



KARAKTERISASI SENYAWA BIOAKTIF DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN PADA COKLAT BUBUK DI D.I. YOGYAKARTA

[Characterization of Bioactive Compounds and Antioxidant Activity in Cocoa Powder in D.I. Yogyakarta]

Lana Santika Nadia^{1*}, Atika Nur Syarifah¹, Dewi Amrih¹

¹Jurusan Teknologi hasil pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas PGRI Yogyakarta, Yogyakarta

*Email: lanasantika@upy.ac.id (Telp: +628562858735)

Diterima tanggal 30 Agustus 2024

Disetujui tanggal 25 September 2024

ABSTRACT

Chocolate contains bioactive compounds with strong antioxidant activity. This study aimed to evaluate the bioactive compound content and antioxidant activity in cocoa powder obtained from various regions in D.I. Yogyakarta. UV-Vis spectroscopy methods and antioxidant tests, such as DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl), were used to analyze the bioactive compounds and antioxidant activity in the cocoa powder. The results show that cocoa powder from Kulon Progo had higher phenolic, flavonoid, and antioxidant activity compared to that from Gunung Kidul, with values of 2.6421%, 0.2147%, and 63.4851%, respectively. Additionally, the identified functional group compounds in the cocoa powder were directly proportional to the bioactive compound content. This indicates that cocoa powder from Kulon Progo has the potential to be a natural source of antioxidants.

Keywords: cocoa powder, bioactive compound, antioxidant

ABSTRAK

Coklat mengandung senyawa bioaktif yang memiliki aktivitas antioksidan yang kuat. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kandungan senyawa bioaktif dan aktivitas antioksidan pada cokelat bubuk yang diperoleh dari berbagai wilayah di Daerah Istimewa Yogyakarta. Metode spektroskopi UV-Vis dan uji antioksidan seperti DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) digunakan untuk menganalisa kandungan senyawa bioaktif dan aktivitas antioksidan pada cokelat bubuk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa cokelat bubuk yang diperoleh dari wilayah Kulon Progo memiliki kandungan fenolik, flavonoid dan aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan wilayah Gunung Kidul sebesar 2,6421%; 0,2147% dan 63,4851%. Serta, hasil senyawa gugus fungsi yang teridentifikasi pada cokelat bubuk tersebut berbanding lurus dengan kandungan senyawa bioaktif yang terdapat pada cokelat bubuk. Hal ini menunjukkan bahwa cokelat bubuk yang diperoleh dari Kulon Progo memiliki potensi sebagai sumber antioksidan alami

Kata kunci: Cokelat Bubuk, Senyawa Bioaktif, Antioksidan



PENDAHULUAN

Kakao merupakan komoditas yang tumbuh di berbagai wilayah tropis dengan karakteristik lingkungan spesifik, misalnya Amerika Selatan, Afrika Barat, hingga Asia Tenggara (Wood and Lass 2001). Terdapat beberapa wilayah di Indonesia yang menjadi penghasil kakao, salah satunya adalah Daerah Istimewa Yogyakarta. Perkembangan tanaman kakao di Yogyakarta menjadi salah satu komoditas hasil perkebunan yang memiliki potensi besar. Perkebunan kakao tersebar di empat kabupaten di Yogyakarta namun sebagian besar berlokasi di Kulon Progo sebesar 1.616,97 Ha dan Gunung Kidul sebesar 1.373,5 Ha. Hampir seluruh perkebunan tanaman kakao dikelola sendiri oleh petani (DPKP 2019). Wilayah Gunungkidul menjadi salah satu wilayah penghasil kakao di Daerah Istimewa Yogyakarta yang terletak pada 7° 46' - 8° 09' Lintang Selatan dan 110° 21' - 110° 50' Bujur Timur. Kulon Progo terletak antara 7° 38'43" - 7° 59'3" lintang selatan dan antara 110°11'37" - 110°16'26" bujur timur.

Produk kakao ini dapat diolah menjadi berbagai jenis produk makanan seperti coklat batang, coklat bubuk dan minuman coklat. Coklat bubuk memiliki kandungan senyawa bioaktif seperti fenolik dan flavonoid. Senyawa fenolik dan flavonoid ini memiliki kemampuan sebagai antioksidan dimana berperan terhadap proses menangkal radikal bebas yang masuk ke dalam tubuh. Senyawa fenolik yang terdapat di dalam coklat bubuk diantaranya epikatekin, galokatekin, epigallocatekin, quersetin dan prosianidin. Sedangkan kandungan flavonoid pada kakao diantaranya seperti caffeic acid, dan ferulic.

Produk coklat bubuk ini sangat dipengaruhi oleh proses pengolahannya untuk dapat menghasilkan produk dengan kualitas yang baik. Proses pengolahan yang memiliki pengaruh signifikan pada kualitas produk kakao adalah bagian pemanggangan biji. Pada proses pemanggangan biji ini dilakukan pemanasan dengan suhu tinggi yang nantinya dapat menghasilkan produk kakao dengan rasa, warna dan tekstur yang baik. Namun, adanya proses pemanggangan ini dapat mempengaruhi kandungan nutrisi yang ada di dalam kakao seperti dapat menurunkan senyawa bioaktif seperti antioksidan dan polifenol. Adanya perbedaan proses pengolahan yang dilakukan dapat menghasilkan perbedaan komposisi kimia pada produk kakao. Selain itu, faktor wilayah penanaman kakao, iklim lingkungan di sekitarnya, laju aliran udara dan kelembaban relatif pada tiap perkebunan kakao juga akan mempengaruhi komposisi kimia produk kakao (Danggi *et al.* 2019).

Oleh karena itu, pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari kondisi wilayah penghasil kakao pada produk coklat bubuk khususnya pada daerah Yogyakarta terhadap komposisi antioksidan dan senyawa bioaktif lainnya dalam produk coklat bubuk.



BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini antara lain, coklat bubuk dari Kelompok Tani Sidodadi, Gumawang, Gunungkidul, DIY dan kemasan (plastik aluminium foil) dari Toko Plastik 40 (DIY).

Bahan-bahan kimia yang digunakan untuk analisa merupakan bahan kimia dengan kualitas pro analisis (pa) antara lain litium klorida (Merck), magnesium klorida (Merck), kalium karbonat (Merck), magnesium klorida (Merck), natrium nitrit (Supelco), natrium klorida (Supelco), kalium klorida (Supelco), kalium sulfat (Merck), asam borat (Merck), indikator bromcherosol green 0,1% (Merck), dan methyl red 0,1% (Merck),, kertas timbel, petroleum eter (Supelco), aquadest, methanol (Supelco), larutan 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) (Sigma-Aldrich) dan silika gel.

Tahapan Penelitian

Aktivitas Antioksidan (Metode DPPH) (Cirilo and lemma 2012)

Sampel sebanyak 0,1 ml dicampur dengan larutan DPPH (3,9 ml, 0,004 g/ml) dalam metanol PA dan diinkubasi selama 30 menit. Campuran larutan kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang 517 nm. Nilai DPPH berdasarkan % RSA (*Radical Scavenging Activity*) yang dihitung menggunakan formula sebagai berikut :

$$\% \text{ RSA} = \left(1 - \frac{A_{\text{sampel}}}{A_{\text{kontrol}}} \right) \times 100\%$$

Keterangan :

A kontrol = Absorbansi kotrol

A sampel = Absorbansi sampe

Uji Fenolik (Cirilo and lemma 2012)

Kandungan fenolik pada ekstrak daun kakao ini dilakukan menggunakan prosedur Folin-Ciocalteu. Sebanyak 0,5ml sampel ekstrak/standar dicampur dengan 0,5 ml reagen Folin-Ciocalteu kemudian divortex dan diinkubasi 1 menit. Setelah itu, ditambah 1,5 ml Sodium Karbonat (Na_2CO_3) 20% (w/v) dan divortex. Selanjutnya campuran ditambah 7,5ml aquades kemudian divortex dan diinkubasi selama 2 jam pada suhu ruang setelah itu dilakukan pengukuran absorbansi pada λ 760 nm. Blanko digunakan campuran aquades dan reagen. Hasilnya diekspresikan sebagai miligram ekivalen asam galat per berat sampel.

Uji Flavonoid (Cirilo and lemma 2012)

Sampel sebanyak 0,1ml dimasukkan dalam labu takar 25 ml kemudian ditambah 1 ml larutan NaNO_2 5% dan 1 ml $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 10% kemudian diinkubasi selama 6 menit. Setelah itu ditambahkan 10 ml NaOH 4,3% kemudian



dilarutkan dengan aquades hingga tanda tera. Larutan diinkubasi selama 15 menit pada suhu ruang kemudian ditera absorbansi larutannya diukur pada λ 510 nm. Total flavonoid dinyatakan ekuivalen katekin (CE).

Fourier-Transform Infrared Spectroscopy/FTIR (Bhuiyan *et al.* 2024)

Spektrum FTIR dari kandungan bubuk coklat dianalisa menggunakan IRSpirit-X FTIR Spectrophotometers (Shimadzu). Sampel bubuk coklat dan Pelet KBr dibuat dengan menumbuk cuplikan (0,1-2,0% berat) kemudian dicetak/ditekan hingga diperoleh pelet KBr. Spektrum FTIR dikumpulkan pada serapan sekitar 3500cm^{-1} . Kemudian direkam dalam bentuk nilai transmitansi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fenolik

Fenolik merupakan senyawa yang termasuk dalam kelompok polifenol dimana fenolik ini juga dapat berperan sebagai antioksidan (Lembong *et al.* 2021). Biji kakao dikenal memiliki kandungan senyawa fenolik yang beragam seperti catechin, epicatechin, quersetin dan prosianidin yang umumnya mempunyai sifat antioksidan (Crozier *et al.* 2011; Mulyani *et al.* 2019). Oleh karena itu, perlu adanya pengujian kadar fenolik untuk dapat mengetahui besaran senyawa fenolik yang terdapat pada kakao.

Tabel 1. Data Analisa Kadar Fenolik, Flavonoid, dan Antioksidan Cokelat Bubuk

Sampel Cokelat Bubuk	Kadar Fenolik (%)	Kadar Flavonoid (%)	Kadar Antioksidan (%)
KP	$2,6421 \pm 0,0038$	$0,2147 \pm 0,0038$	$63,4851 \pm 0,1239$
GK	$2,2926 \pm 0,0042$	$0,1824 \pm 0,0539$	$55,4291 \pm 0,1238$

Ket: KP= coklat bubuk dari Kulon Progo, Yogyakarta; GK= Coklat bubuk dari Gunung Kidul, Yogyakarta

Hasil analisa menunjukkan bahwa kadar fenolik pada kakao bubuk dari Kulon Progo memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan dengan kakao bubuk dari Gunung Kidul sebesar 2,64%. Hal ini dikarenakan kandungan fenolik produk biji kakao dipengaruhi oleh adanya faktor genetik (varietas/genotipe/klon), kondisi pertumbuhan, perbedaan umur panen biji kakao dan proses pengolahan yang dilakukan di masing-masing wilayah produksi biji kakao. Adanya berbagai macam faktor tersebut dapat mengakibatkan keberagaman dalam kualitas maupun kuantitas senyawa fenolik yang dihasilkan (Tjahjana, Supriadi, and Rokhmah 2014; Wollgast and Anklam 2002).

Pada perkebunan kakao daerah Gunung Kidul sebagian besar kakao yang dibudidayakan berasal dari varietas Kakao Lindak (Forastero) sedangkan pada perkebunan kakao daerah Kulon Progo menggunakan kakao varietas Kakao Mulia (Criollo). Kakao lindak memiliki karakteristik daya pertumbuhan dan hasil yang didapatkan lebih banyak dibandingkan dengan varietas kakao mulia serta tidak mudah terserang hama (Shaf 2016). Namun,



dari segi kualitas biji kakao lindak lebih rentan mengalami penurunan kualitas seperti biji kakao yang dihasilkan memiliki tingkat keasaman yang tinggi sehingga ketika dilakukan proses fermentasi kualitasnya akan kurang dan flavor yang dihasilkan kurang kuat (Lembong *et al.* 2021; Wahyudi and Misnawi 2007). Hal ini akan mempengaruhi kandungan senyawa fenolik pada biji kakao.

Flavonoid

Senyawa flavonoid merupakan salah satu kelompok senyawa fenol yang paling besar dan banyak ditemukan pada berbagai macam tumbuhan di semua bagian seperti akar, daun, kayu, bunga, kulit, biji dan buah. Flavonoid memiliki kerangka gugus fungsi karbon yang terdiri atas dua cincin benzena tersubstitusi yang disambungkan dengan rantai alifatik tiga karbon. Senyawa yang termasuk dalam golongan flavonoid seperti antosianin, flavanol dan flavon. Senyawa flavonoid sebagian besar membawa pigmen warna yang memunculkan berbagai warna pada tumbuhan seperti klorofil berwarna hijau, antosianin berwarna merah hingga kecoklatan dan karoten berwarna kuning hingga keemasan (Heinrich, Syarief, and Hadinata 2011; Pourmorad, Hosseinimehr, and Shahabimajd 2009; Wahyulianingsih, Handayani, and Malik 2016).

Hasil analisa pada tabel 1 menunjukkan bahwa kadar flavonoid pada kakao bubuk dari Kulon Progo memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan dengan kakao bubuk dari Gunung Kidul sebesar 0,215%.

Kakao lindak memiliki kandungan antosianin yang relatif banyak dibandingkan dengan varietas kakao lainnya. Antosianin merupakan salah satu golongan flavonoid yang dapat ditemukan dalam tanaman. Antosianin ini juga berperan sebagai pigmen warna yang menghasilkan warna merah, biru atau ungu. Biji kakao pada tanaman kakao lindak cenderung berwarna putih kebiruan yang menunjukkan bahwa pada biji tersebut mengandung antosianin yang cukup tinggi (Elwers *et al.* 2009).

Aktivitas Antioksidan

DPPH merupakan senyawa radikal bebas yang umumnya dapat digunakan sebagai indikator dalam pengujian antioksidan. DPPH ini bentuk monomernya dalam keadaan padat maupun larutan (Munteanu and Apetrei 2021).

Hasil analisa pada tabel 1 menunjukkan bahwa kadar antioksidan pada kakao bubuk dari Kulon Progo memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan dengan kakao bubuk dari Gunung Kidul sebesar 63,49%. Hal ini dikarenakan aktivitas antioksidan yang diperoleh berkaitan dengan senyawa fenolik yang terdapat pada biji kakao pada Tabel 1. Makin besar kadar fenolik yang terdapat pada biji kakao maka aktivitas antioksidan biji kakao juga makin besar. Hal ini sesuai dengan , yang menyatakan bahwa aktivitas antioksidan berkaitan dengan senyawa fenolik pada setiap ekstrak biji kakao. Selain itu, terdapat flavonoid yang mengandung banyak gugus hidroksil dalam gugus fungsinya dibandingkan dengan antioksidan sintetik BHT dan α -tokoferol sehingga meningkatkan aktivitas antioksidan pada biji kakao (Cao, Sofic, and Prior 1997; Supriyanto *et al.* 2014).



Kapasitas antioksidan dari biji kakao juga dipengaruhi dari proses pengolahan yang dilakukan terutama pada proses fermentasi. Selama proses fermentasi, kandungan fenolik banyak mengalami penurunan melalui adanya proses oksidasi, polimerasi dan pengikatan oleh protein. Adanya penurunan fenolik ini juga akan berpengaruh terhadap penurunan antioksidan pada produk biji kakao. Umumnya, proses fermentasi pada biji kakao dilakukan selama 5 – 7 hari (Bernaert *et al.* 2012; Tjahjana, Supriadi, and Rokhmah 2014).

FTIR

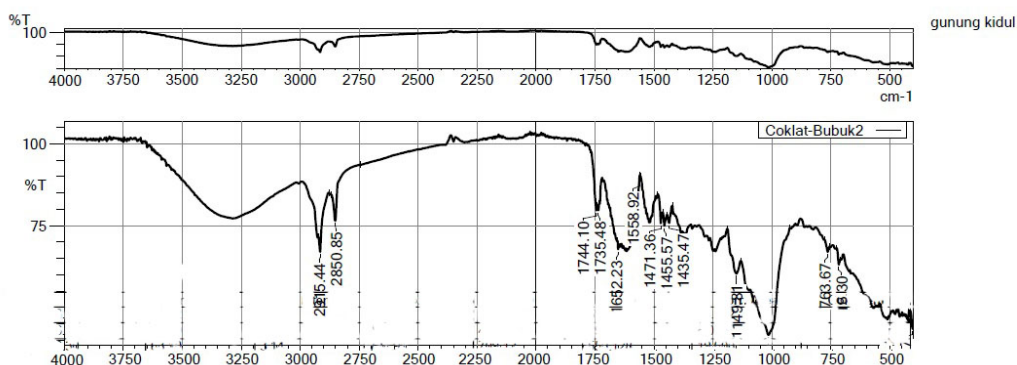
FTIR digunakan untuk mengetahui senyawa gugus fungsi yang terdapat pada suatu bahan. Penggunaan FTIR ini memiliki berbagai macam keuntungan diantaranya sensitivitas tinggi, waktu analisis cepat, akurasi dan reproduktibilitas frekuensi yang sangat baik, dapat dimanipulasi untuk menghasilkan data dapat diterima serta dilengkapi dengan perangkat lunak kemometrika yang memungkinkannya sebagai alat yang canggih untuk analisis kualitatif dan kuantitatif (Smith 2011).

Tabel 2. Daerah Serapan Infra Merah Cokelat Bubuk Yogyakarta

Sampel	Daerah Serapan (cm ⁻¹)	Ikatan dan Jenis Gugus Fungsi
GK	2915.44-2850.85	Golongan alkohol dan amina (OH;NH)
	1652.23-1744.10	Golongan gugus amida (CO-NH ₂)
	1435.47-1558.92	Golongan karboksil (COOH)
	1149.81	Golongan alkohol primer (CH ₂ OH)
KP	2852.28-3648.97	Golongan alkohol dan amina (OH;NH)
	1616.49-1744.10	Golongan gugus amida (CO-NH ₂)
	1435.47-1558.92	Golongan karboksil (COOH)
	1149.81-1339.29	Golongan alkohol primer (CH ₂ OH)

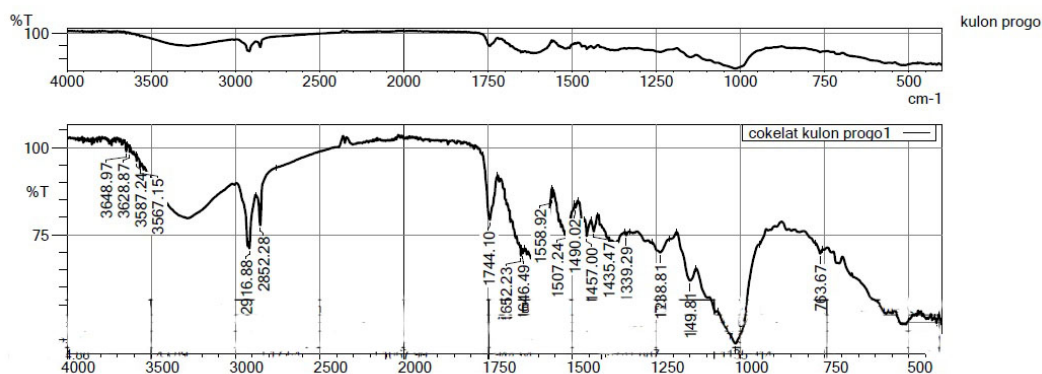
Ket: KP= coklat bubuk dari Kulon Progo, Yogyakarta; GK= Coklat bubuk dari Gunung Kidul, Yogyakarta

Berdasarkan analisa menggunakan FTIR teridentifikasi bahwa pada coklat bubuk Gunung Kidul muncul beberapa peak (panjang gelombang) yang menandai adanya berbagai macam gugus fungsional. Peak 2915.44-2850.85 cm⁻¹ berada pada golongan panjang gelombang 3000-3750 cm⁻¹ merupakan golongan alkohol dan amina (O-H;N-H). Peak 1652.23-1744.10 cm⁻¹ berada pada golongan panjang gelombang 1600-1650 merupakan golongan gugus amida (CO-NH₂). Peak 1435.47-1558.92 yang berada pada golongan panjang gelombang 1550-1650 merupakan golongan karboksil (COOH) dan peak 1149.81 yang berada pada golongan panjang gelombang 1000-1050 merupakan golongan gugus alkohol primer (CH₂OH) (Sari, Fajri, and Wilapangga 2018). Hasil analisa FTIR Gunung Kidul dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil Analisa FTIR Cokelat Bubuk dari Gunung Kidul, Yogyakarta

Pada coklat bubuk Kulon Progo muncul beberapa peak (panjang gelombang) yang menandai adanya berbagai macam gugus fungsional. Peak 3567.15-3648.97 cm^{-1} berada pada golongan panjang gelombang 3000-3750 cm^{-1} merupakan golongan alkohol dan amina (O-H; N-H). Peak 1616.49-1744.10 cm^{-1} berada pada golongan panjang gelombang 1600-1650 merupakan golongan gugus amida (CO-NH₂). Peak 1435.47-1558.92 yang berada pada golongan panjang gelombang 1550-1650 merupakan golongan karboksil (COOH) dan peak 1149.81-1339.29 yang berada pada golongan panjang gelombang 1000-1050 merupakan golongan gugus alkohol primer (CH₂OH). Hasil analisa FTIR Gunung Kidul dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil Analisa FTIR Cokelat Bubuk dari Kulon Progo, Yogyakarta

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis senyawa bioaktif dan aktivitas antioksidan coklat bubuk daerah Yogyakarta yaitu coklat bubuk Gunungkidul dan Kulon Progo diperoleh kadar fenolik, flavonoid dan aktivitas antioksidan coklat bubuk daerah Kulon Progo lebih tinggi dibandingkan Gunung Kidul sebesar 2,6421%; 0,2147% dan 63,4851%. Cokelat bubuk dapat memiliki karakter yang berbeda tergantung dari daerah asalnya karena banyak faktor yang



mempengaruhinya. Karakteristik coklat bubuk ini bermanfaat karena akan mempengaruhi pilihan pengolahan dan formulasi di Industri.

DAFTAR PUSTAKA

- Bernaert, Herwig, Ieme Blondeel, Leen Allegaert, and Tobias Lohmueller. 2012. "Industrial Treatment of Cocoa in Chocolate Production: Health Implications." *Chocolate and Health* 9788847020382: 17–31.
- Bhuiyan, Md Hafizur Rahman, Laura Liu, Anusha Samaranayaka, and Michael Ngadi. 2024. "Prediction of Pea Composites Physicochemical Traits and Techno-Functionalities Using FTIR Spectroscopy." *Lwt* 208(April).
- Cao, Guohua, Emin Sofic, and Ronald L. Prior. 1997. "Antioxidant and Prooxidant Behavior of Flavonoids: Structure-Activity Relationships." *Free Radical Biology and Medicine* 22(5): 749–60.
- Cirilo, Giuseppe, and Francesca Iemma. 2012. "Antioxidant Polymers: Synthesis, Properties, and Applications." *Antioxidant Polymers: Synthesis, Properties, and Applications*.
- Crozier, Stephen J. et al. 2011. "Cacao Seeds Are a 'Super Fruit': A Comparative Analysis of Various Fruit Powders and Products." *Chemistry Central Journal* 5(1): 1–6.
- Danggi, Erni et al. 2019. "Pengaruh Penambahan Alkali Pada Bungkil Kakao Terhadap Aktivitas Antioksidan Dan Penilaian Organoleptik Bubuk Kakao." *Jurnal Sultra Sains* 1(2): 1–7.
- DPKP, DIY. 2019. "Informasi Sumber Benih Entres Kakao (Theobroma Cacao L.) Daerah Istimewa Yogyakarta." 15 Agustus 2019.
- Elwers, Silke, Alexis Zambrano, Christina Rohsius, and Reinhard Lieberei. 2009. "Differences between the Content of Phenolic Compounds in Criollo, Forastero and Trinitario Cocoa Seed (Theobroma Cacao L.)." *Eur. Food Res. Technol.* 229(6): 937–48.
- Heinrich, Michael, Winny R Syarif, and Amalia H Hadinata. 2011. *Farmakognosi Dan Fitoterapi*.
- Lembong, E., M. Djali, Zaida, and G. L. Utama. 2021. "The Potential of Dry Fermented Cocoa (Theobroma Cacao L.) Variety Lindak Bean Shell Treated at Different Degrees of Roasting as a Functional Food." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 733(1): 012068.
- Mulyani, Hani, Andini Sundowo, Euis Filaila, and Teni Ernawati. 2019. "Pengaruh Penambahan Starter Dan Waktu Inkubasi: Dark Coklat (Theobroma Cacao L.) Terhadap Aktivitas Antioksidan Dan Kualitas Minuman Probiotik." *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi (Journal of Food Technology and Nutrition)* 18(1): 25–32.
- Munteanu, Irina Georgiana, and Constantin Apetrei. 2021. "Analytical Methods Used in Determining Antioxidant Activity: A Review." *International Journal of Molecular Sciences* 2021, Vol. 22, Page 3380 22(7): 3380.
- Pourmorad, F, S J Hosseinimehr, and N Shahabimajd. 2009. "Antioxidant Activity, Phenol and Flavonoid Contents of Some Selected Iranian Medicinal Plants." *African Journal of Biotechnology* 5(11): 1142–45.
- Sari, Nindya Wulan, Miskah Yumna Fajri, and Anjas Wilapangga. 2018. "Analisis Fitokimia Dan Gugus Fungsi Dari Ekstrak Etanol Pisang Goroho Merah (Musa Acuminata (L))." *Indonesian Journal of Biotechnology and Biodiversity* 2(1): 30.
- Shaf, Wahyu Abidin. 2016. "Potensi Pengembangan Kakao Di Bantul Bagian Timur Dengan Menggunakan Benih Bermutu." 8 June 2016.
- Smith, Brian C. 2011. "Fundamentals of Fourier Transform Infrared Spectroscopy."
- Supriyanto, Supriyanto, Haryadi Haryadi, Budi Rahardjo, and Djagal Wiseso Marseno. 2014. "Perubahan Suhu,



Kadar Air, Warna, Kadar Polifenol Dan Aktivitas Antioksidatif Kakao Selama Penyangraian Dengan Energi Gelombang Mikro." *agriTECH* 27(1).

Tjahjana, E.B., H. Supriadi, and D.N. Rokhmah. 2014. "Faktor-Faktor Yang Berpengaruh Terhadap Kandungan Polifenol Pada Biji Dan Produk Berbasis Kakao." *Bunga Rampai : Inovasi Teknologi Bioindustri Kakao*: 69–78.

Wahyudi, Teguh, and Misnawi. 2007. "Fasilitas Perbaikan Mutu Dan Produktivitas Kakao Indonesia (Facilitating the Quality and Productivity Improvements of Indonesian Cocoa)." *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia* 23(1): 32–43.

Wahyulianingsih, Wahyulianingsih, Selpida Handayani, and Abd. Malik. 2016. "Penetapan Kadar Flavonoid Total Ekstrak Daun Cengkeh (*Syzygium Aromaticum* (L.) Merr & Perry)." *Jurnal Fitofarmaka Indonesia* 3(2): 188–93.

Wollgast, Jan, and Elke Anklam. 2002. "Polyphenols in Chocolate: Is There a Contribution to Human Health?" *Food Res. Int.* 33(6): 449–59.

Wood, G.A.R., and R.A Lass. 2001. *Cocoa 4th Edition*.