

Uji Performa Mesin Sangrai Tipe Fluidisasi Terhadap Karakteristik Mutu Biji Kopi

Fluidization Type Roasting Machine Performance Test On the Quality Characteristics of Coffee Beans

Maulana Furqon¹, Ida Farikha Azizah², Ari Rahayuningtyas¹

¹Pusat Riset Teknologi Tepat Guna – BRIN

²Direktorat Pengelolaan Laboratorium, Fasilitas Riset, dan Kawasan Sains dan Teknologi-BRIN

Corresponding author : furqon.maulana@gmail.com

Abstrak

Proses penyangraian biji kopi dapat dilakukan dengan beberapa metode salah satunya adalah dengan metode fluidisasi, proses penyangraian dengan mesin sangrai tipe fluidisasi dilakukan di dalam sebuah ruangan dengan menjaga biji kopi tetap berada di udara dengan hembusan udara panas yang berasal dari hembusan blower yang dilewatkan sebuah tungku pemanas. Pada penelitian ini dilakukan pengujian performa mesin sangrai tipe fluidisasi yang sudah dibuat Pusat Riset Teknologi Tepat Guna – BRIN, proses penyangraian biji kopi dilakukan pada jenis kopi Arabika dan Robusta dengan tiga tingkat kematangan yaitu *light*, *medium* dan *dark*. Hasil pengujian didapat nilai maksimal untuk kadar air yaitu 2,645 untuk kopi Robusta *dark* dan terendah 1,75 untuk kopi Robusta *medium*. Kadar Abu biji kopi yang telah disangrai menunjukkan tidak ada perbedaan berdasarkan tingkat roasting dibawah 5%. Hasil analisa warna menunjukkan kopi sangrai Robusta memiliki tingkat yang berbeda antara *light*, *medium* dan *dark*, sedangkan untuk kopi sangrai Arabika pada setiap level tidak berbeda nyata meskipun pada tingkat level *dark* Arabika memiliki nilai yang tinggi dibanding Robusta.

Kata kunci ; Mesin sangrai, fluidisasi, Arabika, Robusta.

Abstract

The process of roasting coffee beans can be done using several methods, one of which is the fluidization method. The roasting process using a fluidization type roasting machine is carried out in a room by keeping the coffee beans in the air with hot air blowing from a blower that is passed through a heating furnace. In this research, the performance of a fluidization type roasting machine created by the Appropriate Technology Research Center - BRIN was tested. The coffee bean roasting process was carried out on Arabica and Robusta coffee types with three levels of maturity, namely light, medium and dark. The test results obtained a maximum value for water content, the result 2.645 for dark Robusta coffee and the lowest 1.75 for medium Robusta coffee. The ash content of roasted coffee beans shows no difference based on the roasting level below 5%. The results of color analysis show that Robusta roasted coffee has different levels between light, medium and dark, while Arabica roasted coffee at each level is not significantly different even though the dark Arabica level has a higher value than Robusta.

Keyword : Roasting machine, fluidization, Arabica, Robusta



PENDAHULUAN

Kopi merupakan minuman yang digemari oleh berbagai kalangan masyarakat hingga menjadi sebuah trend di Indonesia. Adanya teknologi dan inovasi yang semakin berkembang pesat mampu menghasilkan kopi dengan kualitas tinggi, sehingga dapat meningkatkan daya tarik masyarakat terhadap produk kopi. Sampai saat ini, tidak sedikit masyarakat yang menjadikan kopi sebagai bagian dari gaya hidup mereka. Banyak masyarakat yang memiliki budaya minum kopi sebelum memulai aktivitas sehari-hari untuk menyegarkan tubuh di pagi hari. Kopi terdiri dari berbagai macam jenis yang meliputi kopi Robusta, arabica, excelsa, dan liberika. Kopi yang hingga saat ini dibudidayakan serta diproduksi secara massal di Indonesia yaitu kopi Robusta dan Arabika. Kopi Arabika dengan nama latin *Coffea arabica* merupakan jenis kopi yang memiliki nilai ekonomi paling tinggi dibanding dengan kopi lain, kopi Arabika memiliki aroma yang sangat kuat dengan tingkat keasaman yang tinggi. Karakteristik kopi Arabika memiliki ukuran buah cenderung besar dan biji kopi lebih panjang dibandingkan dengan kopi Robusta, tanaman kopi Robusta paling cocok di daerah subtropis dengan ketinggian 1000-2000mdpl (Prakoso, 2023). Sedangkan kopi Robusta dengan nama latin *Coffea Canephora* memiliki karakteristik cita rasa yang kuat dan cenderung lebih pahit dibandingkan dengan jenis kopi lainnya. Kopi Robusta banyak di tanam di daerah dataran rendah, bentuk buah cenderung membulat dan ukurannya lebih kecil dibanding jenis kopi Arabika (Fahmi, 2023).

Kualitas produk kopi sangat dipengaruhi oleh proses pengolahan yang dilakukan, faktor penting yang mempengaruhi cita rasa kopi adalah proses penyangraian (Yohanes H, 2022) (Batubara, 2019). Proses penyangraian biji kopi merupakan suatu proses pembentukan rasa dan aroma yang diklasifikasikan menjadi tiga derajat warna kematangan yaitu *light*, *medium* dan *dark*, faktor penentu keberhasilan suatu proses penyangraian antara lain mesin sangrai, temperatur dan waktu sangrai (Supriana, 2020).

Tingkat kematangan kopi merupakan indikator terpenting dalam menentukan cita rasa kopi, pada umumnya untuk menentukan tingkat kematangan adalah dari warna yang dihasilkan setelah proses penyangraian. Tingkat kematangan kopi dimulai dari warna terang yaitu *light roast* sampai tingkat kematangan dengan warna yang lebih gelap yaitu *dark roast* (Bahrumi, 2022). Selama proses penyangraian terjadi perpindahan panas dari udara panas ruang sangrai menuju bahan yang menyebabkan perubahan fisik biji kopi berupa penurunan kadar air, biji kopi akan mengalami penyusutan berat yang disebabkan oleh proses penguapan (Sutarsi, 2016). Perhitungan kadar air kopi sangrai dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut.

$$M(bb) = \frac{(w_1 - w_2)}{w_1} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

$M(bb)$ = kadar air basis basah (%)

W_1 = berat awal bahan (g)

W_2 = berat akhir bahan (g)

Untuk mengukur warna kopi sangrai dapat menggunakan sistem CIE L, a, dan b yang mengubah sistem kordinat persegi menjadi sistem kordinat silinder (Pamungkas, 2021), adapun penentuan nilai L, a dan dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Nilai warna CIE L, a, b.

Nilai Warna		
L	Putih, 0 sampai +100	
a	Kemerahan, 0 sampai +60	Kehijauan, 0 sampai -60
b	Kekuningan, 0 sampai +60	Kebiruan, 0 sampai -60

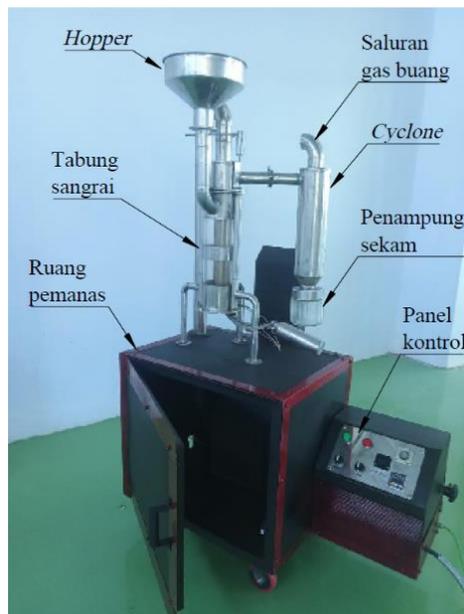
Teknologi proses penyangraian biji kopi mengalami perkembangan yang sangat pesat, diawali dengan proses penyangraian secara tradisional yang menggunakan sebuah tungku dengan wajan berbahan tanah liat sebagai tempat penyangraian (Kopi, 2018), sampai saat ini mesin-mesin sangrai banyak digunakan untuk proses penyangraian biji kopi. Terdapat dua jenis mesin sangrai yang banyak digunakan pada saat ini antara lain tipe tabung silinder/drum dan fluidisasi. Mesin sangrai tipe drum lebih banyak digunakan pada saat ini terutama oleh pelaku usaha kecil, proses penyangraian dengan mesin sangrai tipe drum biji kopi diletakan di dalam sebuah silinder yang berputar dan dipanaskan oleh sebuah tungku pada bagian bawahnya dengan waktu yang disesuaikan tingkat kematangan yang ditetapkan (Hidayat, 2020). Sedangkan proses penyangraian dengan mesin sangrai tipe fluidisasi dilakukan di dalam sebuah ruangan dengan menjaga biji kopi tetap berada di udara dengan hembusan udara panas yang berasal dari hembusan blower yang dilewatkan sebuah tungku pemanas, kelebihan penyangraian dengan menggunakan tipe fluidisasi adalah memiliki kepadatan rendah, rendemen tinggi, keseragaman hasil penyangraian, mudah perawatan dan memiliki kehandalan mekanis (Rose L, 2019) (Putra, 2019).

Pusat Riset Teknologi Tepat Guna - BRIN (PRTTG) telah merancang bangun mesin sangrai kopi tipe fluidisasi berkapasitas 1 kg dengan menggunakan pemanas tipe *gas burner*, alat ini dilengkapi dengan system kontrol dan monitoring temperatur. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji dan mengetahui performa mesin sangrai tipe fluidisasi terhadap karakteristik mutu biji kopi.

METODE

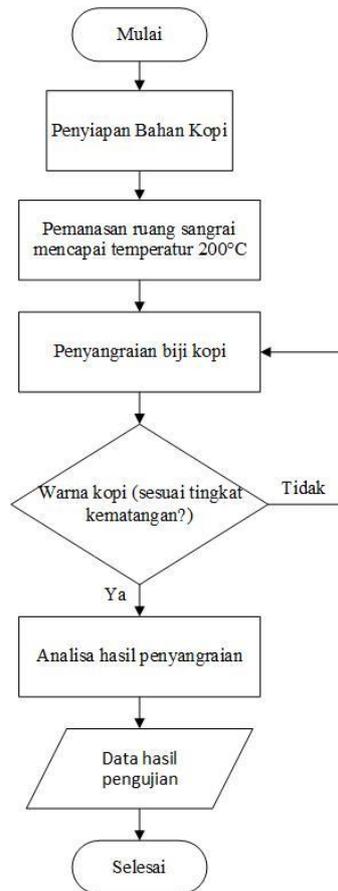
Metode penelitian yang dilakukan adalah dengan melakukan pengujian pada prototipe mesin sangrai kopi tipe fluidisasi yang sudah dirancang bangun. Mesin sangrai berkapasitas 1 kg/ batch, dengan menggunakan sumber bahan bakar LPG. Dimensi dari mesin sangrai adalah 1004 mm x 590mm x 1446mm (PxLxT). Adapun perwujudan prototipe mesin sangrai dapat dilihat sesuai pada gambar 1 berikut ini.

Gambar 1 :
Mesin penyangrai kopi tipe fluidisasi



Sesuai gambar 1 cara kerja mesin sangrai tersebut adalah sebagai berikut, diawali dengan pemanasan tabung sangrai yaitu dengan penyalaan pemanas yang diikuti dengan blower untuk menghembuskan udara panas masuk ke dalam tabung sangrai kurang lebih selama 7-15 menit sampai temperatur mencapai 200°C. Selama proses pemanasan, biji kopi diletakan ke dalam corong penampung (*hopper*), setelah temperatur tabung sangrai tercapai dengan membuka katup pada hopper biji kopi disalurkan ke dalam tabung sangrai untuk proses penyangraian sampai warna kopi berubah sesuai dengan tingkat kematangan yang diinginkan. Selama proses penyangraian biji kopi tetap berada di dalam tabung sangrai mengalami proses pengadukan akibat dialiri udara panas dengan kecepatan tertentu agar proses penyangraian mendapatkan hasil yang merata. Setelah proses penyangraian selesai, kopi sangrai dikeluarkan dari tabung sangrai melalui sebuah katup yang berada di bagian bawah yang selanjutnya didinginkan sampai mencapai temperatur ruang sebelum dikemas.

Gambar 2.
Diagram alir proses penyangraian kopi



Berdasar diagram alir gambar 2, proses penyangraian dimulai dengan pemanasan awal ruang sangrai hingga mencapai temperatur 200°C, setelah temperatur ruang sangrai tercapai biji kopi dimasukan kedalam ruang sangrai dengan kematangan *light*, *medium* dan *dark*.

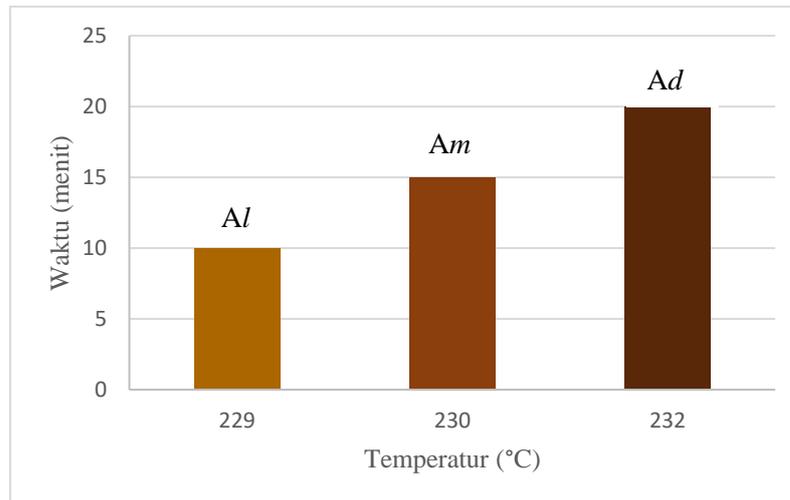
Kopi hasil sangrai selanjutnya akan di lakukan karakterisasi yaitu berupa kadar warna menggunakan alat Konica Minolta Chromameter CM-700d. Kadar air menggunakan metode SNI.01-2891-1992 dan analisa tekstur menggunakan Texture Analyzer TA.XT Stable micro system. Biji kopi untuk uji coba alat merupakan biji kopi Robusta dan Arabika.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis kopi yang digunakan pada saat penyangraian adalah kopi Robusta dan Arabika berasal dari Subang Jawa Barat. Dilakukan penyangraian dengan tiga tingkat kematangan kopi yaitu *light*, *medium* dan *dark* pada setiap jenis kopi. Kopi disangrai

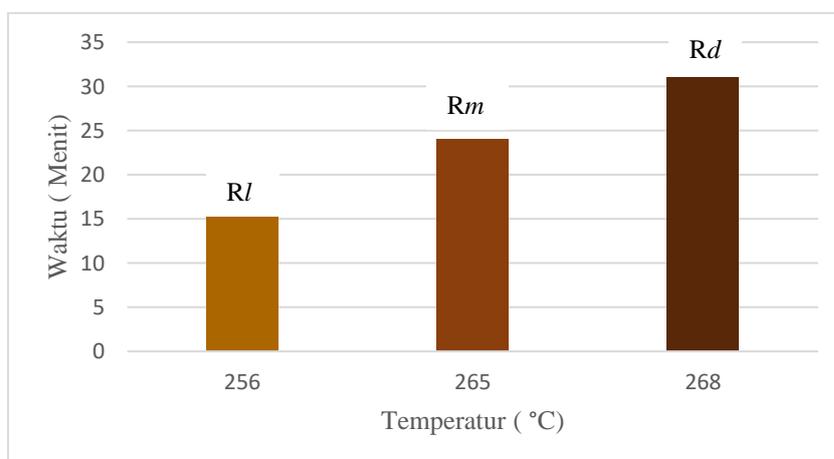
sebanyak 300 gram per sangrai. Adapun tingkat kematangan kopi jenis Arabika dapat dilihat pada gambar 3 berikut.

Grafik 1.
Hubungan waktu dan temperatur terhadap tingkat kematangan kopi Arabika



Berdasarkan grafik 1, kopi disangrai dalam 3 tingkat yaitu arabika *light* (Al), Arabika *medium* (Am) dan Arabika *dark* (Ad). Temperatur Al tercapai pada saat 232 °C dengan waktu 10 menit, temperatur AM tercapai pada saat 229 °C dengan waktu 15 menit dan Temperatur AD tercapai pada saat 230 °C dengan waktu 20 menit. Tingkat kematangan kopi jenis Robusta dapat dilihat pada gambar 4 berikut

Grafik 2.
Hubungan waktu dan temeratur terhadap tingkat tingkat kematangan kopi Robusta



Berdasar grafik 2 dapat dilihat bahwa temperatur Robusta *light* (RL) tercapai pada saat 256⁰ C dengan waktu 17 menit, temperatur Robusta *medium* (RM) tercapai pada saat 265⁰ C dengan waktu 24 menit dan temperatur Robusta *dark* (RD) tercapai pada saat 268⁰ C dengan waktu 31 menit. Kopi hasil sangrai selanjutnya dilakukan karakterisasi sifat fisik dan kimia, yaitu kadar air, kadar abu, kadar PH, tekstur dan kadar warna yang dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 2.
Hasil Analisa Sifat Fisik dan Kimia Biji Kopi Hasil Sangrai

Sampel	Kadar Air	Kadar Abu	Kadar pH	Kadar Total Asam	Tekstur (<i>Fracturability</i>)	L*	a*	b*
AL	2,225	4,655	4,94	4,72	8438,72	73,99	3,26	55,64
AM	2,49	4,42	5,093	2,88	7755,62	74,44	3,93	56,92
AD	1,86	4,745	5,94	4,32	6116,03	63,58	12,49	63,8175
RL	2,515	4,86	5,47	3,76	10026,75	78,268	1,175	47,58
RM	1,755	4,765	5,70	2,76	9191,35	70,16	7,025	58,015
RD	2,645	4,755	6,18	7,29	5201,91	68,91	9,077	60,595

Pengukuran kadar air bertujuan untuk mengetahui kandungan air yang berada dalam biji kopi sangraidan dan untuk mengetahui masa simpan suatu produk. Proses pengukuran kadar air dengan menguapkan suatu bahan hingga mencapai nilai kadar yang diperbolehkan sesuai dengan SNI. Semakin tinggi temperatur maka semakin banyak pula kadar air yang menguap sehingga mengakibatkan bahan juga mengalami perubahan (Cuong T, 2014). Berdasarkan nilai yang diperoleh maka nilai mutu kopi masih sesuai SNI dengan nilai maksimal untuk kadar air yaitu 2,645 untuk kopi Robusta *dark* dan terendah 1,75 untuk kopi Robusta *medium*. Jika dilihat hasil analisis persentase kandungan kadar air diperoleh dipengaruhi oleh temperatur yang telah di terapkan melalui alat penyangrai tipe fluidisasi telah di kondisikan agar temperatur dapat membantu proses penyangraian lebih efektif dan efisien.

Lama penyangraian akan menurunkan kadar air pada biji kopi (Jokanović, 2012) (Budiyanto, 2021). Hal ini diperkuat oleh (Mulato, 2006) dalam (Budiyanto, 2021), yang menerangkan bahwa semakin lama waktu penyangraian atau tingkat penyangraian maka air yang diuapkan akan semakin tinggi sehingga kadar air akan berkisar antara 2-3 %. Hasil analisis kadar air yang dihasilkan memenuhi syarat mutu kopi bubuk dimana syarat dari kadar air maksimum yang diizinkan 7 % untuk persyaratan mutu I dan mutu II (SNI 01-3542-2004). Semakin lama kopi disangrai maka kadar air akan semakin sedikit. Namun kondisi kadar air yang menunjukkan angka persentase yang berbeda nyata tidak diikuti dengan nilai Kadar Abu.

Kadar Abu biji kopi yang telah disangrai menunjukkan tidak ada perbedaan berdasarkan tingkat roasting. Kadar abu merupakan jumlah mineral- mineral yang terkandung dalam kopi, dimana mineral-mineral yang terdapat pada kopi adalah

potasium, kalium, kalsium, magnesium dan mineral non-logam yaitu fosfor dan sulfur (Bhernama, 2019). Kadar abu yang tinggi dikarenakan kandungan mineral yang tinggi, selain itu kotoran dan sisa kulit ari juga dapat mempengaruhi kadar abu yang terkandung dalam biji kopi (Erna, 2012). Berdasarkan hasil analisis diperoleh kadar abu dengan nilai dibawah 5%. Hasil analisis kadar abu yang dihasilkan memenuhi syarat mutu kopi bubuk dimana syarat dari kadar abu yang diizinkan adalah sebesar 5 % (SNI 01-3542- 2004).

Analisis tingkat keasaman merupakan salah satu syarat penting dalam jaminan keamanan pangan. Semakin tinggi temperatur dan semakin lama penyangraian, maka akan meningkatkan pH karena terjadinya degradasi berbagai senyawa penting pada kopi, diantaranya protein, polisakarida, trigonelin, dan asam klorogenat (Cuong T, 2014). Hal ini sesuai dengan pernyataan (Mulato, 2006) dalam (Budiyanto, 2021) yang menyatakan bahwa biji kopi secara alami mengandung berbagai jenis senyawa volatile seperti aldehida, furfural, keton, alkohol, ester, asam format, dan asam asetat. Pengecilan ukuran biji akan mempercepat proses penguapan senyawa volatile yang akan berbanding lurus dengan meningkatnya nilai pH mendekati netral.

Berdasarkan hasil analisa bahwa kopi Arabika hasil sangrai memiliki rasa yang lebih asam dibandingkan dengan kopi Robusta. Hal ini menguatkan bahwa karakteristik kopi Arabika yang lebih asam dibandingkan Robusta. Menurut (Mulato, 2006) beberapa senyawa alami dalam kopi memiliki sifat mudah menguap, diantaranya asam asetat, asam format, ester, dan aldehid. Perubahan nilai pH dapat menjadi indikator perubahan secara kimiawi dalam biji kopi. Kandungan senyawa asam pada kopi mempengaruhi derajat keasaman kopi.

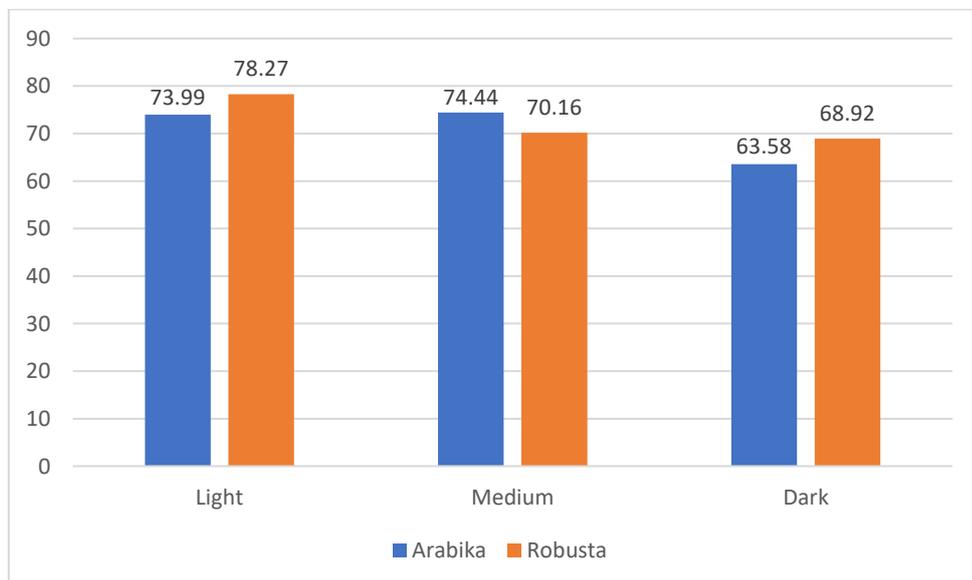
Penyangraian sangat menentukan warna dan cita rasa produk kopi yang akan dikonsumsi, perubahan warna biji dapat dijadikan dasar untuk sistem klasifikasi sederhana (Budryn, 2015). Citarasa minuman kopi secara nyata dipengaruhi oleh mutu kopi beras (green bean) dan kualitas penyangraiannya. Jenis dan jumlah senyawa citarasa yang terbentuk sangat tergantung pada variasi kandungan senyawa prekursor green bean. Penyangraian satu jenis kopi dengan jenis lainnya menghasilkan citarasa yang berbeda dan sangat khas (Lingle, 2001) (Ciesarova, 2006).

Analisa Warna yang dilakukan untuk hasil kopi roasting menggunakan alat Konica Minolta Chromameter CM-700d. Kopi yang telah disangrai akan berubah warna dari hijau menjadi coklat. Menurut Setyani (2017), penyangraian diakhiri saat aroma dan citarasa kopi yang diinginkan telah tercapai, hal ini dapat ditentukan dari perubahan warna biji yang semula berwarna kehijauan menjadi warna coklat. Perbedaan warna hanya terdapat pada masing-masing level roasting tidak terjadi pada jenis kopi. Proses penyangraian biji kopi berpengaruh terhadap warna kopi yang dihasilkan.

Timbulnya warna coklat karena kopi bubuk mengandung protein, gula dan mendapat perlakuan panas sehingga menyebabkan munculnya reaksi Maillard.

Proses penyangraian dilakukan menggunakan waktu dan temperatur yang beragam, semuanya tergantung juga pada jenis alat yang digunakan. Pada umumnya alat sangrai menggunakan waktu antara 8 sampai 30 menit proses sangrai tergantung pada jenis alat dan mutu kopi sangrai yang diinginkan. Perubahan warna biji menjadi coklat tua, coklat kehitaman dan hitam merupakan salah satu indikator proses penyangraian selesai. Derajat sangrai biji kopi tercapai dengan baik dan memenuhi syarat ketika dilakukan perbandingan warna antara warna kopi hasil sangrai dengan warna sampel standar. Pengukuran warna hasil sangrai ditentukan berdasarkan warna kopi hasil roaster sesuai aturan SCAA, untuk tingkat *light* maka menggunakan R75, untuk tingkat *medium* menggunakan R55 dan untuk tingkat *dark* menggunakan R35 dengan temperatur berkisar antara 200⁰C hingga 270⁰C. Perbedaan pengukuran warna antara kopi hasil roasting Robusta sangat berbeda dengan Arabika. Hasil analisa menunjukkan kopi sangrai Robusta memiliki tingkat yang berbeda antara *light*, *medium* dan *dark*. Namun hal ini sedikit berbeda antara Arabika pada setiap level yang tidak berbeda nyata. Meskipun pada tingkat level *dark* Arabika memiliki nilai yang tinggi dibanding Robusta, seperti terlihat pada grafik 3 berikut ini.

Grafik 3.
Warna tingkat kematangan pada kopi Arabika dan Robusta



KESIMPULAN

Telah dilakukan uji performa mesin sangrai tipe fluidisasi berkapasitas 1 kg yang dilengkapi dengan sistem kontrol dan monitoring temperatur. Uji performa menggunakan kopi jenis Arabika dan Robusta dengan memvariasikan temperatur dan waktu penyangraian terhadap tingkat kematangan kopi. Dari uji performa diperoleh karakterisasi mutu biji kopi, antara lain nilai maksimal untuk kadar air yaitu 2,645% untuk Kopi Robusta *Dark* dan terendah 1,75% untuk Kopi Robusta Medium. Kadar Abu biji kopi yang telah disangrai menunjukkan tidak ada perbedaan berdasarkan tingkat roasting dibawah 5%. Berdasarkan hasil analisa bahwa kopi Arabika hasil sangrai memiliki rasa yang lebih asam dibandingkan dengan kopi Robusta. Pengukuran warna hasil sangrai ditentukan berdasarkan warna kopi hasil roaster sesuai aturan SCAA, untuk tingkat *light* maka menggunakan R75, untuk tingkat *medium* menggunakan R55 dan untuk tingkat *Dark* menggunakan R35 dengan temperatur berkisar antara 200⁰C hingga 270⁰C. Perbedaan pengukuran warna antara kopi sangrai Robusta sangat berbeda dengan Arabika. Hasil analisa menunjukan kopi sangrai Robusta memiliki tingkat yang berbeda antara *light*, *medium* dan *dark*. Namun hal ini sedikit berbeda antara Arabika pada setiap level yang tidak berbeda nyata. Meskipun pada tingkat level *Dark* Arabika memiliki nilai yang tinggi dibanding Robusta.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Rumah Program Teknologi Tepat Guna 2023 Organisasi Riset Pertaian dan Pangan BRIN dan tim Roster 2023 yang telah memberikan dukungan terhadap kegiatan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bahrumi, P. R. 2022. "Levelisasi Penyangraian Kopi: Suatu Kajian" dalam Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian Vol. 7 No.1 (Hal. 522-525).Banda Aceh.
- Batubara, A. Y. 2019. "Uji Kinerja dan Analisis Ekonomi Mesin Roasting Kopi" dalam Jurnal Industri Teknologi Pertanian (TEKNOTAN) Vol. 13 No.1 (Hal. 1-7). Sumedang.
- Bhernama, B. N. 2019. "Analisis Kandungan (Air, Abu dan Logam Berat) Pada Kopi Bubuk Asal Gayo" dalam *Widyariset* Vol. 5 No. 2 (Hal. 87-94). Jakarta.

- Budiyanto, U. D. 2021. "Karakteristik Fisik Kualitas Biji Kopi Dan Kualitas Kopi Bubuk Sintaro 2 Dan Sintaro 3 Dengan Berbagai Tingkat Sangrai" dalam Jurnal Agroindustri Vol. 11 No.1 (Hal. 54-71). Bengkulu.
- Budryn, G. N. 2015. "Correlation Between the Stability of Chlorogenic Acids, Antioxidant Activity and Acrylamide Content in Coffee Beans Roasted in Different Conditions" dalam International Journal of Food Properties, Vol. 18 No. 2, (Hal. 290-2015).
- Ciesarova, Z. K. 2006. "Impact of L-Asparaginase on Acrylamide Content in Potato Products" dalam Journal of Food and Nutrition Research, (Hal. 141-146).
- Cuong T, V. L. 2014. "Effect Of Roasting Condition On Several"., (Hal. 43-56).
- Erna, C. 2012. "Uji Aktivitas Antioksidan dan Karakteristik Fitokimia pada Kopi Luwak Arabika dan Pengaruhnya Terhadap Tekanan Darah Tikus Normal dan Tikus Hipertensi" dalam Tesis. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Fahmi, R. &. 2023. "Kopi Robusta", <https://jurnalbumi.com/knol/kopi-Robusta/>, diakses 11 september 2023.
- Hidayat, D. S. 2020. "Development And Evaluation Of Drum Coffee Roasting Machine For Small-Scale Enterprises" dalam INMATEH-Agricultural Engineering Vol 60 No.1. Bucharest.
- Jokanović, M. R. 2012. "Changes Of Physical Properties Of Coffe Beans During Roasting" dalam Acta Periodica Technologica", (Hal. 21-31).
- Kopi, F. 2018. "Cara Sangrai Kopi Tradisional Kuno", <http://filosofikopi.com/2019/08/cara-samgrai-kopi-tradisonal-kuno.html>, diakses 11 september 2023.
- Lingle, T. R. 2001. "A Systematic Guidw to the Sensory Evaluation of Coffee Flavor". Washinthon D.C: Ed. Coffee Development Group.
- Mulato, W. S. 2006. "Teknologi Proses Dan Pengolahan Produk Primer Dan Sekunder Kopi". Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Jember.
- Pamungkas, M. T. 2021. "Pengaruh Suhu Dan Lama Penyangraian (Roasting) Terhadap Sifat Fisik Dan Kimia Pada Seduhan Kopi Arabika (Coffea Arabica L.) Dari Kabupaten Gayo, Provinsi Aceh" dalam Agrotech, (Hal. 1-10).
- Prakoso. 2023. "Kopi Arabika – Asal, Morfologi, Varietas, Rasa dan Harga", <https://rimbakita.com/kopi-Arabika/>, diakses 19-9-2023. Putra, S. H. (2019). Theoretical study of fluidization and heat transfer on fluidized bed coffee roaster. AIP Conference Proceedings.



- Rose L, V. M. 2019. "Design, Fabrication, and Performance Evaluation of a Batch-Type Fluidized Bed Coffee Roaster for Small-Scale Coffee Growers" dalam *Mountain Journal of Science and Interdisciplinary Research* Vol. 79 No. 2 (Hal. 90-97).
- Supriana, N. A. 2020. "Pengaruh Metode Pengolahan Dan Suhu Penyangraian" dalam *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar* Vol. 7 No.2 (Hal. 61-72).
- Sutarsi, R. E. 2016. "Penentuan Tingkat Sangrai Kopi Berdasarkan Sifat Fisik Kima Menggunakan Mesin Penyangrai Tipe Rotari" dalam *Prosiding Seminar Nasional APTA*, (Hal. 306-3012). Jember.
- Yohanes H, K. W. 2022. "Study of Heat Transfer and Product Characterization in Spouted Bed Coffee Roaster dalam *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences*", 182-190. Vol. 92 No.2. Selangor.