



Analisis Kadar Air pada Biji Kakao Terhadap Variasi Waktu Penyangraian: Tinjauan Khusus untuk Peningkatan Kualitas Produk

[Moisture Content Analysis of Cocoa Beans in Response to Roasting Time Variation: Specific Review for Product Quality Enhancement]

Nadirah B. Andi Pallawa^{1*}, Miming Berlian², Sulfianti³

^{1,2,3}Program Studi Teknologi Pengolahan Hasil Bumi, Politeknik Palu, Jl. Sinar Kemuning I No. 1A Palu Sulawesi Tengah 94119

Email: ¹nadirahbap@politeknikpalu.co.id, ²mimingberlianpalu@gmail.com, ³sulfiantimaysa@gmail.com

* Email korespondensi : nadirahbap@gmail.com

Dikirim 26 Maret 2024

Direvisi 24 April 2024

Diterima 30 April 2024

ABSTRACT

The role of moisture content in cocoa beans is essential in determining the quality and aroma of cocoa products. The focus on controlling moisture content primarily lies in the roasting process, particularly in variations of roasting time. Despite numerous studies examining the effects of roasting parameters on various food products, research specifically delving into the characteristics of cocoa beans post-roasting with different durations remains relatively limited. This study aims to bridge this knowledge gap by analyzing the moisture content in cocoa beans subjected to roasting treatments with varying durations. The research methodology involved the utilization of fermented and dried Forestero cocoa beans, which were roasted at an initial temperature of 135 °C for durations of 0, 10, 14, and 18 minutes. The results indicate that the decrease in moisture content in cocoa beans reaches an optimal point after 14 minutes of roasting, beyond which further roasting time does not significantly reduce moisture content. Statistical analysis confirms that roasting treatments for 10, 14, and 18 minutes yield statistically similar results. These findings offer insights for the cocoa industry to optimize the roasting process to achieve desired moisture levels, thereby contributing to a broader scientific understanding of cocoa bean processing. The practical implications of this research may enhance product efficiency and quality, while its contribution to the theoretical understanding of cocoa flavor development may inspire further research in this field

Keyword: Cocoa beans, Cocoa processing, Moisture content, Roasting time,

ABSTRAK

Kadar air dalam biji kakao dianggap penting dalam menentukan kualitas dan aroma produk kakao. Proses penyangraian, terutama variasi waktu penyangraian, menjadi fokus utama dalam mengontrol kadar air dalam biji kakao. Meskipun telah banyak penelitian yang dilakukan mengenai efek parameter penyangraian pada berbagai bahan pangan, penelitian yang mengeksplorasi karakteristik biji kakao setelah penyangraian dengan durasi yang berbeda masih dianggap kurang. Penelitian ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan pengetahuan ini dengan menganalisis kadar air dalam biji kakao yang diberi perlakuan penyangraian dengan variasi waktu. Metode penelitian melibatkan penggunaan biji kakao varietas Forestero yang telah difermentasi dan dikeringkan, serta penyangraian menggunakan suhu awal 135° C dengan durasi 0, 10, 14, dan 18 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan kadar air biji kakao mencapai titik optimal setelah 14 menit penyangraian, di mana penambahan waktu penyangraian lebih lanjut tidak menghasilkan penurunan yang signifikan dalam kadar air. Analisis statistik menegaskan bahwa perlakuan penyangraian selama 10, 14, dan 18 menit menghasilkan hasil yang serupa secara statistik. Temuan ini memberikan wawasan bagi industri kakao untuk mengoptimalkan proses penyangraian guna mencapai tingkat kelembaban yang diinginkan, sambil berkontribusi pada pemahaman ilmiah yang lebih luas tentang pengolahan biji kakao. Implikasi praktis dari penelitian ini dapat meningkatkan efisiensi dan kualitas produk, sementara kontribusinya terhadap pemahaman teoretis tentang perkembangan flavor kakao dapat menginspirasi penelitian lebih lanjut dalam bidang ini.

Kata kunci: Biji kakao, Kadar air, Pengolahan kakao Waktu penyangraian

1. Pendahuluan

Kadar air dalam biji kakao memiliki peran krusial dalam menentukan kualitas dan aroma produk turunan kakao. Proses penyangraian, khususnya varian waktu penyangraian, menjadi fokus utama dalam mengontrol kadar air dalam biji kakao. Pengurangan kadar air dan perubahan kimia yang terjadi pada biji selama proses penyangraian memiliki dampak pada warna, ukuran, berat, bentuk, pecahnya biji, pH, densitas, serta terutama komposisi senyawa volatil dan citarasa (García-Alamilla et al., 2017). Memahami interaksi antara waktu penyangraian dan kadar air menjadi esensial bagi industri pengolahan kakao untuk mencapai konsistensi kualitas produk yang diinginkan serta profil rasa yang optimal.

Dalam pembuatan coklat, proses fermentasi pada biji kakao sangat penting dilakukan untuk bisa memberikan aroma yang diinginkan pada saat penyangraian nanti (Gibson & Newsham, 2018; Maheshwari et al., 2020; Ziegleder, 2009). Proses fermentasi menyebabkan sejumlah reaksi penguraian karbohidrat menjadi gula pereduksi dan protein menjadi asam amino, dimana kedua unsur tersebut merupakan faktor penting dalam pemunculan profil aroma coklat (Barišić et al., 2019; Castro-Alayo et al., 2019; John et al., 2019; Marseglia et al., 2014).

Meskipun banyak penelitian telah menginvestigasi efek parameter penyangraian pada berbagai bahan pangan (Carciochi et al., 2016; Hu et al., 2020; Lu et al., 2018; Mesfin et al., 2021; Rocha et al., 2017; Turan et al., 2015), namun penelitian yang mengeksplorasi secara khusus karakteristik biji kakao fermentasi setelah penyangraian dengan durasi yang berbeda masih terbilang kurang. Salah satu pengecualian adalah penelitian oleh (Pallawa, 2022) yang menguak pengaruh waktu penyangraian terhadap profil aroma, asam amino, dan gula reduksi pada biji kakao yang disangrai. Namun demikian, upaya untuk mengisi celah pengetahuan ini terus dilakukan.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengatasi kekosongan pengetahuan tersebut dengan melakukan analisis mendalam terhadap kadar air dalam biji kakao yang telah difermentasi dan diberi perlakuan penyangraian dengan variasi. Penyajian metode analisis, termasuk protokol pengukuran yang sesuai, untuk mengevaluasi tingkat kelembaban pada berbagai tahap proses penyangraian telah dilakukan. Temuan dari penelitian ini tidak hanya berpotensi memberikan dampak signifikan bagi industri pengolahan kakao dengan memberikan wawasan untuk mengoptimalkan proses penyangraian guna mencapai tingkat kelembaban yang diinginkan, tetapi juga akan berkontribusi pada pemahaman ilmiah yang lebih luas mengenai pengolahan biji kakao. Implikasi praktis dari temuan ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan kualitas produk, sementara kontribusinya terhadap pemahaman teoretis mengenai perkembangan flavour kakao dapat menginspirasi penelitian lebih lanjut dalam bidang ini.

2. Metode Penelitian

Bahan yang digunakan biji kakao fermentasi, sedangkan alat yang digunakan adalah mesin sangrai tipe sas.r002j v-2 kapasitas 2 kg, oven (Memmert UN 55), desikator, stopwatch, timbangan neraca analitik, batang pengaduk, penjepit, cawan petri, dan alat tulis.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini didesain dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL), terdiri dari 4 perlakuan dan 2 kali ulangan. Perlakuan penyangraiannya adalah 0 menit penyangraian, 10 menit penyangraian, 14 menit penyangraian dan 18 menit penyangraian.

Tahapan Penelitian

a. Persiapan sampel

Sampel biji kakao yang digunakan adalah biji kakao yang telah difermentasi selama 5 hari dan sudah dikeringkan. Jenis kakao yang digunakan adalah varietas Forestero yang diperoleh dari Kecamatan Palolo, Kabupaten Sigi, Sulawesi Tengah.

b. Penyangraian Biji Kakao

Penyangraian biji kakao dilakukan menggunakan *roaster* dengan suhu awal (*charge temperature*) yaitu 135 °C sesuai dengan metode yang telah digunakan oleh (N B Andi Pallawa et al., 2023).

c. Analisa kadar air Metode oven (Chemyst, 1995)

Kandungan air dalam sampel diukur menggunakan metode AOAC yang standar. Tahap awal dari analisis kandungan air adalah mengeringkan cawan porselen dalam oven pada suhu 105 °C selama satu jam. Setelah itu, cawan ditempatkan di desikator selama sekitar 15 menit, didinginkan, dan ditimbang.

Sebanyak 2 gram biji kakao kemudian ditimbang dan dimasukkan ke dalam cawan yang sudah dikeringkan dan bobotnya telah diketahui. Selanjutnya, sampel dan cawan dikeringkan kembali dalam oven selama 6 jam. Setelah cawan didinginkan, ditimbang kembali, dan kemudian dikeringkan sekali lagi hingga diperoleh bobot yang konstan. Hasilnya dilaporkan dalam berat kering.

Analisis Data

Data hasil analisis diolah dengan analisis statistik *one way anova* menggunakan Program SPSS Versi 25. Bila hasil dari analisis memperlihatkan pengaruh nyata ($\alpha = 0,05$), maka dilakukan uji beda nyata dengan menggunakan uji tukey.

3. Hasil dan Pembahasan

Biji kakao sebagai bahan dasar cokelat, memiliki karakteristik yang dapat berubah selama penyangraian. Gambar 1 menunjukkan perubahan karakteristik biji kakao selama proses penyangraian dengan waktu penyangraian yang berbeda-beda. Analisis visual terhadap foto-foto ini dapat memberikan wawasan tentang perubahan fisik biji kakao dan potensinya dalam memengaruhi kualitas dan aroma produk turunan kakao.

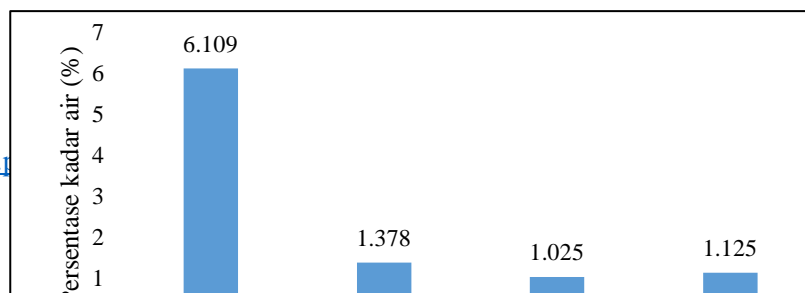


Gambar 1. Data Visual Biji Kakao Sangrai dengan Variasi Waktu Penyangraian

Awalnya, pada 0 menit penyangraian, biji kakao telah menunjukkan warna cokelat bawaan yang diperoleh setelah melalui tahap fermentasi dan pengeringan. Warna cokelat ini masih tergolong muda dan belum menunjukkan perubahan signifikan. Saat proses penyangraian mencapai 10 menit, warna cokelat biji kakao mulai terlihat lebih intens. Derajat warnanya menjadi lebih gelap, menandakan dimulainya proses karamelisasi pada permukaan biji, perubahan ini menunjukkan adanya reaksi kimia yang mengubah struktur gula dalam biji kakao (BeMiller, 2019; Toker et al., 2019). Setelah 14 menit penyangraian, perubahan warna semakin terlihat jelas. Warna cokelat biji kakao menjadi lebih gelap lagi, menunjukkan proses karamelisasi yang semakin berkembang. Selain itu, reaksi Maillard mulai terjadi, menghasilkan senyawa-senyawa kompleks yang memberikan aroma dan rasa khas pada biji kakao (Ramli et al., 2006; Rojas S et al., 2020; Tunick & Nasser, 2019). Pada saat mencapai penyangraian selama 18 menit, warna cokelat biji kakao semakin pekat dan derajat warnanya menuju cokelat kehitaman. Warna cokelat pekat ini menunjukkan bahwa biji kakao telah mengalami perubahan kimia yang kompleks, menghasilkan rasa dan aroma yang lebih kompleks (Flanjak & Barisi, 2019; Hidalgo et al., 2013).

Berdasarkan hasil pengamatan, terlihat bahwa penyangraian memberikan pengaruh terhadap bentuk fisik dari biji kakao. Pada Gambar 01, perubahan bentuk fisik biji kakao dari 0 penyangraian berbeda dengan penyangraian 10, 14 dan 18 menit penyangraian, dimana pada 3 waktu penyangraian terakhir, kulit biji kakao mengalami kerapuhan, volume yang membesar, dan porositas yang meningkat setelah penyangraian. Hal tersebut sebagai akibat jumlah kadar air yang terus menurun sepanjang waktu penyangraian (Wang & Lim, 2015)

Hasil pengujian kadar air pada berbagai perlakuan waktu penyangraian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Nilai Kadar Air biji kakao fermentasi pada berbagai perlakuan waktu penyangraian

Berdasarkan hasil pengamatan pada Gambar 2, terlihat bahwa kadar air pada biji kakao mengalami penurunan selama proses penyangraian. Pada awal penyangraian, yaitu pada 0 menit, kadar air biji kakao mencapai 6.109 %. Selanjutnya, setelah 10 menit penyangraian, terjadi penurunan yang cukup besar sehingga kadar air turun menjadi 1.378 %. Namun, ketika penyangraian berlanjut hingga 14 menit, kadar air biji kakao mencapai titik terendahnya, yaitu sebesar 1.025 %. Menariknya, pada akhir penyangraian selama 18 menit, terjadi sedikit kenaikan kadar air menjadi 1.125 %. Analisis ini menunjukkan bahwa penyangraian dalam durasi tertentu dapat secara signifikan mengurangi kadar air biji kakao, tetapi setelah mencapai titik optimal, penambahan waktu penyangraian tidak menghasilkan penurunan yang lebih lanjut dalam kadar air. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian oleh Wang & Lim, (2015), yang menggunakan sampel biji kopi. Mereka melaporkan bahwa selama fase awal penyangraian terjadi penurunan berat yang signifikan, yang sebagian besar disebabkan oleh dehidrasi, sedangkan kehilangan materi organik terjadi selama fase akhir penyangraian. Oleh karena itu, biji dengan kandungan air yang tinggi akan mengalami laju dehidrasi yang lebih besar dibandingkan dengan biji yang lebih kering.

Fluktuasi kecil kadar air pada akhir penyangraian dalam penelitian ini kemungkinan disebabkan oleh kesalahan pengukuran, variasi biji kakao, atau penyerapan air dari atmosfer. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengetahui penyebab pasti dari fluktuasi tersebut

Hasil analisis statistik menggunakan uji One-Way ANOVA menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara perlakuan penyangraian 0 menit dengan perlakuan lainnya. Hasil pengujian Tukey HSD menunjukkan bahwa nilai signifikansi antara perlakuan penyangraian selama 10 menit dan 14 menit adalah sebesar 0.061. Antara perlakuan 10 menit dan 18 menit, nilai signifikansinya adalah 1.58. Kedua nilai tersebut lebih besar dari alpha level yang umumnya digunakan (0.05), menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan antara ketiga perlakuan tersebut. Demikian pula, penyangraian selama 18 menit tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan penyangraian selama 10 dan 14 menit, dengan nilai signifikansi antara perlakuan penyangraian selama 14 menit dan 18 menit adalah sebesar 0.714.

Saat proses penyangraian dimulai, suhu dalam *roaster* diatur pada 135 °C. Ketika biji kakao mulai bersentuhan dengan udara panas di dalam *roaster*, air dalam biji mulai menguap dengan cepat. Proses ini menyebabkan penurunan suhu di dalam *roaster* karena energi panas digunakan untuk menguapkan air dari biji, bukan hanya untuk memanaskan biji itu sendiri. Fenomena ini oleh (Kumar et al., 2015) disebut sebagai pendinginan evaporatif, yang mengakibatkan penurunan suhu sementara dalam *roaster*. Inilah mengapa terjadi penurunan kadar air yang signifikan dari 0 hingga 10 menit proses penyangraian.

Data observasional menunjukkan bahwa penurunan kadar air biji kakao mencapai titik optimal setelah 14 menit penyangraian, dan penambahan waktu penyangraian tidak menghasilkan perubahan yang signifikan dalam karakteristik biji kakao terkait kadar air. Pada perlakuan 10, 14 dan 18 menit, sekalipun nilai kadar air terlihat berfluktuasi namun ketiga perlakuan tidak memiliki perbedaan yang signifikan untuk mempengaruhi jumlah kadar air dalam biji kakao. Hal tersebut dimungkinkan karena jumlah air dalam matriks biji kakao sudah semakin berkurang sebagai akibat dari proses evaporasi sehingga tidak memungkinkan untuk mendapatkan nilai kadar air yang lebih rendah (Asiah & Djaeni, 2021). Temuan ini sejalan dengan penelitian lain yang menunjukkan bahwa kadar air biji turun dengan cepat pada awal penyangraian dan kemudian melambat pada akhir penyangraian. Contohnya, penelitian Musa et al., (2019) menunjukkan bahwa kadar air biji kopi turun dengan cepat pada awal penyangraian dan kemudian melambat pada akhir penyangraian. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa semakin

tinggi suhu penyangraian, semakin singkat waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kadar air yang optimal. Dalam penelitian ini, suhu penyangraian ditetapkan pada 135° C. Meskipun suhu ini lebih rendah dibandingkan dengan penelitian Musa et al., (2019), tren penurunan kadar air yang sama diamati. Hal ini menunjukkan bahwa prinsip yang sama berlaku untuk penyangraian biji kakao dan biji kopi.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, disimpulkan bahwa waktu penyangraian biji kakao memengaruhi kadar airnya. Penurunan kadar air biji kakao mencapai titik optimal setelah 14 menit penyangraian, namun tidak ada perbedaan signifikan antara penyangraian selama 10, 14, dan 18 menit terkait kadar air. Dengan demikian, penelitian ini mengonfirmasi bahwa penambahan waktu penyangraian setelah titik optimal tidak menghasilkan perubahan signifikan dalam kadar air biji kakao.

5. Daftar Pustaka

- Asiah, N., & Djaeni, M. (2021). Konsep Dasar Proses Pengeringan Pangan. In Nurenik (Ed.), *Quality* (1st ed., Issue Agustus). AE Publishing.
- Barišić, V., Kopjar, M., Jozinović, A., Flanjak, I., Ačkar, Đ., Miličević, B., Šubarić, D., Jokić, S., & Babić, J. (2019). The chemistry behind chocolate production. *Molecules*, 24(17). <https://doi.org/10.3390/molecules24173163>
- BeMiller, J. N. (2019). Carbohydrate Reactions. *Carbohydrate Chemistry for Food Scientists*, 25–48. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-812069-9.00002-9>
- Carciochi, R. A., Galván D'Alessandro, L., & Manrique, G. D. (2016). Effect of roasting conditions on the antioxidant compounds of quinoa seeds. *International Journal of Food Science and Technology*, 51(4), 1018–1025. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13061>
- Castro-Alayo, E. M., Idrogo-Vásquez, G., Siche, R., & Cardenas-Toro, F. P. (2019). Formation of aromatic compounds precursors during fermentation of Criollo and Forastero cocoa. *Heliyon*, 5(1). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01157>
- Chemyst, [AOAC] Association of Official Analytical. (1995). *Official Method of Analysis*. USA: The Association of Official Analytical Chemist Inc.
- Flanjak, I., & Barišić, V. (2019). The Chemistry behind Chocolate Production. *MDPI*. <https://doi.org/doi:10.3390/molecules24173163>
- García-Alamilla, P., Lagunes-Gálvez, L. M., & ... (2017). Physicochemical changes of cocoa beans during roasting process. In *Journal of Food ...*. hindawi.com. <https://www.hindawi.com/journals/jfq/2017/2969324/abs/>
- Gibson, M., & Newsham, P. (2018). Chocolate/Cacao. *Food Science and the Culinary Arts*, 341–352. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-811816-0.00017-8>
- Hidalgo, F. J., Alcón, E., & Zamora, R. (2013). Cysteine- and serine-thermal degradation products promote the formation of Strecker aldehydes in amino acid reaction mixtures. *Food Research International*, 54(2), 1394–1399. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.09.006>
- Hu, G., Peng, X., Gao, Y., Huang, Y., Li, X., Su, H., & Qiu, M. (2020). Effect of roasting degree of coffee beans on sensory evaluation: Research from the perspective of major chemical ingredients. *Food Chemistry*, 331(January). <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127329>
- John, W. A., Böttcher, N. L., Aßkamp, M., Bergounhou, A., Kumari, N., Ho, P. W., D'Souza, R. N., Nevoigt, E., & Ullrich, M. S. (2019). Forcing fermentation: Profiling proteins, peptides and polyphenols in lab-scale cocoa bean fermentation. *Food Chemistry*, 278, 786–794. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.11.108>
- Kumar, C., Millar, G. J., & Karim, M. A. (2015). Effective Diffusivity and Evaporative Cooling in Convective Drying of Food Material. *Drying Technology*, 33(2), 227–237. <https://doi.org/10.1080/07373937.2014.947512>
- Lu, Z. H., Donner, E., & Liu, Q. (2018). Effect of roasted pea flour/starch and encapsulated pea starch incorporation on the in vitro starch digestibility of pea breads. *Food Chemistry*, 245, 71–78. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.10.037>
- Maheshwari, G., Ahlborn, J., & Rühl, M. (2020). Role of Fungi in Fermented Foods. *Reference Module in Life Sciences*, 1–11. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-819990-9.00015-9>
- Marseglia, A., Sforza, S., Faccini, A., Bencivenni, M., Palla, G., & Caligiani, A. (2014). Extraction, identification and semi-quantification of oligopeptides in cocoa beans. *Food Research International*, 63, 382–389. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.03.046>
- Mesfin, N., Belay, A., & Amare, E. (2021). Effect of germination, roasting, and variety on

- physicochemical, techno-functional, and antioxidant properties of chickpea (*Cicer arietinum* L.) protein isolate powder. *Heliyon*, 7(9), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08081>
- Musa, B. P., Charnia, I. R., & Salma, S. (2019). The effect of temperature and duration roasting of the physical characteristics of arabica coffee. *Materials Science Forum*, 967 MSF, 113–117. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.967.113>
- Pallawa, N B A. (2022). *Pengaruh Waktu Penyangraian Terhadap Profil Senyawa Aroma Volatil, Kandungan Asam Amino Dan Gula Pereduksi Pada Biji Kakao Hasil Fermentasi*. repository.unhas.ac.id. <http://repository.unhas.ac.id/id/eprint/13124/>
- Pallawa, N B Andi, Salengke, S., & Pirman, P. (2023). Effects of roasting process on the precursor components for maillard reaction in fermented cocoa beans. *AIP Conference ...*. <https://pubs.aip.org/aip/acp/article/2596/1/020002/2893321>
- Ramli, N., Hassan, O., Said, M., Samsudin, W., & Idris, N. A. (2006). Influence of roasting conditions on volatile flavor of roasted Malaysian cocoa beans. *Journal of Food Processing and Preservation*, 30(3), 280–298. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2006.00065.x>
- Rocha, I. S., De Santana, L. R. R., Soares, S. E., & Bispo, E. da S. (2017). Effect of the roasting temperature and time of cocoa beans on the sensory characteristics and acceptability of chocolate. *Food Science and Technology*, 37(4). <https://doi.org/10.1590/1678-457x.16416>
- Rojas S, M., Chejne, F., Ciro, H., & Montoya, J. (2020). Roasting impact on the chemical and physical structure of Criollo cocoa variety (*Theobroma cacao* L.). *Journal of Food Process Engineering*, 43(6). <https://doi.org/10.1111/jfpe.13400>
- Toker, O. S., Palabiyik, I., & Konar, N. (2019). Chocolate quality and conching. *Trends in Food Science and Technology*, 91(April), 446–453. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.07.047>
- Tunick, M. H., & Nasser, J. A. (2019). The Chemistry of Chocolate and Pleasure [Chapter]. *ACS Symposium Series*, 1321, 33–41. <https://doi.org/10.1021/bk-2019-1321.ch003>
- Turan, D., Capanoglu, E., & Altay, F. (2015). Investigating the effect of roasting on functional properties of defatted hazelnut flour by response surface methodology (RSM). *Lwt*, 63(1), 758–765. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.03.061>
- Wang, X., & Lim, L. T. (2015). Physicochemical Characteristics of Roasted Coffee. *Coffee in Health and Disease Prevention*, 247–254. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409517-5.00027-9>
- Ziegleder, G. (2009). Flavour Development in Cocoa and Chocolate. *Industrial Chocolate Manufacture and Use: Fourth Edition*, 169–191. <https://doi.org/10.1002/9781444301588.ch8>