitas antioksidan sebesar 20,80 mgGAEAC/g.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini bagi industri dan peneliti selanjutnya yang mengolah kulit buah kakao hingga menjadi ekstrak, disarankan untuk melakukan pengeringan menggunakan suhu 60°C selama 8 jam menggunakan oven *dryer*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ananta, D.A., Ganda Putra, G.P., dan Arnata, I.W. 2021. Pengaruh suhu dan waktu maserasi terhadap aktivitas antioksidan ekstrak kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.). *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 9(2), 186-197. <https://doi.org/10.24843/JRMA.2021.v09.i02.p04>.
- AOAC. 2005. *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists.

Washington: Benjamin Franklin Station

- Badan Pusat Statistik. 2021. *Statistik Kakao Indonesia 2020*. Jakarta: Badan Pusat Statistik Indonesia
- Blois, M. S. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181, 1199-1200. <http://dx.doi.org/10.1038/1811199a0>.
- 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.
- De Garmo, E. P., Sullivan, W. G., dan Canada, C. R. 1984. *Engineering economy*. New York: Macmillan Publisher.
- Fraga, C.G. 2005. Cocoa, diabetes and hypertension: should we eat more chocolate american. *Journal of Clinical Nutrition*, 81(3), 41-43. <http://dx.doi.org/10.1093/ajcn/81.3.541>.
- Hasanah, S.U., Hamdani, S., dan Firmansyah, A. 2012. Perbandingan kadar katekin dari beberapa jenis kualitas the hitam (*Camelia sinensis* L. [O] Kuntze) di pusat penelitian the dan kina (PPTK) gambung. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 1(1), 7-12. <http://dx.doi.org/10.58327/jstfi.v1i1.12>.
- Husni, A., Putra, D.R., dan Lelana, I.Y.B. 2014. Aktivitas antioksidan *Padina* sp. pada berbagai suhu dan lama pengeringan. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 9(2), 165-173. <http://dx.doi.org/10.15578/jpbkp.v9i2.109>
- Khatulistiwa, I.P.W.B., Permana, I.D.G.M., dan Puspawati, I.G.A.K.D. 2020. Pengaruh suhu pengeringan oven terhadap aktivitas antioksidan bubuk daun cemcem (*Spondias pinnata* (L.f) Kurz). *Jurnal Itepa*, 9(3), 350-356. <https://doi.org/10.24843/itepa.2020.v09.i03.p11>.
- Kholifah, A. N., Permana, I. D. G. M., dan Yusasrini, N. L. A. 2021. Pengaruh suhu dan waktu pengeringan terhadap aktivitas antioksidan teh herbal celup daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.). *Itepa: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 10(4), 634-645. <https://doi.org/10.24843/itepa.2021.v10.i04.p09>
- Lang, G. H., Lindemann, I. da S., Ferreira, C. D., Hoffmann, J. F., Vanier, N. L., dan de Oliveira, M. 2019. Effects of drying temperature and long-term storage conditions on black rice phenolic compounds. *Food Chem*, 287, 197-204. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.02.028>
- Nathaniel, A.N., Putra, I.N.K., & Wiadnyani, A.A.I.S. (2020). Pengaruh suhu dan lama pengeringan terhadap aktivitas antioksidan dan sifat sensoris teh herbal celup daun rambusa (*Passiflora foetida* L.). *Jurnal Itepa*, 9(3), 308-320. <https://doi.org/10.24843/itepa.2020.v09.i03.p07>.
- Ozidal, T., Capanoglu, E., dan Altay, F. 2013. A review on protein-phenolic interactions and associated changes. *Food Research International*, 51, 954-970. <http://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.02.009>.
- Prabandari, I. M. 2015. *Pengaruh Lama Penyimpanan dan Perebusan Daun Sirsak Segar (Annona muricata Linn) terhadap Aktivitas Antioksidan Sari Daun Sirsak*. Skripsi. Tidak Dipublikasikan. IPB, Bogor.
- Prabowo, K., Kunarto, B., dan Siqhny, Z.D. 2022. Pengaruh suhu pengeringan terhadap karakteristik dan aktivitas antioksidan teh herbal buah pariijoto (*Medinilla speciosa*). *Jurnal Mahasiswa*. 12(1), 7-11.
- Pratt, D. E. (1992). "Natural Antioxidants from Plant Material." in *Phenolic Compounds in food and Their Effects on Health II*. ch. 4, pp. 48-52.
- Purnamawati, H., dan Utami, B. 2014. Pemanfaatan limbah kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.) sebagai adsorben zat warna *Rhodamin B*. in *Prosiding Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika (SNFPF)*, Surakarta, Indonseia, 5(1), 12-18.

- Rachmawan, O. 2001. *Pengeringan, Pendinginan, dan Pengemasan Komoditas Pertanian*. Jakarta: Depdiknas.
- Rahmawati, N., Fernando, A., dan Wachyuni. 2013. Kandungan fenolik dan aktivitas antioksidan ekstrak daun gambir kering (*Uncaria gambir* (Hunter) Roxb). *J. Ind. Che. Acta*, 4(1), 1-6
- Rohdiana, D. (2001). Aktivitas daya tangkap radikal polifenol dalam daun teh. *Majalah jurnal Indonesia*, 12(1), 53-58
- Sakanaka, S., Tachibana, Y., dan Okada, Y. 2003. Preparation and antioxidant properties of extracts of Japanese persimmon leaf tea (kakinocha-cha). *Food Chemistry*, 89(4), 569- 575. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.03.013>
- Saragih, F. J., Suter, I. K., dan Yusasrini, N. L. A. 2021. Aktivitas antioksidan dan sifat sensoris teh herbal celup kulit anggur (*Vitis vinifera* L.) pada suhu dan waktu pengeringan. *Itepa: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 10 (3), 424-435. <https://doi.org/10.24843/itepa.2021.v10.i03.p10>
- 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.
- Sartini., Asri, R.M., dan Ismail. 2017. Pengaruh pra perlakuan sebelum pengeringan sinar matahari dari kulit buah kakao terhadap kadar komponen fenolik dalam ekstrak. *Jurnal Biologi Makassar*, 2(1), 15-20. <https://dx.doi.org/10.20956/bioma.v2i1.1491>.
- Suismono. (2001). Teknologi pembuatan tepung dan pati umbi-umbian untuk menunjang ketahanan pangan. *Majalah Pangan Media Komunikasi dan Informasi*, 37 (10), 37 – 94.
- Syafarina, M., Irham, T., dan Edyson. 2017. *Perbedaan Total Flavonoid Antara Tahapan Pengeringan Alami dan Buatan pada Ekstrak Daun Binjai (Mangifera caesia)*. Skripsi. Tidak Dipublikasikan. Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin.
- Syafrida, M., Darmanti, S., dan Izzati, M. 2018. Pengaruh suhu pengeringan terhadap kadar air, kadar flavonoid, dan aktivitas antioksidan daun dan umbi rumput teki (*Cyperus rotundus* L.). *Bioma*, 20(1), 44-50.
- Taib, G., Said, G., dan Wiraatmadja, S. 1997. *Operasi Pengeringan Pada Pengolahan Hasil Pertanian*. Jakarta: Mediyatama Sarana Perkasa.
- Tohata, A. 2017. *Pengaruh Suhu dan Waktu Pengeringan terhadap Aktivitas Antioksidan pada Bubuk Kulit Jeruk Nipis (Citrus aurantifolia S)*. Skripsi. Tidak Dipublikasikan. Universitas Brawijaya, Malang.
- Vásquez, Z. S., De Carvalho Neto, D. P., Pereira, G. V. M., Vandenberghe, L. P. S., de Oliveira, P. Z., Tiburcio, P. B., Rogez, H. L. G., Neto, A. G., dan Soccol, C. R. 2019. Biotechnological approaches for cocoa waste management: a review. *Waste Management*, 90, 72-83. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.04.030>
- Wahyunindiani, D.Y. 2015. *Pengaruh Perbedaan Suhu dan Waktu Pengeringan terhadap Aktivitas Antioksidan Bubuk Daun Sirsak (Annona muricata L.)*. Skripsi. Tidak Dipublikasikan. Universitas Brawijaya, Malang.
- Winarno, F. G. 1995. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Zuhra, C. F., Tarigan, J. B., dan Sihotang, H. 2008. Aktivitas antioksidan senyawa flavonoid dari daun katuk (*Sauropus androgynus* (L) Merr.). *J Biol Sumatera*, 3(1), 7-10.