



## Kapasitas Total Antioksidan Ekstrak Metanol Biji Kakao (*Theobroma Cacao. L*) Dengan Metode Spektrofotometri Uv-Vis

**Agung Ari Chandra Wibawa**

Program Sarjana Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Mahasaraswati, Jalan Kamboja No.11 A, Denpasar, Bali

\*Email: [agungarichandra@unmas.ac.id](mailto:agungarichandra@unmas.ac.id)

### Article History

Received: April 2021

Revised: May 2021

Published: June 2021

### Abstract

Antioxidant compounds is one of compounds are needed by the body to reduce free radicals. The ability of antioxidants to reduce free radicals is called antioxidant capacity. The purpose of this study was to provide information on the total antioxidant capacity of the methanol extract of cocoa beans with the DPPH (2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl) method using spectrophotometer uv-vis. The crude extract obtained was extracted using methanol solvent by maceration method. The results of the phytochemical screening test on the methanol extract of cocoa beans showed the presence of flavonoids and tannins. The total antioxidant capacity test of cocoa bean extract used the standard equivalent value of gallic acid which has been shown to have a strong antioxidant ability to reduce DPPH free radicals at a wavelength of 517 nm. The results of the measurement of total antioxidant capacity in the variation of treatment, namely sun-dried cocoa beans and oven cocoa beans were 27.730 and 42.454 mg/mL GAEAC. Based on the results of this study, it was found that the ethanol extract of oven cocoa beans had the greatest total antioxidant capacity, namely 42.454 mg/mL GAEAC.

**Keywords:** *Cocoabean, Gallic acid, Antioxidant capacity*

### Sejarah Artikel

Diterima: April 2021

Direvisi: Mei 2021

Dipublikasi: Juni 2021

### Abstrak

Senyawa antioksidan merupakan salah satu senyawa yang dibutuhkan oleh tubuh untuk meredam radikal bebas. Kemampuan antioksidan dalam meredam radikal bebas disebut dengan kapasitas antioksidan. Tujuan penelitian ini yaitu untuk memberikan informasi mengenai kapasitas total antioksidan pada ekstrak methanol biji kakao dengan metode DPPH (*2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl*) secara spektrofotometer uv-vis. Ekstrak kental yang diperoleh diekstraksi menggunakan pelarut methanol dengan metode maserasi. Hasil uji skrining fitokimia pada ekstrak methanol biji kakao menunjukkan adanya senyawa flavonoid dan tannin. Uji kapasitas total antioksidan ekstrak biji kakao menggunakan nilai ekuivalen standar asam galat yang telah terbukti memiliki kemampuan antioksidan kuat dalam meredam radikal bebas DPPH pada panjang gelombang 517 nm. Hasil pengukuran kapasitas total antioksidan pada variasi perlakuan yaitu biji kakao jemur dan biji kakao oven masing-masing sebesar 27,730 dan 42,454 mg/mL GAEAC. Berdasarkan hasil penelitian ini didapatkan informasi bahwa ekstrak etanol biji kakao oven memiliki nilai kapasitas total antioksidan yang paling besar yaitu 42,454 mg/mL GAEAC.

**Kata kunci:** Biji kakao, Asam galat, Total antioksidan

## PENDAHULUAN

Radikal bebas adalah senyawa prooksidan yang dapat menyebabkan suatu kondisi stress oksidatif pada sel. Keadaan ini dapat merusak makromolekul hingga menyebabkan penyakit degeneratif seperti arterosklerosis, diabetes, kanker (Aruoma,1998). Secara patofisiologi penyebab terjadinya stres oksidatif diakibatkan oleh RONS (*Radical Oxygen and Nitrogen Species*) yang bersumber dari polusi udara, tembakau, alkohol, logam berat atau logam transisi,  $CCl_4$ , makanan (daging asap, minyak dan lemak), induksi obat-obatan (parasetamol

dan halotan), dan radiasi ultraviolet (Phaniendra et al., 2015). Untuk mencegah terjadinya kerusakan sel akibat oksidasi berlebih atau dalam hal ini disebut kondisi stress oksidatif, dapat dilakukan dengan cara mengkonsumsi asupan yang mengandung antioksidan (Apak et al., 2016). Indonesia merupakan salah satu negara yang kaya akan komoditi sumberdaya alamnya. Salah satu pemanfaatan sumberdaya alam tumbuhan oleh manusia adalah sebagai sumber metabolit primer seperti karbohidrat, protein, lemak, vitamin dan mineral serta nutrisi. Kakao adalah salah satu sumber utama dari bahan dasar pembuatan coklat. Komponen utama dari buah kakao yang banyak digunakan dalam industri yaitu pada bijinya.

Uji Aktivitas dan uji kapasitas merupakan 2 hal yang memiliki makna berbeda. Aktivitas antioksidan mengacu pada konstanta laju reaksi antara antioksidan dengan oksidan. Sedangkan untuk uji kapasitas antioksidan adalah uji atau pengukuran jumlah (mol) radikal bebas tertentu yang diambil dari suatu sampel (Bunaciu et al., 2016). Kemampuan antioksidan dalam meredam radikal bebas pada sistem biologi dapat digambarkan sebagai kapasitas dalam mendonorkan electron bebas, mengkatalisis pengkelat logam, mengaktifkan antioksidan endogen dan menghambat proses oksidasi (Heim et al., 2002). Pengaruh temperatur akan dapat mempengaruhi nilai aktivitas antioksidan dari suatu simplisia. Terbukti dalam suatu penelitian dengan temperatur berkisar 90-150°C kandungan senyawa fenolik secara perlahan mengalami penurunan aktivitas antioksidan (Réblová, 2012).

Kapasitas antioksidan dari tanaman yang banyak mengandung flavonoid memiliki kemampuan mereduksi lebih kuat dibandingkan vitamin C dan E. Sebagai contoh epigallocateking alat memiliki kemampuan dalam mereduksi 550 mV, glutathion 920 mV dan  $\alpha$ -tokoferol 480 mV (Procházková et al., 2011). Senyawa flavonoid dan tannin merupakan senyawa metabolit sekunder yang dapat mempengaruhi kuat atau lemahnya suatu antioksidan dari tanaman. Selain itu, terdapat juga senyawa fenolik yang memiliki kemampuan sebagai aktivitas antioksidan (Bayani, 2016). Kemampuan senyawa flavonoid dalam meredam radikal bebas yaitu dengan cara mendonorkan electron ke radikal bebas, sehingga merubah senyawa radikal menjadi non radikal (Banjarnahor & Artanti, 2014). Biji kakao banyak mengandung senyawa polifenol yaitu golongan flavonoid diantaranya  $\pm 58\%$  proanthocyanidin,  $\pm 37\%$  flavan-3-ol/flavanol,  $\pm 4\%$  antosianidin dan  $\pm 1\%$  flavonol glikosida. Selain itu, biji kakao juga telah dilaporkan memiliki senyawa monomerik diantaranya flavan-3-ol, (+)-katekin, (-)-katekin dan (-)-epikatekingalat, sehingga biji kakao dapat dijadikan sebagai senyawa antioksidan, anti-inflamasi, hipokolesterolemik dan kemampuan vasodilatori (Indiarto et al., 2019). Pada penelitian lainnya yang telah mengukur nilai  $IC_{50}$  dari biji kakao didapatkan sebesar  $74,31 \pm 0,72 \mu\text{g/mL}$  (Utami et al., 2017). Kandungan antioksidan seperti flavonoid, fenolik, dan tannin pada biji kakao diketahui sangat banyak terkandung dalam bijinya. Salah satu penelitian yang menguji kandungan fenolik pada biji kakao didapatkan kadar fenolik total sebesar  $47,17-57,16 \text{ mg GAE/g}$  (Nara et al., 2016).

Seiring perkembangan teknologi dan pengetahuan, kajian antioksidan banyak dikaitkan dengan ilmu kesehatan. Biji kakao sebagai salah satu potensial bahan alam diketahui memiliki kandungan antioksidan yang cukup kuat. Namun, masyarakat luas masih belum mengetahui kemampuan antioksidan biji kakao jika dipengaruhi variasi pengeringan. Maka dari itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji antioksidan dengan variasi metode pengeringan biji kakao terhadap kandungan fitokimia serta nilai kapasitas antioksidan ekuivalen asam galat yang diukur menggunakan spektrofotometer uv-vis.

## METODE

### Alat dan bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan digital (Ohaus), beaker glass 250 mL; 100 mL (Pyrex), gelas ukur 100 mL (Pyrex), labu ukur 100 mL; 50 mL; 20 mL; 10 mL (Herma), batang pengaduk, pipet tetes, pipet volume 1 mL; 2 mL (Pyrex), pipet mikro, tabung reaksi (Pyrex), aluminium foil, batang pengaduk, toples kaca, *rotary evaporator* (Buchi), spektrofotometer UV-Vis double beam (Shimadzu/UV-1800®).

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji kakao, metanol (p.a), asam galat (Sigma Aldrich), dan baku DPPH (Sigma Aldrich).

### Penyiapan simplisia

Biji kakao yang telah dipisahkan dari buahnya dan dicuci menggunakan air bersih untuk menghilangkan pengotor. Dilanjutkan sortasi kering dengan cara biji kakao dikeringkan dibawah sinar matahari dan diangin-anginkan pada temperature ruangan. Sebagiannya lagi di sortasi kering dengan oven pada temperature 40°C. Setelah biji kakao kering, biji kakao dikupas untuk mendapatkan biji kakao tanpa kulit ari (pallet). Selanjutnya pallet diblender hingga diperoleh serbuk biji kakao dan ditimbang.

### Ekstraksi

Masing-masing serbuk simplisia biji kakao jemur (BKJ) dan biji kakao oven (BKO) ditimbang sebanyak 100 gram lalu dimaserasi dengan pelarut methanol sebanyak 2 liter didalam toples kaca kemudian diaduk tiap 1 jam dan ditutup dengan aluminium foil. Proses maserasi dilakukan selama 3 hari (3x24 jam), dimana tiap 24 jam filtrat dan residu disaring. Residu yang didapatkan dilarutkan kembali menggunakan pelarut metanol. Hasil filtrat pada masing-masing perlakuan ditampung dalam wadah, kemudian dipekatkan dengan *rotary vacuum evaporator*.

### Skrining fitokimia ekstrak methanol biji kakao

#### a. Identifikasi senyawa flavonoid

Sebanyak 5 mg ekstrak pekat ditambah dengan 1 ml air hangat dan Pb.asetat 10% sebanyak 1 ml. Reaksi positif ditunjukkan dengan terbentuknya warna merah, kuning atau jingga.

#### b. Identifikasi senyawa tannin

Sebanyak 1 g serbuk simplisia (100 mg ekstrak) ditambah air panas sebanyak 100 mL dan dididihkan selama 5 menit di dalam erlenmeyer, lalu di saring. Kemudian 5 ml filtrate ditambah 2 tetes FeCl<sub>3</sub> 5%. Hasil positif ditunjukkan dengan terbentuknya warna hijau violet/ hijau kecoklatan.

### Pengujian kapasitas total antioksidan

- Pembuatan larutan stok standar asam galat dengan konsentrasi 100 ppm. Sebanyak 10 mg asam galat ditimbang, kemudian dilarutkan dengan methanol didalam labu ukur 100 ml sampai tanda batas dan dihomogenkan.
- Larutan stok standar asam galat 100 ppm, masing-masing dipipet 2, 4, 6, 8 µL dan dijadikan 0,5 ml lalu dihomegenkan.
- Pembuatan larutan baku kerja DPPH 0,1mM. Ditimbang 4 mg serbuk DPPH dimasukkan kedalam labu tentukur 100 mL, ditambahkan methanol sampai tanda batas dan dikocok hingga homogen.
- Penentuan panjang gelombang maksimum larutan baku DPPH 0,1mM. Larutan baku DPPH 0,1 mM dipipet sebanyak 4 mL dimasukkan kedalam kuvet, lalu diamati spectrum

- serapannya pada panjang gelombang 400-800 nm dengan spektrofotometer UV-Vis. Untuk larutan blanko digunakan 4 mL metanol.
- g. Pengukuran total kapasitas antioksidan asam galat dengan Spektrofotometer UV-Vis. Larutan DPPH 0,1 mM dipipet sebanyak 2 ml untuk masing-masing konsentrasi. Kemudian kedalamnya ditambahkan larutan seri standard asam galat pada konsentrasi 0,4 ; 0,8, 1,2 ;1,6 ppm masing-masing dipipet 2 ml. Larutan standar asam galat dan larutan DPPH yang sudah dicampur dan dikocok hingga homogen. Setelah homogen larutan diinkubasi selama 30 menit dan diukur pada panjang gelombang 517 nm pada spektrofotometer UV-Vis.
  - h. Pengukuran total antioksidan pada sampel. Masing-masing sampel BKJ dan BKO ditimbang sebanyak 10 mg. Sampel yang telah ditimbang, dilarutkan dengan methanol sebanyak 10 ml dan dihomogenkan. Larutan DPPH 0,1 mM dipipet sebanyak 2 ml dan dicampurkan kedalam masing-masing larutan sampel. Setelah dicampur, masing-masing larutan sampel diinkubasi selama 30 menit diruangan gelap dan diukur serapannya pada panjang gelombang 517 nm.
  - i. Nilai total kapasitas antioksidan pada masing-masing sampel dinyatakan dengan nilai ekuivalen standard asam galat (GAEAC).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis antioksidan secara *in vitro* dapat dilakukan dengan cara uji kualitatif dan uji kuantitatif. Uji kualitatif pada penelitian ini yaitu dilakukan dengan uji skrining fitokimia. Uji skrining fitokimia bertujuan untuk mengidentifikasi kandungan senyawa metabolit sekunder yang terkandung pada sampel. Adapun hasil pengujian fitokimia yang didapatkan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 1. Hasil Uji Fitokimia

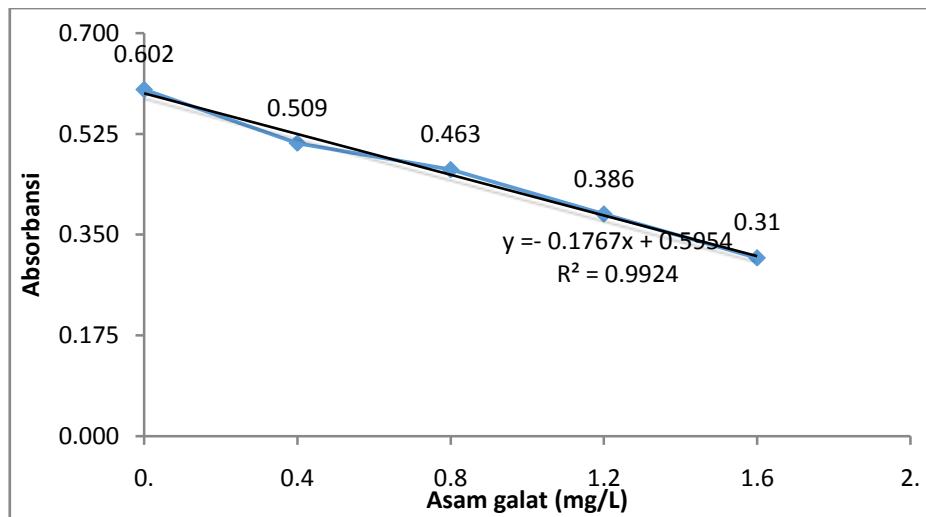
Ekstrak	Senyawa Fitokimia	Keterangan
BKJ	Flavonoid	+
	Tanin	+
BKO	Flavonoid	+
	Tanin	+

Uji skrining fitokimia pada penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak BKJ dan BKO sama-sama memiliki kandungan metabolit sekunder yaitu flavonoid dan tannin. Hasil ini menandakan dengan variasi metode pengeringan, tidak mempengaruhi ada atau tidaknya kandungan metabolit sekundernya. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya, bahwa kandungan fitokimia fraksi n-butanol biji kakao mengandung senyawa flavonoid (Iflahah et al., 2017). Senyawa flavonoid merupakan salah satu senyawa antioksidan yang banyak terdapat di alam. Flavonoid merupakan salah satu bagian dari fenolik. Kemampuan senyawa fenolik sebagai antioksidan telah banyak diteliti oleh peneliti lainnya. Salah satunya yaitu kandungan fenolik pada teh, memiliki kemampuan sebagai antioksidan dalam meredam radikal bebas (Bayani & Mujaddid, 2015). Sedangkan senyawa tannin, dilaporkan mampu meredam radikal bebas secara *in vitro* maupun *in vivo* (Aryantini, 2021; Kyraleou et al., 2019; Maisetta et al., 2019)

Untuk pengujian secara kuantitatif, pada penelitian ini dilakukan dengan mengukur kadar total kapasitas antioksidan sampel dengan metode spektrofotometri. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan kapasitas total antioksidan akibat perbedaan

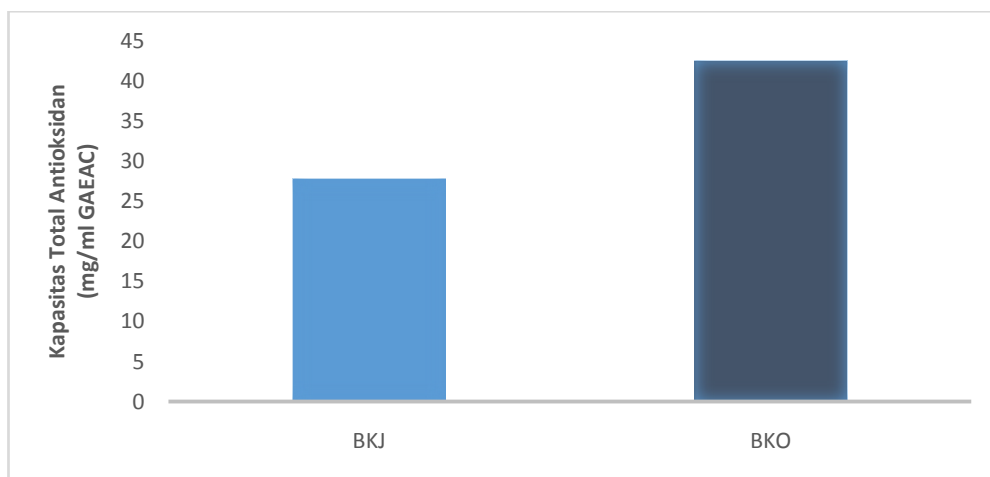
perlakuan pengeringan pada biji kakao sebagai salah satu tanaman yang memiliki potensi sebagai antioksidan. Agar dapat menginterpretasikan kandungan total antioksidan dalam ekstrak BKJ dan BKO, maka pada penelitian ini menggunakan standar asam galat sebagai pembanding.

Hasil pengukuran peredaman radikal bebas dengan menggunakan asam galat memperlihatkan semakin tinggi konsentrasi standar, maka semakin kecil absorpsi yang didapatkan. Hal ini menandakan, asam galat merupakan salah satu antioksidan kuat dan telah terbukti memiliki kemampuan meredam radikal bebas (Bayani, 2016; Velderrain-Rodríguez et al., 2018). Pengujian total kapasitas antioksidan biji kakao dihitung dengan menggunakan persamaan garis yang didapatkan dari kurva kalibrasi asam galat.



Gambar 1. Kurva Peredaman DPPH dengan Asam Galat

Berdasarkan nilai persamaan regresi diatas dan hasil pengukuran absorbansi masing-masing sampel, maka didapatkan hasil pengukuran total kapasitas antioksidan biji kakao jemur sebesar 27,730 mg/mL GAEAC dan untuk biji kakao oven 42,454 mg/mL GAEAC. Hasil ini menunjukkan bahwa metode pengeringan oven memiliki kandungan total antioksidan lebih baik dibandingkan dengan metode pengeringan jemur.



Gambar 2. Total Kapasitas Antioksidan BKJ dan BKO

Hasil yang didapatkan pada penelitian ini tidak terlepas dari pengaruh perlakuan pengeringan. Dikarenakan perlakuan yang menggunakan sinar matahari langsung, dapat mempengaruhi struktur dan kandungan antioksidan yang terkandung disimplisia (Widarta &

Wiadnyani, 2019). Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Réblová (2012) dan Wang et al., (2021), bahwa aktivitas senyawa antioksidan akan menurun seiring bertambahnya temperatur pengeringan. Metode pemanasan dapat mempengaruhi tekstur, nilai nutrisi dan kapasitas antioksidan dari suatu sampel dan memungkinkan berpengaruh terhadap parameter mutu (Hwang et al., 2021; Rivai et al., 2011). Penelitian yang dilakukan Landjang et al., (2017) mengenai kandungan total fenolik dari ekstrak empelur batang sagu baruk dengan variasi pemanasan menunjukkan pada suhu 50°C (72,449 mg/kg) lebih tinggi dibandingkan dengan suhu 75 °C (71,122mg/kg) dan 100 °C(69,286 mg/kg).

## KESIMPULAN

Hasil uji fitokimia ekstrak BKJ dan BKO mengidentifikasi adanya senyawa flavonoid dan tannin. Sedangkan untuk nilai kapasitas total antioksidan pada BKO (42,454 mg/mL) lebih besar dibandingkan BKJ (27,730 mg/mL). Jika merujuk hasil yang didapatkan, maka metode pengeringan simplisia memberikan pengaruh terhadap kapasitas total antioksidan biji kakao. Pengeringan dengan suhu yang stabil memberikan nilai kapasitas antioksidan yang lebih baik. Diduga dengan menggunakan pemanasan yang kurang stabil, kemampuan senyawa flavonoid dan tannin sebagai antioksidan perlahan menurun. Hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan dasar oleh praktisi dan peneliti dalam menentukan pemilihan metode pengeringan yang tepat khususnya pada penelitian antioksidan bahan alam.

## SARAN

Untuk melengkapi informasi kandungan antioksidan biji kakao, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai isolasi dan identifikasi senyawa aktif pada biji kakao dengan metode pengeringan oven dengan variasi suhu.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Universitas Mahasaraswati Denpasar yang telah memberikan fasilitas laboratorium sehingga penelitian ini dapat diselesaikan. Ucapan terima kasih juga peneliti sampaikan kepada pihak-pihak yang membantu selama pelaksanaan penelitian ini berlangsung.

## DAFTAR PUSTAKA

- Apak, R., Özyürek, M., Güçlü, K., & Çapanoğlu, E. (2016). Antioxidant activity/capacity measurement. 1. Classification, physicochemical principles, mechanisms, and electron transfer (ET)-based assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64(5), 997–1027. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b04739>
- Aruoma, O. I. (1998). Free radicals, oxidative stress, and antioxidants in human health and disease. *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 75(2), 199–212. <https://doi.org/10.1007/s11746-998-0032-9>
- Aryantini, D. (2021). AKTIVITAS ANTIOKSIDAN dan KANDUNGAN TANIN TOTAL EKSTRAK ETANOL DAUN KUPU-KUPU (*Bauhinia purpurea* L.). *Jurnal Farmagazine*, 8(1), 54. <https://doi.org/10.47653/farm.v8i1.537>
- Banjarnahor, S. D. S., & Artanti, N. (2014). Antioxidant properties of flavonoids. *Medical Journal of Indonesia*, 23(4), 239–244. <https://doi.org/10.13181/mji.v23i4.1015>

- Bayani, F. (2016). ANALISIS FENOL TOTAL DAN UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DARI EKSTRAK BUAH SENTUL(*Sandoricum koetjape* Merr). *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 4(1), 55. <https://doi.org/10.33394/hjkk.v4i1.47>
- Bayani, F., & Mujaddid, J. (2015). Analisis Fenol Total Teh Hijau Komersial (*Camellia sinensis* L.). *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 3(2), 318. <https://doi.org/10.33394/hjkk.v3i2.691>
- Bunaciu, A. A., Danet, A. F., Fleschin, Ş., & Aboul-Enein, H. Y. (2016). Recent Applications for in Vitro Antioxidant Activity Assay. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 46(5), 389–399. <https://doi.org/10.1080/10408347.2015.1101369>
- Heim, K. E., Tagliaferro, A. R., & Bobilya, D. J. (2002). Flavonoid antioxidants: Chemistry, metabolism and structure-activity relationships. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 13(10), 572–584. [https://doi.org/10.1016/S0955-2863\(02\)00208-5](https://doi.org/10.1016/S0955-2863(02)00208-5)
- Hwang, I. S., Chon, S. Y., Bang, W. S., & Kim, M. K. (2021). Influence of roasting temperatures on the antioxidant properties,  $\beta$ -glucan content, and volatile flavor profiles of shiitake mushroom. *Foods*, 10(1). <https://doi.org/10.3390/foods10010054>
- Iflahah, M. A., Puspawati, N. M., Suaniti, N. M., Terapan, M. K., Udayana, P. U., Udayana, U., & Jimbaran, B. (2017). AKTIVITAS ANTIOKSIDAN BIJI KAKAO (*Theobroma cacao* L.) DALAM MENURUNKAN KADAR 8-HIDROKSI-2'-DEOKSIGUANOSIN DALAM URIN TIKUS SETELAH TERPAPAR ETANOL. *Cakra Kimia*, 4(2), 113–119.
- Indiarto, R., Pranoto, Y., Santoso, U., & Supriyanto. (2019). In vitro antioxidant activity and profile of polyphenol compounds extracts and their fractions on cacao beans. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 22(1), 34–44. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2019.34.44>
- Kyrleou, M., Gkanidi, E., Koundouras, S., & Kallithraka, S. (2019). Tannin content and antioxidant capacity of five Greek red grape varieties. *Vitis - Journal of Grapevine Research*, 58(69), 69–75. <https://doi.org/10.5073/vitis.2019.58.special-issue.69-75>
- Landjang, E. Y., Momuat, L. I., & Suryanto, E. (2017). Efek Pemanasan Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Empelur Batang Sagu Baruk (*Arenga microcarpha* B.). *Chemistry Progress*, 10(1), 7–13. <https://doi.org/10.35799/cp.10.1.2017.27968>
- Maisetta, G., Batoni, G., Caboni, P., Esin, S., Rinaldi, A. C., & Zucca, P. (2019). Tannin profile, antioxidant properties, and antimicrobial activity of extracts from two Mediterranean species of parasitic plant *Cytinus*. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 19(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s12906-019-2487-7>
- Nara, N., Pereira, D., Andrade, D., Lacerda, C., Ribeiro, D., & Freitas, R. (2016). Antioxidant capacity of cocoa beans and chocolate assessed by FTIR. *FRIN*, 90, 313–319. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.10.028>
- Phaniendra, A., Jestadi, D. B., & Periyasamy, L. (2015). Free Radicals: Properties, Sources, Targets, and Their Implication in Various Diseases. *Indian Journal of Clinical Biochemistry*, 30(1), 11–26. <https://doi.org/10.1007/s12291-014-0446-0>
- Procházková, D., Boušová, I., & Wilhelmová, N. (2011). Antioxidant and prooxidant properties of flavonoids. *Fitoterapia*, 82(4), 513–523. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2011.01.018>
- Rébllová, Z. (2012). Effect of temperature on the antioxidant activity of phenolic acids. *Czech*

- Journal of Food Sciences*, 30(2), 171–177. <https://doi.org/10.17221/57/2011-cjfs>
- Rivai, H., Nurdin, H., Suryani, H., & Bakhtiar, A. (2011). Pengaruh Cara Pengeringan Terhadap Perolehan Ekstraktif, Kadar Senyawa Fenolat dan Aktivitas Antioksidan dari Daun Dewa (*Gynura pseudochina* L.). *Majalah Obat Tradisional*, 15(1), 26–33.
- Utami, R. R., Supriyanto, S., Rahardjo, S., & Armunanto, R. (2017). Aktivitas Antioksidan Kulit Biji Kakao dari Hasil Penyangraian Biji Kakao Kering pada Derajat Ringan, Sedang dan Berat. *Agritech*, 37(1), 89. <https://doi.org/10.22146/agritech.10454>
- Velderrain-Rodríguez, G. R., Torres-Moreno, H., Villegas-Ochoa, M. A., Ayala-Zavala, J. F., Robles-Zepeda, R. E., Wall-Medrano, A., & González-Aguilar, G. A. (2018). Gallic acid content and an antioxidant mechanism are responsible for the antiproliferative activity of “Ataulfo” mango peel on LS180 cells. *Molecules*, 23(3). <https://doi.org/10.3390/molecules23030695>
- Wang, L., Zhang, J., Liu, C., & Arabmarkadeh, A. (2021). Antioxidant Activity of Potato Seedlings at Different Storage Temperatures. *International Journal of Chemical Engineering*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/5573644>
- Widarta, I. W. ., & Wiadnyani, A. A. I. Se. (2019). Pengaruh Metode Pengeringan Terhadap Aktivitas Antioksidan Daun Alpukat. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 3(1), 80–85. <https://doi.org/https://doi.org/10.17728/jatp.3361> 80