PERUBAHAN SIFAT FISIKA KIMIA KOPI ROBUSTA ASAL SEMENDO PADA BERBAGAI LEVEL PENYANGRAIAN

CHANGE ON THE PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF ROBUSTA COFFEE FROM SEMENDO AT VARIOUS ROASTING LEVELS

Sri Agustini¹

¹ Balai Riset dan Standardisasi Industri Palembang
Jalan Kolonel H. Palembang, Sumatera Selatan, Indonesia 30152
Correspondence: No HP +6281532898196, Fax: +62711 412482
e-mail: sragustini@yahoo.com

Diterima: 24 April 2020; Direvisi: 18 Juni 2020; Disetujui: 18 Juni 2020

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari perubahan sifat fisika kimia kopi robusta asal Semendo pada berbagai level penyangraian (*roasting*), dan untuk mengetahui karakter sifat fisika kimia kopi *roasted*. Penelitian dilakukan menggunakan rancangan acak lengkap dengan level *roasting* sebagai perlakuan. Sifat fisika kimia yang diamati adalah kadar air, volume, densitas, kehilangan berat, dan pH diukur menggunakan metode gravimetri. Warna diukur menggunakan *Konica Minolta Color Reader* yang dinyatakan dalam parameter L^* (*Commission Internationale de l'Eclairage*), kadar kafein diuji menggunakan GC-MS, serta pengamatan perubahan karakter spektra kopi menggunakan FTIR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai parameter L kopi *roasted* antara $42,10 \pm 0,7 - 38,14 \pm 2,9$, kadar air antara $4,3 \pm 0,7\% - 1,8 \pm 0,3\%$, kehilangan berat $17,76 \pm 1,3\% - 19,02 \pm 0,9\%$, Volume $40,7 \pm 2,1 - 57,67 \pm 2,3$ ml, kadar kafein $2,39 \pm 0,1\% - 2,38 \pm 0,2\%$, pH $6,6 \pm 0,7 - 6,2 \pm 0,2$. Level *roasting* berpengaruh terhadap karakter, sifat fisika kimia dan spektra kopi *roasted*.

Kata kunci : kopi Semendo, level *roasting*, Robusta, sifat fisika-kimia, spektra IR,

Abstract

The research intended to study the change on the physical and chemical properties of robusta coffee originated from Semendo at various roasting levels. The research was designed by using a completely randomized design with the roasting levels as a treatment. The physical and chemical properties observed are moisture content, volume, density, weight loss and pH determined by gravimetric method. The colour parameters is measured by using *Konica Minolta Colour Reader* expressed as L^* parameter (*Commission Internationale de l'Eclairage*). The caffeine content was determined using GC-MS. The change on spectral characteristic investigated by FTIR. The result showed that the L value of roasted coffee ranged between $42.10 \pm 0.7 - 38.14 \pm 2.9$, the moisture content was $4.3 \pm 0.7 - 1.8 \pm 0.3\%$, the weight loss was $17.76 \pm 1.3 - 19.02 \pm 0.9\%$, Volume $40.7 \pm 2.1 - 57.67 \pm 2.3$ ml the caffeine content was $2.39 \pm 0.1 - 2.38 \pm 0.2\%$, the pH was $6.6 \pm 0.7 - 6.2 \pm 0.2$. The roasting levels affects on the physical chemical and spectra characteristic of roasted coffee.

Keywords: Coffee, physical-chemical properties, roasting levels, robusta, spectra IR,

PENDAHULUAN

Kopi merupakan komoditas kedua yang paling banyak diperdagangkan di dunia (Fareez Edzwan *et al.*, 2015; Dias and Benassi, 2015, Jokanovica *et al.*, 2012). Diantara varietas kopi, kopi arabika (Arabica) dan kopi canephora (Robusta) merupakan spesies terpenting yang paling banyak diperdagangkan di dunia (Dias and Benassi, 2015; ICO, 2020).

Provinsi Sumatera Selatan adalah Salah satu daerah penghasil kopi robusta, meliputi 20% dari total produksi kopi Robusta nasional. Sentra penghasil kopi di Sumatera Selatan tersebar di daerah Kabupaten Lahat, Muara Enim, Ogan Komering Ulu, Pagar Alam, Empat Lawang

dan OKU Selatan, yang dikenal dengan nama kopi basemah, kopi empat lawang, kopi lahut, kopi Pagaralam dan kopi Semendo.

Kopi Semendo dihasilkan oleh Kecamatan Semende Darat Laut, Semende Darat Tengah, Semende Darat Ulu dan Kecamatan Tanjung Agung, pada ketinggian 600 – 1800 mdpl. Ada dua jenis kopi yang diproduksi di kawasan ini yaitu kopi arabika dan kopi robusta. Kopi robusta ditanam di dataran rendah atau dibawah 1000 mdpl. Sebaliknya untuk Arabika lebih cocok di dataran tinggi diatas 1000 mdpl. Kopi Robusta Semendo telah memiliki sertifikat pengakuan indikasi geografis dari Kementerian Hukum dan Ham Indonesia.

Indikasi geografis merupakan tanda yang digunakan pada barang yang memiliki asal geografis tertentu yang memiliki kualitas atau reputasi dimana kualitas tersebut dipengaruhi oleh asal barang tersebut (March, 2007). Kopi Semendo memiliki cita rasa dan karakteristik kopi yang khas yang disebabkan geografis dan kandungan hara tanahnya. Paolo *et al.* (2016) dan Wang (2012) menyatakan bahwa asal geografis kopi membedakan kopi *roasted* dalam hal *chemometric*. Kopi *roasted* yang diroasting pada kondisi *roasting* yang sama dapat menghasilkan karakter yang berbeda. Perez-Sarinana dan Saldana Trinidad (2017) menyatakan bahwa kualitas biji kopi sangat dipengaruhi viabilitas, identitas kopi.

Kualitas kopi *roasted* sangat dipengaruhi oleh proses *roasting*. Proses *roasting* yang tidak terkendali akan menyebabkan kopi menjadi *over roasted* (gosong) atau kopi yang kurang matang yang akan menurunkan citarasa kopi. Rasa dan aroma seduhan kopi terbentuk selama *roasting* dimana biji kopi mengalami serangkaian reaksi kimia termasuk pembentukan senyawa volatil yang menyebabkan perubahan karakter fisika dan kimia (Farah, 2012; Fareez Edzuan *et al.*, 2015).

Umumnya proses *roasting* dilakukan pada suhu lebih dari 200° C, selama waktu tertentu, dan biasanya dikendalikan berdasarkan kehilangan berat dan perubahan warna (Chu *et al.*, 2018). Craig *et al.* (2015) dan Wei dan Tanokura (2015) menyatakan bahwa karakter sensoris kopi *roasted* dan komposisi kimianya ditentukan oleh proses *roasting*.

Proses *roasting* merupakan proses perpindahan panas yang kompleks, dimana biji kopi mengalami penurunan berat secara konstan, peningkatan volume dan densitas, warna, pH, flavor, dan aroma (Fareez Edzuan *et al.*, 2015; Noor Aliah *et al.*, 2015). Serangkaian reaksi kimia juga terjadi meliputi reaksi *Maillard*, reaksi karamelisasi, pirolisis, dan oksidasi. Level *roasting* akan berpengaruh terhadap kualitas sensoris seperti warna, dan aroma seduhan kopi (Fareez Edzuan *et al.*, 2015).

Level *roasting* dapat dipantau melalui warna, kehilangan berat, flavor dan aroma yang terbentuk akibat perubahan pada komponen kimia (Chu *et al.*, 2018, Krol *et*

al., 2020). Level *roasting* mempengaruhi zat yang terlarut dalam air (Diaz dan Benassi (2015). Lyman *et al.* (2003) menyatakan bahwa kopi yang diroasting pada level *light roasted* akan menghasilkan warna kopi yang tidak seragam dengan flavor asam, *grassy* dengan flavornya kurang berkembang. Kopi *medium roasted* memberikan keseimbangan yang baik antara aroma dan rasa dengan *flavor citrus*. Sebaliknya kopi *dark roasted* menghasilkan kopi dengan profil sensoris dengan keasaman rendah.

Penelitian tentang pengaruh *roasting* pada kopi telah banyak dilakukan, misalnya *effect roasting on brewed coffee* (Lyman *et al.*, 2003), Pengaruh *roasting*, penyimpanan dan asal kopi terhadap kandungan polyphenol (Krol *et al.*, 2020), perubahan sifat fisika kimia kopi Timor selama *roasting* (Fareez Edzuan *et al.*, 2015), kopi Hararghe (Anisa *et al.*, 2017), dan perubahan fisika kimia biji kopi selama *roasting* (Wang, 2012). Namun semua riset tersebut dilakukan pada sistim *isothermal* menggunakan oven atau *roaster* skala laboratorium, sehingga kondisi *roasting* dapat berbeda dengan sistim *roasting* yang sebenarnya. Riset ini mempelajari profil *roasting*, dan bagaimana level *roasting* dapat mempengaruhi sifat fisika dan kimia kopi *roasted* Semendo pada sistim yang sebenarnya dengan menggunakan *roaster* skala industri pada kondisi non isothermal. Oleh sebab itu tujuan dari penelitian ini adalah: a) untuk mempelajari profil *roasting* kopi robusta asal Semendo; b) untuk mempelajari sifat fisika kimia dan sensoris kopi *roasted* pada berbagai level *roasting*.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Kopi yang digunakan pada penelitian ini adalah kopi Robusta asal Semendo yang disediakan oleh PD. Sahang Mas produsen kopi bubuk di kota Palembang. Kopi yang digunakan adalah kopi biji hasil fermentasi. Biji kopi di *roasting* menggunakan *roaster* (14 kg/batch) non *isothermal*, yang berbentuk drum berputar sehingga memungkinkan biji kopi dipanaskan secara menyeluruh, dan dilengkapi dengan monitor temperatur. *Roaster* juga memiliki kipas pendingin untuk mendinginkan kopi

roasted. Warna kopi dapat dipantau menggunakan jendela pemantau, yang juga berfungsi sebagai titik sampling.

Peralatan

Peralatan untuk pengujian meliputi neraca analitik, oven, inkubator, FTIR, GC-MS, pH meter, *Konica color reader* serta peralatan gelas yang diperlukan untuk analisa,

Metode

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan level *roasting* sebagai perlakuan yaitu biji kopi belum diroasting (GB/KB), *first crack* (FC)/*Light Roasted*(LR), *second crack* (SC)/*Medium Roasted* (MR), dan kopi *roasted* (KR/*Dark Roasted* (DR) pada suhu mencapai 5° C di atas suhu *second crack*). Pengamatan yang dilakukan adalah warna, kadar air, volume, densitas, kehilangan berat, pH, kadar kafein, dan analisa *chemometric* (FTIR) kopi *roasted*.

Sebelum diroasting biji kopi (± 10 % *moisture*) dipanaskan di dalam *roaster* hingga suhu *roaster* mencapai 200°C. Segera setelah itu biji kopi dimasukkan kedalam *roaster*, dan diroasting sampai didapatkan warna kopi sesuai dengan yang diinginkan. Umumnya waktu *roasting* adalah 40 menit. 100 gr contoh diambil pada setiap level *roasting* #1 (FC/LR), level #2 (SC/MR), dan level # 3 (KR/DR). Proses *roasting* akan diakhiri ketika suhu yang diinginkan telah dicapai. Kopi *roasted* segera dikeluarkan dari *roaster*, dan didinginkan sampai suhu 40°C untuk menghentikan proses *roasting* secara sempurna.

Warna dinalisa menggunakan *Hunter lab color meter* (*Konica*) *color reader*. Pembacaan warna menggunakan standar CIELAB terdiri dari L (*lightness/brightness*; 100 =putih, 0=hitam).

Kehilangan berat diukur berdasarkan perbedaan berat sampel (100 biji kopi) sebelum dan sesudah *roasting*. Volume diukur untuk 100 biji kopi dalam penerima 50 ml dan densitas dihitung sebagai rasio antara berat dan volume 100 kopi biji. Kadar air diukur secara gravimetri (AOAC,

2016). Pengujian kadar kafein ditentukan menggunakan GCMS.

pH diukur menggunakan pH meter yang dilengkapi elektroda probe. Kopi bubuk (2g) dimasukkan dalam 200 mL *beaker glass*, dan ditambahkan 100 mL air deionisasi. Ekstrak yang telah disaring (50 mL) digunakan untuk pengukuran pH menggunakan pH meter. Pengukuran dilakukan 3 kali.

Untuk mengetahui jenis ikatan kimia yang terkandung pada kopi *roasted* digunakan FT-IR *Nicolet iS 10 Thermo scientific, yang dilengkapi dengan Thermo Scientific Common Materilas and white Powder spectral Library*. Sampel kopi biji dan kopi *roasted* dihaluskan menggunakan blender sebelum dilakukan analisa FTIR. Masing masing satu g sampel setiap perlakuan di gunakan untuk analisa FTIR dan direkam pada panjang gelombang 4000-400 cm^{-1} , dan dilakukan analisa visual terhadap spektra yang dihasilkan. Untuk menduga sifat sensoris kopi dilakukan perbandingan spektra dengan spektra yang tersedia pada *Library of Common Materials* pada wilayah panjang gelombang 3495,26-499,96 cm^{-1} .

Semua hasil dinyatakan sebagai rerata dan standard deviasi dari 3 replikasi. Data dianalisa menggunakan program statistik SAS 9.1.3.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Profil *roasting* kopi Robusta selama *roasting* dapat dilihat pada Tabel 1, dimana suhu didalam *roaster* turun setelah biji kopi dimasukkan, dan segera meningkat kembali secara kontinyu. Hal ini disebabkan karena perpindahan panas antara biji kopi dan udara panas didalam *roaster*, sampai terjadi kesetimbangan, maka suhu di dalam *roaster* mulai meningkat (titik balik) secara kontinyu. Pada tahap ini kenaikan suhu berlangsung lambat karena terjadi penguapan air. Pada titik ini warna biji kopi berubah menguning, dan diikuti dengan pelepasan uap air sehingga terjadi penurunan kadar air. Segera setelah kadar air turun, suhu di dalam *roaster* meningkat dengan cepat dan proses pencoklatan, karamelisasi gula, dan reaksi lainnya (reaksi *Maillard*, degradasi

Strecker, Pirolisis) dimulai. Warna biji kopi berubah menjadi coklat. Pada tahap ini terjadi pelepasan gas, dimulainya pembentukan flavor, dan struktur kopi menjadi rapuh dan suara retakan terdengar (*first crack*) (Farah, 2012).

Tabel 1: Profil roasting kopi robusta semendo

Inlet T (°C)	First Crack		Second Crack		Akhir roasting	
	T(°C)	t (m)	T(°C)	t (m)	T(°C)	t (m)
144	220	20	230	34	240	40

Gambar 1. Perubahan warna kopi selama roasting

Perubahan warna kopi selama roasting ditunjukkan oleh penurunan parameter L^* . Perubahan warna ini disebabkan karena reaksi pencoklatan *non-enzymatis* seperti reaksi *Maillard*, degradasi *Strecker*, karamellisasi, dan reaksi pirolisis, yang menyebabkan warna kopi berubah menjadi gelap. Hal ini sesuai dengan penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa pencoklatan dan tingkat roasting pada kopi digambarkan oleh penurunan parameter L^* (Wang, 2012; Jokaovic *et al.*, 2012; Fareez Eduan *et al.*, 2015; Anisa *et al.*, 2017).

Tabel 2. Perubahan sifat kopi

	GB/KB	FC/LR	SC/MR	KR/DR
L	51,4±2,4 ^a	42,10±2,7 ^b	39,9±3,2 ^b	38,14±2,9 ^b
Berat (g)	24,2±0,9 ^a	19,9±1,2 ^b	19,7±0,8 ^b	19,6±0,9 ^b
Vol (ml)	38,2±1,6 ^b	40,7±2,1 ^a	51,3±1,8 ^b	57,67±2,3 ^b
Air (%)	9,6±0,4 ^a	4,3±0,7 ^b	2,16±0,6 ^c	1,8 ±0,3 ^d
pH	6,7±0,2 ^a	6,6±0,7 ^a	6,1±0,6 ^b	6,2±0,2 ^b
Kafein (%)	2,41±0,1 ^a	2,39±0,1 ^a	2,38±0,3 ^a	2,38±0,2 ^a

Selama roasting, berat kopi menurun secara gradual. Hal ini disebabkan karena penguapan air dan pembentukan senyawa volatil (karbon dioksida dan senyawa aromatik) sebagai hasil dari reaksi kimia yang dilepaskan ke sekitar (Fareez Eduan *et al.*, 2015; Anisa *et al.*, 2017). Total kehilangan berat untuk kopi *light roasted* adalah $17,76 \pm 1,3$ %, untuk *medium roast* $18,56 \pm 1,2$ % dan $19,02 \pm 0,9$ % untuk *dark roasted*. Hasil ini sesuai dengan beberapa studi lainnya yang menyatakan kehilangan berat selama roasting adalah 22 % (Jokaovic *et al.*, 2012), 28 % (Fareez Eduan *et al.*, 2015), 18.86 % (Anisa *et al.*, 2017). Hal ini berimplikasi kepada yield dan harga kopi. Yield kopi *dark roasted* < *medium roasted* < *light roasted*.

Perubahan volume kopi selama roasting mengindikasikan bahwa biji kopi mengembang sesuai kenaikan suhu pada biji kopi. Peningkatan volume disebabkan oleh penguapan air, pelepasan karbon dioksida dan senyawa volatil (Dutra *et al.*, 2001; Hernandez *et al.*, 2008). Pada level KR/DR, ukuran biji kopi meningkat sebesar 51,02%. Uji beda menunjukkan pada level FC/LR volume kopi berbeda tidak nyata dengan volume GB/KB dan berbeda nyata dengan level SC/MR dan KR/DR. Volume SC/MR berbeda tidak nyata dengan KR/DR. Hasil ini sesuai dengan hasil studi lainnya yang menyatakan bahwa selama roasting volume biji kopi meningkat antara 15% hingga 70% (Jokaovic *et al.*, 2012). Sebagai konsekuensi dari kehilangan berat dan peningkatan volume biji kopi, maka terjadi penurunan densitas kopi. Penurunan densitas menunjukkan terjadinya perubahan pada struktur kopi dimana terjadi peningkatan porositas sebagai hasil dari pelepasan gas yang terbentuk selama proses roasting. Perubahan densitas kopi akan berdampak pada ukuran kemasan, semakin kecil densitas semakin besar ukuran kemasan yang diperlukan. Artinya kopi yang diroasting sampai level *dark roasted* membutuhkan volume kemasan yang lebih besar dibandingkan dengan *medium roasted* dan *light roasted*.

Gambar 2. Perubahan volume dan berat kopi

Selama proses *roasting* kadar air menurun karena terjadinya penguapan. Hal ini senada dengan penelitian yang dilakukan peneliti lainnya yang menemukan penurunan kadar air selama *roasting* (Chu *et al.*, 2018). Hasil pengujian menunjukkan bahwa kadar air kopi pada semua level *roasting* kurang dari 5 %. Jika dikaitkan dengan persyaratan standar nasional (BSN, 2004) dan standar internasional kopi *roasted* mensyaratkan kadar air maksimum 5 % pada saat pengemasan (Agustini dan Yusya, 2020), maka dapat disimpulkan bahwa pada level FC/LR (L=44) telah memenuhi persyaratan standar kadar air. Kadar air yang rendah akan menghambat pertumbuhan mikroba dan tergolong aman secara mikrobiologis (Agustini, 2018; Oktavia dan Agustini, 2019). Meskipun demikian Lyman *et al.* (2003) menyatakan bahwa kopi dengan level *light roasted* memiliki flavor yang belum berkembang, asam dan *grassy*.

Gambar 3. Penurunan kadar air

Hasil pengujian menunjukkan bahwa pH kopi robusta Semendo tergolong netral dan sedikit asam. Hal ini disebabkan karena biji kopi yang digunakan adalah biji kopi hasil proses fermentasi. Selama *roasting*, pH kopi robusta menurun dari 6,7 menjadi 6,1. Hasil ini berbeda dari studi lainnya yang melaporkan peningkatan pH kopi seiring

meningkatnya waktu *roasting* (Divis *et al.*, 2019). pH kopi berhubungan erat dengan keasaman. pH seduhan kopi berasal dari berbagai asam seperti asam alifatik, klorogenat, alisiklik, asam karboksilat (asam malat, asam sitrat, dan asam asetat) serta asam phenolat. Asam pada kopi mempunyai pengaruh signifikan pada kualitas sensoris seduhan kopi. Wang (2012) menyatakan bahwa keasaman kopi merupakan salah satu atribut yang berhubungan dengan kualitas kopi.

Kafein merupakan zat yang sangat penting pada kopi. Kadar kafein menentukan kekuatan, body, *bitterness* (rasa pahit), dan flavor dari seduhan kopi, serta memberikan indikasi terhadap mutu kopi. Kafein memiliki efek sebagai stimulan terhadap sistem syaraf, merelaksasi otot bronchial dan otot sekresi (Kinuthia *et al.*, 2017; Perez-sarinana dan Saldana-Trinidad, 2017; Van Cuong *et al.*, 2014; Nuhu, 2014; Farah, 2012). Hasil uji menunjukkan bahwa kadar kafein kopi robusta Semendo adalah 2,41%. Hasil pengujian menunjukkan terjadi penurunan kadar kafein selama *roasting*, namun penurunan tersebut tidak signifikan. Pada spektra FTIR terlihat intensitas *peak* wilayah spektra kafein 1650-1600 cm^{-1} untuk semua perlakuan relatif tidak berbeda. Hal ini sesuai dengan penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa kadar kafein tertinggi didapat pada level *light roasted*, dan sedikit menurun jika *roasting* dilanjutkan (Hecimovic *et al.*, 2011; Fuller dan Rao, 2017).

Gambar 4 menunjukkan transmisi spektra IR dari setiap jenis sampel. Analisis visual terhadap spektra IR pada setiap sampel kopi menunjukkan adanya perbedaan karakter spektra pada setiap perlakuan. Perbedaan spektra tersebut dapat dilihat pada daerah sidik jari yaitu daerah 500-1500 cm^{-1} (Dachriyanus, 2004), dimana spektra GB/KB (508-1541 cm^{-1}) lebih luas dibandingkan dengan FC/LR (505-1516 cm^{-1}), SC/MR (501-1515 cm^{-1}) dan KR/DR (501-1515 cm^{-1}). Wilayah Spektra 2500-3300 cm^{-1} yang merupakan gugus OH asam (Dachriyanus, 2004) relatif tidak berbeda antara level *roasting* FC/LR (2853,2922,3307 cm^{-1}), SC/MR (2853, 2922,3307 cm^{-1}) dan KR/DR (2853,

2922, 3307 cm^{-1}). *Peak* yang sama juga ditemukan pada GB/KB namun dengan pola *peak* yang berbeda dan lebih sempit (2852, 2951, 3291 cm^{-1}). Pada wilayah spektra lipida dan ester asam lemak (1600-1800 cm^{-1}) pada FC/LR (1646, 1743 cm^{-1}), dan SC/MR (1650, 1743 cm^{-1}) lebih sempit dibandingkan dengan GB/KB (1635, 1743 cm^{-1}). Berbeda dengan level *roasting* lainnya level KR/DR menunjukkan pola spektra berbeda yang ditunjukkan oleh 3 *peak* (1651, 1698, 1743 cm^{-1}).

perubahan *chemometric* kopi. Level *roasting* berpengaruh terhadap sifat fisika kimia kopi *roasted* yang dihasilkan. Pemilihan level *roasting* yang cocok yang akan menghasilkan kopi *roasted* dengan kualitas yang baik, sangat penting bagi industri pengolah kopi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih Kepala Balai Riset dan standardisasi Industri Palembang dan PD. Sahang Mas yang telah memfasilitasi penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustini, S (2018). The Characterization of Mango (*Mangifera Indica L*) Powder of Various drying Temperature. *Journal of Physics: Conf.Series* 1095(2018) 012035.
- Agustini, S dan Yusya, M.K (2020). The Effect of Packaging Materials on the Physicochemical Stability of Ground Roasted Coffee. *Current Research on Bioscience and Biotechnology* 1(2):66-70.
- Andayani, O dan Agustini, S (2019). Penentuan Masa Simpan Kopi Bubuk Dalam Kemasan Aluminium Laminated Polyetilen (ALP) dan Polyetilen Ptalat (PET). *Jurnal Dimanika Penelitian Industri* 30(2):148-153.
- Anisa, A., Solomon, W.K., and Solomon, A. (2017). Optimiztion of roasting time and temperature for brewed hararghe coffee (*Coffea Arabica L*) using central composite design. *International Food Research Journal*, 24(6): 2285-2294.
- AOAC.(2016). Association of Official Analytic Chemist. *Official Methods of Analysis of AOAC International (16 th Ed) Gaithersburg MD, USA: AOAC International*.
- Badan Standardisasi Nasional (2004). Kopi Bubuk. SNI 3542-2004. Jakarta.
- Chu, B., Yu, K., Zhao, Y., He, Y. (2018). Development of non invasive Classification Methods for Different Roasting Degrees of Coffee Beans Using Hyper Spectral Imaging. *Sensor (Basel)* 18(4):1259. doi:10.3390/s18041259
- Craig, A.P., Franca, A.S., Oliveira, L.S., Irudayaraj, J., Ileleji, K. (2015). Fourier transform infrared spectroscopy and near infrared spectroscopy for the quantification of defects in roasted coffees. *Talanta*, 134: 379–386.
- Dachriyanus (2004). Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Spektroskopi. *LPTIK Universitas Andalasis*. P 21-37.
- Dias, R.C.E and Benassi, M.T. (2015). Discrimination between Arabica and Robusta Coffees Using Hydro-soluble Compounds: Is the Efficiency of the Parameters Dependent on the Roast Degree. *Beverages*, 1: 127-139.
- Divis, P., Porizka, J., dan Krikala, J. (2019). The Effect of Coffee Beans Roasting on Its Chemical Composition. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences* 13(1): 344-350. <https://doi.org/10.5219/1062>
- Farah, A. (2012). *Coffee Constituent in Chu, Y. Coffee: Emerging Health Effects and Disease Prevention*, John Wiley & Sons, Inc. Published 2012 by Blackwell Publishing Ltd, First Edition.
- Fareez Edzuan A.M., Noor Aliah, A.M., Bong, H.L. (2015). Physical and Chemical Property Changes of Coffee Beans during Roasting. *American Journal of Chemistry*, 5(3A): 56-60.
- Fuller, M dan Rao, N.Z. (2017). The Effect of Time, Roasting Temperature, and Grind Size on Caffeine and Chlorogenic Acid Concentration in Cold Brew Coffee. *Scientific Reports* 7:17979.DOI:10.1038/s41598-017-18247-4
- Hecimovic, I., Belscak-Cvitanovic, A., Horzic, D., dan Komes, D. (2011). Comparative study of Polyphenols and Caffeine in Varieties Affected by Degree of Roasting. *Food Chem*, 129(3):991-1000. doi: 10.1016/j.foodchem.2011.05.059. Epub 2011 May 15
- ICO (International Coffee Organization), 2020. Total production by all

- exporting countries. , Retrieved on January 2020, from ICO website: http://www.ico.org/price/production_table.pdf (accessed on March 2020).
- International Coffee Organization. 2018. ICC 122-12. National Coffee Standard. London United Kingdom.
- Jokanovića, M.R., Džinića, N.R., Cvetković, B. R., Grujić, S. and Odžaković, B. (2012). Changes Of Physical Properties Of Coffee Beans During Roasting. *APTEFF.*, 43:21-31.
- Krol, K., Gantner, M., Tatarak, A dan Hallmann, E. (2020). The Content of Polyphenols of Coffee Beans as Roasting, Storage and Origin Effect. *European Food Research and Technology* 246:33-39.
- Lyman, D.J., Benck, R., Dell, S., Merle, S., and Murray-Wijelath, J. (2003). FTIR-ATR Analysis of Brewed Coffee ; Effect of Roasting Condition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(11):3268-3272.
- March, E. (2007). Geographical Indications: From Darjeeling to Doha, WIPO Magazine Editor, July 2007. http://www.wipo.int/wipo_magazine/en/2007/04/article_0003.html
- Noor Aliah, A.M., Fareez Edzuan, A.M., Noor Diana, M. (2015). "A Review of Quality Coffee Roasting Degree Evaluation", *Journal of Applied Science and Agriculture*, 10(7):18-23.
- Nuhu, A.A. (2014). Bioactive Micronutrients in Coffee: Recent Analytical Approaches for Characterization and Quantification. *ISRN Nutrition*: 1-13.
- Paulo R.A.B. Toledo, Leonardo Pezza, Helena R. Pezza, and Aline T. Toci (2016). Relationship Between the Different Aspects Related to Coffee Quality and Their Volatile Compounds. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15:705-719.
- Pérez-Sariñana, B.Y., and Saldaña-Trinidad, S. (2017). Chemistry and Bio transformation of Coffee By-Products to Bio fuels in The Question of Caffeine.
- Van Cuong, T., Hong Ling, L., Kang Quan, G., Jin, S., Shu Jie, S., Le Linh, T., and Duc Tiep, T. (2014). Effect of roasting condition on concentration in elements of Vietnam robusta coffee, *Acta Universitatis Cibiniensis Series E: Food Technology*, 17(2): 19-34.
- Wang, N (2012). Physicochemical Changes of Coffee Beans During Roasting. Thesis. University of Guelph.
- Wei, F.; Tanokura, M. (2015). *Chemical changes in the components of coffee beans during roasting*. In Preedy, V.R. *Coffee in Health and Disease Prevention*, Academic Press-Elsevier: London, UK, 1st edition.
- <http://www.coffeeresearch.org/science/sourmain.htm>