

Review: Teknologi Pengolahan Biji Kopi Hijau dan Peranannya dalam Pembentukan Komponen Rasa Biji Kopi

*Review: Technology of Green Coffee Bean Processing and Its Role
in Flavor Component Formation*

Damar Wiraputra¹

¹Department of Agroindustrial Technology, Faculty of Agroindustrial Technology, Universitas
Padjadjaran, Sumedang 45363, Indonesia

*Korespondensi penulis: damar20001@mail.unpad.ac.id

ABSTRAK

Kopi adalah salah satu dari jenis minuman yang banyak dikonsumsi secara global. Biji kopi hijau (*green coffee bean*) dihasilkan dari kopi ceri merah yang melalui pengeringan dan disimpan dalam jangka waktu tertentu hingga akhirnya digunakan. Perubahan senyawa volatil dan sifat fisik biji kopi hijau (*green coffee bean*) dapat terjadi selama pengolahan. Ulasan ini bertujuan dalam mengevaluasi tahap pengolahan biji kopi hijau (*green coffee bean*) serta pengaruh proses tersebut terhadap sifat fisik dan komponen senyawa volatil *green coffee bean*.

Kata kunci: Biji kopi hijau, Pengolahan biji kopi, Rasa biji kopi

ABSTRACT

Coffee is one of the most widely consumed beverages globally. Green coffee beans are derived from red coffee cherries that undergo drying and are stored for a period before being used. Changes in volatile compounds and physical properties of green coffee beans can occur during processing. This review aims to evaluate the stages of green coffee bean processing and the effects of these processes on the physical properties and volatile compounds of green coffee beans.

Keywords: *Green coffee beans, Coffee bean processing, Coffee flavor*

PENDAHULUAN

Kopi merupakan hasil pertanian yang sangat banyak diperjualbelikan di posisi kedua di dunia dan setelah minyak (Mussatto et al., 2011). Kopi merupakan minuman tidak beralkohol yang sangat banyak dikonsumsi dan menyebar secara global (Haile & Hee Kang, 2019). Kopi robusta merupakan salah satu jenis kopi yang memiliki nilai ekonomis dan diperdagangkan secara komersial. (Rendón et al., 2014). Kopi arabika memiliki cita rasa yang tinggi dan kandungan kafein yang rendah (Fujioka & Shibamoto, 2008). Tanaman robusta lebih tahan terhadap penyakit, tetapi rasa kopinya kurang dihargai. Faktanya, robusta terutama digunakan dalam meningkatkan tubuh (*body*) dan busa beberapa minuman kopi (misalnya, kopi espresso) dan dalam produksi kopi instan (Rubayiza & Meurens, 2005). Riset yang dilakukan sebelumnya oleh Yisak et al. (2018) telah melaporkan bahwa robusta memiliki aroma *earthy* dan pedas, sedangkan Arabika memiliki aroma panggang karamel yang manis.

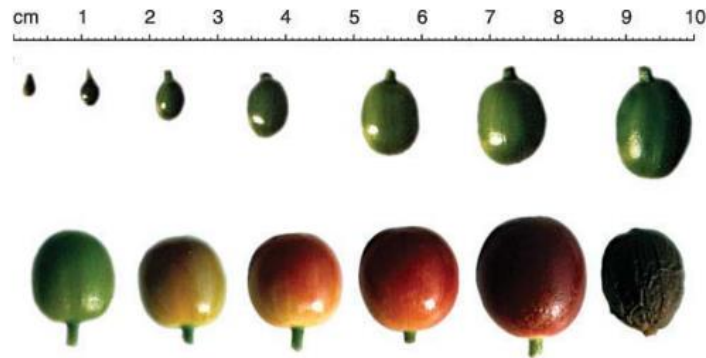
Biji kopi hijau diperoleh dari proses pengolahan buah kopi ceri merah. Buah kopi yang masih mentah umumnya berwarna hijau, tetapi berubah menjadi merah tua atau keunguan ketika matang (bahkan kuning atau oranye pada genotipe tertentu). Perikarp menutupi daging buah yang lembut kekuningan, berserat dan manis atau mesocarp luar. Setelah buah dipanen, penanganan pasca panen buah ceri kopi dilakukan dengan metode pengolahan kering, basah atau semi basah (Illy, A & Viani, 2005).

Biji kopi hijau (*green coffee bean*) mengandung berbagai macam senyawa kimia berbeda yang mempengaruhi kualitas produk kopi akhir (El-Abassy et al., 2011). Biji kopi hijau kering dengan kadar air <11% menjalani operasi pra-pemrosesan dalam mencegah penurunan kualitas selama penyimpanan dan pengangkutan agar terhambat reaksi enzimatik, pembusukan mikroba dan oksidasi lipid (Cong et al., 2020).

Biji kopi hijau (*green coffee bean/GCB*) dilakukan pengeringan di bawah sinar matahari atau melalui alat pengeringan mekanis. Kadar air kopi dikurangi hingga 11-12% sebelum dilanjutkan penyimpanan. Di dalam GCB terdapat kandungan antioksidan seperti asam organik, asam klorogenat, asam golongan fenolik, polifenol dan alkaloid. Kandungan tersebut bervariasi tergantung jenis spesies pohon kopi (Rendón et al., 2014). Pengeringan adalah bagian pengolahan yang cukup kompleks setelah pascapanen biji kopi. Fitokimia sensitif terhadap pengaruh panas, cahaya dan oksigen yang diberi berbagai faktor pengeringan. Maka penting dalam menentukan kondisi pengolahan yang optimal bagi setiap jenis bahan (Papoutsis et al., 2017).

BUAH KOPI

Saat panen, buah kopi yang dikenal sebagai kopi ceri harus dipisahkan berdasarkan tahap kematangannya. Kopi ceri yang kurang matang atau terlalu matang dapat berdampak serius pada rasa produk akhir (Poltronieri & Rossi, 2016). Menurut Illy dan Viani (2005), setelah periode dormansi awal di mana tampak sedikit pertumbuhan selama 6-8 minggu pertama setelah bunga terbentuk (tahap kepala jarum), buah akan membesar hampir mencapai ukuran akhir selama periode 8-10 minggu (tahap hijau-lunak). Ini diikuti dengan periode di mana biji (endosperma) mengisi selama 10-15 minggu lagi (tahap hijau keras). Buah akan matang dalam waktu 7-9 bulan untuk *Coffea arabica* dan 9-11 bulan untuk *Coffea canephora* setelah berbunga. Selama pematangan, buah hijau akan berubah menjadi kuning atau merah, tergantung varietasnya.



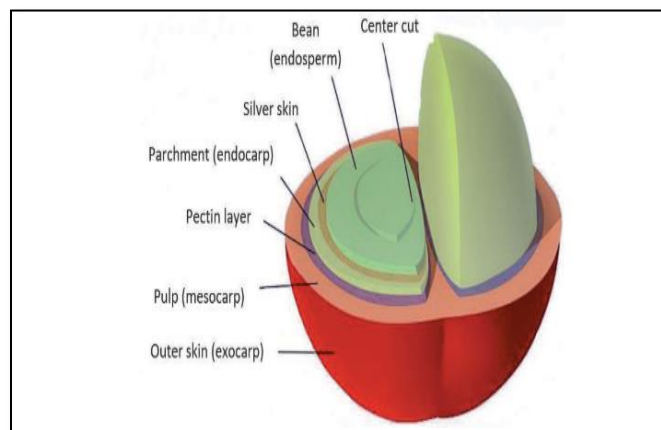
Gambar 1. Perkembangan Buah Kopi

*Atas: Dalam waktu sekitar 4 bulan buah hijau tumbuh menjadi ukuran yang cukup besar yaitu antara stadium 5 dan 7, endosperma mulai berkembang (2–3 bulan).

*Bawah: Saat buah menjadi hijau zaitun, endosperma sudah keras (4–5 bulan). Saat mesocarp menjadi berdaging dan bagian eksokarp menjadi merah sebagian (5-6 bulan). Setelah 6 bulan eksokarp berwarna merah cerah dan mesocarp sangat berdaging. Kemudian (7-8 bulan), warna buah berubah menjadi merah tua (kusam) dan mesocarp mulai mengering. Akhirnya, buah mulai menyusut dan bagian eksokarp menjadi semakin gelap (Illy, A & Viani, 2005).

Panen biji kopi yang baik dimulai ketika sebagian besar buah ceri sudah matang dan proporsi buah ceri yang masih mentah minimal (5%). Kacang hijau muda muncul dari buah ceri mentah dan berubah warna menjadi hitam kehijauan jika dikeringkan pada suhu di atas 30 °C. Kedua jenis benih ini lebih ringan dibandingkan benih biasa (Haile & Kang, 2019) .

Ceri kopi yang terlalu lama dibiarkan di pohon atau di tanah harus dihindari, karena dapat meningkatkan jumlah biji yang cacat, seperti biji yang asam, hitam, atau berwarna hitam-hijau. Biji-biji ini biasanya memiliki berat yang lebih ringan dibandingkan biji kopi normal. Biji yang hijau muda, hitam-hijau, asam, atau hitam dapat merusak kualitas kopi secara keseluruhan, mempengaruhi penampilan, pemanggangan, hasil akhir, dan rasa minuman kopi (Iamanaka et al., 2014).



Gambar 2. Anatomi biji ceri kopi (Haile & Hee Kang, 2019)

PENGOLAHAN BUAH KOPI CERI MERAH MENJADI BIJI KOPI HIJAU (*GREEN COFFEE BEAN*)

Produksi kopi melibatkan serangkaian proses panjang, mulai dari pemanenan buah kopi hingga pengeringan biji di area kering (De Bruyn et al., 2017). Persiapan yang matang sebelum panen sangat penting untuk mencegah penurunan kualitas dan kebusukan kopi pada tahap akhir. Metode pengolahan pascapanen yang diterapkan di lokasi dapat mempengaruhi kualitas biji kopi hijau. Pengolahan kopi dimulai segera setelah panen untuk memastikan kualitas biji yang optimal (Illy, A & Viani, 2005).

Pengolahan buah kopi ceri merah melibatkan beberapa tahapan penting, termasuk pengeringan (baik alami, basah, maupun semi-basah), fermentasi, pemanggangan, penyimpanan, penggilingan, dan penyeduhan. Untuk memahami proses dan dampaknya dengan lebih baik, pemrosesan awal yang menghasilkan biji kopi hijau dikategorikan sebagai pemrosesan sekunder, sedangkan pengolahan yang dilakukan setelah produksi biji kopi hijau dianggap sebagai pengolahan primer (Hameed et al., 2018). Setelah panen, buah kopi ceri diproses menggunakan metode pengolahan basah, semi-basah, atau kering (Illy, A & Viani, 2005). Berikut pengolahan kopi dalam beberapa penelitian pada tabel 1.

Tabel 1. Pengolahan Kopi dalam Beberapa Penelitian

No	Material	Teknik Pengolahan	Kondisi	Temuan	Referensi
1	Kopi arabika	Proses Basah (<i>wet method</i>)	diproses dengan metode basah (de-pulping, fermentasi dan pengeringan) hingga diperoleh kurang lebih 500 g biji kopi hijau (11% kelembaban)	tidak ada yang menunjukkan variasi absolut yang cukup tinggi untuk terlibat dalam perbedaan kualitas	(Joët et al., 2010)
2.	<i>Coffea arabica</i> var. <i>Bourbon</i> , 40 kg	Proses Basah (<i>wet method</i>)	Biji kopi dihilangkan secara manual dan difermentasi basah di bawah air, dengan seluruh proses dari panen hingga awal fermentasi selesai dalam 12 jam. Itu	Biji kopi difermentasi dengan pertumbuhan ragi mengandung jumlah isoamyl alkohol yang lebih tinggi (21 kali), etanol (3,7 kali), asetaldehida (8 kali), dan etil asetat (25 kali) dibandingkan	(Elhalis et al., 2020)

3	Kopi Robusta	Proses Kering (<i>dry method</i>)	teknik pengeringan yang berbeda pada komponen bioaktif, komposisi asam lemak, dan profil volatil	dengan biji yang difermentasi tanpa adanya aktivitas ragi Enam puluh dua senyawa volatil diidentifikasi dalam biji kopi yang dikeringkan berbeda, mewakili 90% dari senyawa volatil.	(Dong et al., 2017)
4	Pulped Mundo Novo and Ouro Amarelo coffee beans	Proses semi kering (<i>semi dry method</i>)	biji kopi diinokulasi dengan <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (CCMA 0200 dan CCMA 0543) selama fermentasi kopi semi-kering dan dibandingkan dengan kontrol yang tidak diinokulasi.	Ada 104 senyawa volatil yang terdeteksi: 49 dan 55 dalam kopi hijau dan kopi sangrai. Semua sampel kopi mendapat skor lebih dari 80 poin dalam cup tes, menunjukkan bahwa mereka spesialti	(Ribeiro et al., 2017)
5	Kopi arabika	Proses semi kering (<i>semi dry method</i>)	Kopi arabika diinokulasi dengan salah satu kultur starter	Kopi yang diinokulasi dengan ragi memiliki rasa karamel yang tidak terdeteksi dalam kontrol, seperti yang dinilai oleh TDS.	(Evangelista, S et al., 2014)

Metode Pengolahan Kopi Cara Basah

Proses fermentasi basah membutuhkan buah kopi yang matang, yang dipetik secara selektif atau dipisahkan secara mekanis selama proses pemetikan. Setelah melewati mesin pencucian dan sebelum proses pengupasan daging buah (*depulping*), buah kopi ceri yang belum matang dapat dipisahkan dari yang matang menggunakan perbedaan tekanan di dalam mesin pemisah ceri hijau. Mesin ini dilengkapi dengan lapisan khusus yang memiliki lubang-lubang panjang membentuk silinder dengan rotor di dalamnya. Rotor ini mendorong buah ceri ke lapisan stasioner dan menuju tepi silinder. Ceri yang matang dan lembut dapat melewati lubang-lubang tersebut, sementara ceri yang keras dan belum matang akan terlempar ke tepi silinder di mana aliran keluarannya

dikendalikan oleh beban penyeimbang (Illy, A & Viani, 2005). Berikut adalah langkah-langkah dalam metode fermentasi basah.



Gambar 3. Langkah Dalam Pengolahan Kopi Cara Basah (Schwan et al., 2012)

Pengolahan buah kopi ceri cara basah memberikan dampak kepada produk akhir. Menurut Silva et al. (2013), mikroorganisme memanfaatkan nutrisi yang ada dalam pulp dan lendir untuk menghasilkan berbagai metabolit dan asam organik. Metabolit dan asam ini kemudian tersimpan dalam biji kopi dan dapat mempengaruhi kualitas akhir kopi. Variasi keanekaragaman mikroorganisme dan lingkungan dapat menyebabkan perbedaan jenis asam organik dan metabolit atau jumlah yang mereka produksi dan karena itu memberikan kualitas kopi unik yang berbeda.

Metode Pengolahan Kopi Cara Semi Kering/Basah

Proses semi-basah (juga dikenal sebagai proses pulped natural) merupakan metode pengolahan yang berada di antara proses basah dan kering. Menurut L. S. Ribeiro et al. (2017), pada metode ini, seperti pada proses basah, eksokarp kopi dan sebagian besar mesocarp dipisahkan saat kulit (pulp) dibuka. Namun, berbeda dari metode pengolahan basah, bagian lengket (lendir) dibiarkan menempel dan dikeringkan di atas perkamen, bukan dihilangkan sepenuhnya melalui fermentasi tambahan, hingga mencapai kadar air sekitar 11-12%.

Sisa-sisa mesocarp disebut lendir atau mucilage (Hameed et al., 2018). Mucilage tetap menempel di bagian luar perkamen selama pengeringan, atau dapat segera dihilangkan melalui *demucilage*.

Dari segi kualitas *cuping test*, proses semi-kering/basah dengan atau tanpa lendir juga menghasilkan *Cuping quality test* yang berbeda. *Cuping quality test* semi-basah sedikit mirip dengan kopi olahan basah, memiliki cuping kualitas yang cerah dan bersih dengan *coffee body* yang lebih *soft* daripada kopi yang diproses secara alami.

Pengolahan secara semi-kering memberikan beberapa pengaruh. Menurut Duarte et al. (2010) kualitas minuman kopi yang dibuat dari metode semi-kering (*pulped natural coffee*) yang dibuat diantara pengolahan kering dan basah maka *green bean* yang dihasilkan melalui pemrosesan semi-kering biasanya digunakan dalam campuran *espresso*. Berikut adalah tahapan dalam metode fermentasi semi-kering, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



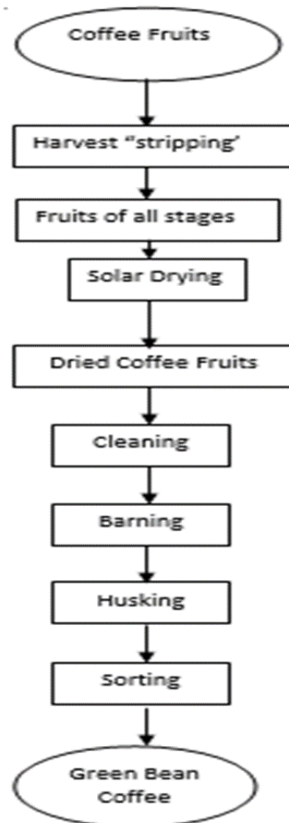
Gambar 4. Langkah Dalam Pengolahan Kopi Secara Semi-Kering/Basah (Schwan et al., 2012)

Metode Pengolahan Kopi Cara Kering

Pada umumnya kopi robusta dan arabika ditanam di Brazil, Ethiopia, Haiti, Indonesia, dan Paraguay diproses menggunakan metode kering atau alami. Proses semacam ini menghasilkan apa yang disebut kopi alami atau kopi tidak dicuci. Selama proses ini, buah kopi utuh mengering di teras atau platform beton atau aspal. Prosesnya melibatkan beberapa langkah dan melibatkan permintaan peralatan yang sederhana (Schwan et al., 2012).

Peran proses pengolahan secara kering bagi produk fermentasi biji kopi menurut Evangelista, S et al. (2014), gula dan pektin yang ada di dalam lendir akan memungkinkan pertumbuhan mikroorganisme, terutama bakteri dan ragi. Akses mikroorganisme epifit ke pulpa dapat diberikan melalui aksi enzim pektinolitik dan selulolitik, membuka pori mikro pada kulit kayu akibat hilangnya air oleh pembukaan tangkai daun setelah panen.

Pengolahan biji kopi secara kering memberikan pengaruh terhadap kualitas produk akhir untuk kopi. Menurut Uman et al. (2016), kopi yang diproses kering lebih rendah keasamannya, dan lebih manis, enak, halus, dan rasanya kompleks daripada kopi yang diproses basah. Berikut adalah tahapan dalam metode fermentasi kering, sebagaimana pada Gambar 5.



Gambar 5. Langkah Dalam Pengolahan Kopi Kering atau Alami (Selmar et al., 2008)
(Kleinwächter et al., 2015)

Pengolahan biji kopi dari fermentasi cara kering mempengaruhi komposisi biji (yaitu, protein, asam amino bebas, asam lemak bebas, gula dengan berat molekul rendah dan tinggi serta gula pereduksi), yang karenanya kopi olahan kering memiliki fitur kualitas yang berbeda. (Kleinwächter et al., 2015)

KOMPOSISI BIJI KOPI HIJAU

Kafein adalah salah satu komponen utama yang paling dikenal dalam biji kopi. Untuk biji kopi hijau Arabika, kandungan kafeinnya berkisar antara 0,8% hingga 1,4% (berat/berat). Sementara itu, biji kopi hijau Robusta memiliki kadar kafein yang lebih tinggi, yaitu antara 1,7% hingga 4,0% (Belitz, H.-D., Grosch, W & Schieberle, 2009). Selain kafein, biji kopi juga mengandung berbagai komponen lain, termasuk polifenol, tannin, lipid, gula, mineral, dan selulosa. Mineral yang terdapat dalam biji kopi meliputi cadmium, kromium, strontium, tembaga,

seng, rubidium, mangan, besi, natrium, kalsium, magnesium, dan kalium.. Kandungan gula di dalam biji kopi meliputi sukrosa, glukosa, fruktosa, arabinosa, galaktosa, dan manosa. Selain itu, biji kopi juga mengandung berbagai asam amino, seperti Valine, tyrosine, treonine, serine, proline, phenylalanine, methionine, lysine, leucine, isoleucine, histidine, glycine, glutamic acid, cysteine, asparagine, arginine, dan alanine (Costa et al., 2018). Selain itu biji kopi mengandung vitamin B kompleks, niasin (vitamin B3 dan PP) dan asam klorogenat yang bervariasi antara 7%-12%, 3 dan 5 kali lebih banyak dari kafein (Belitz, H.-D., Grosch, W & Schieberle, 2009). Komposisi kimia biji kopi Arabika dan Robusta pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Kimia Biji Kopi Hijau (*Green Coffee Bean*) Arabika dan Robusta

Senyawa	Robusta	Arabika
Karbohidrat/serat		
Sukrosa	0,9-4	6,0-9,0
Gula reduksi	0,4	0,1
Polisakarida	48-55	34-44
Lignin	3	3
Pektin	2	2
Senyawa Nitrogen		
Protein/peptida	11,0-15,0	10,0-11,0
Asam amino bebas	0,8-1	0,5
kafein	1,5-2,5	0,9-1,3
trigonelin	0,6-0,7	0,6-2
Lipid/Lemak		
Minyak Kopi	7,0-10,0	15-17
Diterpen	0,2-0,8	0,5-1,2
Mineral	4,4-4,5	3-4,2
Asam dan Ester		
Asam Klorogenat	6,1-11,3	4,1-7,9
Asam alipatik	1	1
asam kuinat	0,4	

Sumber: (Belitz, H.-D., et, al 2009)

Unsur utama GCB adalah polisakarida yang tidak larut (~ 50%) seperti selulosa dan hemiselulosa. Selain karbohidrat kompleks, GCB mengandung mono- dan oligosakarida, minyak dan lilin (8% –18%), protein dan asam amino (9% –12%), mineral (3% –5%), dan senyawa polifenol(Belitz, et, al 2009). Alkaloid yang paling umum dalam GCB adalah kafein (1%-4%), yang konsentrasinya sangat bergantung pada varietas dan kondisi pertumbuhan, diikuti oleh trigonelin (~ 0,8%). Trigonelin sebagian terdegradasi selama pemanggangan kopi, membentuk ion N-metilpiridinium oleh dekarboksilasi dan asam nikotinat melalui demetilasi (Lang et al., 2008) Kafein di dalam biji kopi merupakan senyawa yang memiliki sifat stabil pada panas (*thermostabile*) dimana tidak dihancurkan oleh pemanggangan yang berlebihan. Zat yang terkandung di dalam

kopi lainnya seperti protein, gula, asam klorogenat, trigonelin, dan lemak bisa diawetkan atau bahkan dihilangkan dan mampu diubah menjadi senyawa reaktif selama proses *roasting* (Mussatto et al., 2011).

KESIMPULAN

Biji kopi hijau mengandung berbagai senyawa kimia seperti kafein, asam klorogenat, trigonelin, serta gula dan lipid. Kandungan kimia ini bervariasi antara jenis kopi Arabika dan Robusta, dengan Robusta mengandung kafein lebih tinggi dan Arabika mengandung asam klorogenat lebih banyak. Proses pengolahan mempengaruhi komposisi ini, dengan efek yang berbeda pada kualitas dan rasa kopi yang dihasilkan. Pengeringan dan metode pengolahan kopi dibedakan menjadi pengolahan basah menghasilkan biji kopi dengan kualitas yang dipengaruhi oleh aktivitas mikroorganisme selama fermentasi, pengolahan semi-kering menghasilkan biji kopi dengan karakteristik yang mirip dengan pengolahan basah namun dengan kualitas yang sedikit berbeda dan pengolahan kering memberikan rasa yang lebih manis dan kompleks, dengan pengaruh yang berbeda terhadap komposisi dan kualitas biji kopi dibandingkan dengan metode lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alves, R. C., Casal, S., Alves, M. R., & Oliveira, M. B. (2009). Discrimination between arabica and robusta coffee species on the basis of their tocopherol profiles. *Food Chemistry*, 114(1), 295–299. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.08.093>
- Anthony, F., Clifford, M. N., & Noiro, M. (1993). Biochemical diversity in the genus *Coffea* L.: chlorogenic acids, caffeine and mozambioside contents. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 40(2), 61–70. <https://doi.org/10.1007/BF00052636>
- Arya, M., & Rao, L. J. M. (2007). An impression of coffee carbohydrates. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 47(1), 51–67. <https://doi.org/10.1080/10408390600550315>
- Belitz, H.-D., Grosch, W & Schieberle, P. (2009). Food Chemistry. In H.-D. B. & W. G. · P. Schieberle (Ed.), *Springer-Verlag Berlin Heidelberg* (4th ed.). Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2009. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809633-8.13126-7>
- Campa, C., Doubeau, S., Dussert, S., Hamon, S., & Noiro, M. (2005). Qualitative relationship between caffeine and chlorogenic acid contents among wild *Coffea* species. *Food Chemistry*, 93(1), 135–139. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.10.015>
- Cong, S., Dong, W., Zhao, J., Hu, R., Long, Y., & Chi, X. (2020). Characterization of the lipid oxidation process of robusta green coffee beans and shelf life prediction during accelerated storage. *Molecules*, 25(5). <https://doi.org/10.3390/molecules25051157>
- Costa, A. S. G., Alves, R. C., Vinha, A. F., Costa, E., Costa, C. S. G., Nunes, M. A., Almeida, A. A., Santos-Silva, A., & Oliveira, M. B. P. P. (2018). Nutritional, chemical and antioxidant/pro-oxidant profiles of silverskin, a coffee roasting by-product. *Food Chemistry*, 267, 28–35. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.03.106>

- De Bruyn, F., Zhang, S. J., Pothakos, V., Torres, J., Lambot, C., Moroni, A. V., Callanan, M., Sybesma, W., Weckx, S., & De Vuyst, L. (2017). Exploring the impacts of postharvest processing on the microbiota and metabolite profiles during green coffee bean production. *Applied and Environmental Microbiology*, 83(1), 1–16. <https://doi.org/10.1128/AEM.02398-16>
- De Maria, C. A. B., Trugo, L. C., Aquino Neto, F. R., Moreira, R. F. A., & Alviano, C. S. (1996). Composition of green coffee water-soluble fractions and identification of volatiles formed during roasting. *Food Chemistry*, 55(3), 203–207. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(95\)00104-2](https://doi.org/10.1016/0308-8146(95)00104-2)
- Dong, W., Hu, R., Chu, Z., Zhao, J., & Tan, L. (2017). Effect of different drying techniques on bioactive components, fatty acid composition, and volatile profile of robusta coffee beans. *Food Chemistry*, 234, 121–130. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.156>
- Duarte, G. S., Pereira, A. A., & Farah, A. (2010). Chlorogenic acids and other relevant compounds in Brazilian coffees processed by semi-dry and wet post-harvesting methods. *Food Chemistry*, 118(3), 851–855. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.05.042>
- El-Abassy, R. M., Donfack, P., & Materny, A. (2011). Discrimination between Arabica and Robusta green coffee using visible micro Raman spectroscopy and chemometric analysis. *Food Chemistry*, 126(3), 1443–1448. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.11.132>
- Elhalis, H., Cox, J., Frank, D., & Zhao, J. (2020). The crucial role of yeasts in the wet fermentation of coffee beans and quality. *International Journal of Food Microbiology*, 333, 108796. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108796>
- Evangelista, S. R., da Cruz Pedrozo Miguel, M., de Souza Cordeiro, C., Silva, C., Marques Pinheiro, A. . & Schwan, R. . (2014). Inoculation of starter cultures in a semi-dry coffee (*Coffea arabica*) fermentation process. *Food Microbiology*, 44, 87–95. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2014.05.013>
- Fujioka, K., & Shibamoto, T. (2008). Chlorogenic acid and caffeine contents in various commercial brewed coffees. *Food Chemistry*, 106(1), 217–221. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.05.091>
- González, A. G., Pablos, F., Martín, M. J., León-Camacho, M., & Valdenebro, M. S. (2001). HPLC analysis of tocopherols and triglycerides in coffee and their use as authentication parameters. *Food Chemistry*, 73(1), 93–101. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(00\)00282-X](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00282-X)
- Haile, M., & Hee Kang, W. (2019). The Harvest and Post-Harvest Management Practices' Impact on Coffee Quality. In Intechopen (Ed.), *IntechOpen*. intechopen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.89224>
- Haile, M., & Kang, W. H. (2019). The role of microbes in coffee fermentation and their impact on coffee quality. *Journal of Food Quality*, 2019, 1–6. <https://doi.org/10.1155/2019/4836709>
- Hameed, A., Hussain, S. A., Ijaz, M. U., Ullah, S., Pasha, I., & Suleria, H. A. R. (2018). Farm to Consumer: Factors Affecting the Organoleptic Characteristics of Coffee. II: Postharvest Processing Factors. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17(5), 1184–1237. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12365>

- Iamanaka, B. T., Teixeira, A. A., Teixeira, A. R. R., Vicente, E., Frisvad, J. C., Taniwaki, M. H., & Bragagnolo, N. (2014). Potential of volatile compounds produced by fungi to influence sensory quality of coffee beverage. *Food Research International*, *64*, 166–170. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.06.017>
- Illy, A & Viani, R. (2005). Espresso coffee. In A. I. and R. VIANI (Ed.), *Elsevier Academic Press* (Second Edi, Vol. 53, Issue 9). British Library. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Joët, T., Laffargue, A., Descroix, F., Doubeau, S., Bertrand, B., Kochko, A. de, & Dussert, S. (2010). Influence of environmental factors, wet processing and their interactions on the biochemical composition of green Arabica coffee beans. *Food Chemistry*, *118*(3), 693–701. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.05.048>
- Kleinwächter, M., Bytof, G., & Selmar, D. (2015). Coffee Beans and Processing. In *Coffee in Health and Disease Prevention*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409517-5.00009-7>
- Lang, R., Yagar, E. F., Eggers, R., & Hofmann, T. (2008). Quantitative investigation of trigonelline, nicotinic acid, and nicotinamide in foods, urine, and plasma by means of LC-MS/MS and stable isotope dilution analysis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *56*(23), 11114–11121. <https://doi.org/10.1021/jf802838s>
- Mussatto, S. I., Machado, E. M. S., Martins, S., & Teixeira, J. A. (2011). Production, Composition, and Application of Coffee and Its Industrial Residues. *Food and Bioprocess Technology*, *4*(5), 661–672. <https://doi.org/10.1007/s11947-011-0565-z>
- Papoutsis, K., Pristijono, P., Golding, J. B., Stathopoulos, C. E., Bowyer, M. C., Scarlett, C. J., & Vuong, Q. V. (2017). Effect of vacuum-drying, hot air-drying and freeze-drying on polyphenols and antioxidant capacity of lemon (*Citrus limon*) pomace aqueous extracts. In *International Journal of Food Science and Technology* (Vol. 52, Issue 4, pp. 880–887). <https://doi.org/10.1111/ijfs.13351>
- Poltronieri, P., & Rossi, F. (2016). Challenges in Specialty Coffee Processing and Quality Assurance. *Challenges*, *7*(2), 19. <https://doi.org/10.3390/challe7020019>
- Rawel, H. M., & Kulling, S. E. (2007). Nutritional contribution of coffee, cacao and tea phenolics to human health. *Journal Fur Verbraucherschutz Und Lebensmittelsicherheit*, *2*(4), 399–406. <https://doi.org/10.1007/s00003-007-0247-y>
- Rendón, M. Y., De Jesus Garcia Salva, T., & Bragagnolo, N. (2014). Impact of chemical changes on the sensory characteristics of coffee beans during storage. *Food Chemistry*, *147*, 279–286. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.09.123>
- Ribeiro, L. S., Miguel, M. G. da C. P., Evangelista, S. R., Martins, P. M. M., van Mullem, J., Belizario, M. H., & Schwan, R. F. (2017). Behavior of yeast inoculated during semi-dry coffee fermentation and the effect on chemical and sensorial properties of the final beverage. *Food Research International*, *92*, 26–32. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.12.011>
- Rubayiza, A. B., & Meurens, M. (2005). Chemical discrimination of arabica and robusta coffees

- by fourier transform raman spectroscopy. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(12), 4654–4659. <https://doi.org/10.1021/jf0478657>
- Schwan, R., Silva, C., & Batista, L. (2012). Coffee fermentation. *Handbook of Plant-Based Fermented Food and Beverage Technology, Second Edition, March 2017*, 677–690. <https://doi.org/10.1201/b12055-49>
- Selmar, D., Bytof, G., & Knopp, S. E. (2008). The storage of green coffee (*Coffea arabica*): Decrease of viability and changes of potential aroma precursors. *Annals of Botany*, 101(1), 31–38. <https://doi.org/10.1093/aob/mcm277>
- Silva, C. F., Vilela, D. M., de Souza Cordeiro, C., Duarte, W. F., Dias, D. R., & Schwan, R. F. (2013). Evaluation of a potential starter culture for enhance quality of coffee fermentation. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 29(2), 235–247. <https://doi.org/10.1007/s11274-012-1175-2>
- Uman, E., Colonna-Dashwood, M., Colonna-Dashwood, L., Perger, M., Klatt, C., Leighton, S., Miller, B., Butler, K. T., Melot, B. C., Speirs, R. W., & Hendon, C. H. (2016). The effect of bean origin and temperature on grinding roasted coffee. *Scientific Reports*, 6(April), 1–8. <https://doi.org/10.1038/srep24483>
- Yisak, H., Redi-Abshiro, M., & Chandravanshi, B. S. (2018). Selective determination of caffeine and trigonelline in aqueous extract of green coffee beans by FT-MIR-ATR spectroscopy. *Vibrational Spectroscopy*, 97, 33–38. <https://doi.org/10.1016/j.vibspec.2018.05.003>