

## Kajian Eksperimental Mesin Sangrai Kopi Semi Otomatis Tipe Drum Rotari

Feby Nopriandy<sup>1</sup>, Suhendra<sup>2\*</sup>, Leo Dedy Anjiu<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sambas  
Jl. Raya Sejangkung, Desa Sebayan, Sambas, Kalimantan Barat

\*Corresponding author: [aka.suhendra@yahoo.com](mailto:aka.suhendra@yahoo.com)

### Abstract

*The problem in the coffee roasting process is controlling the roasting temperature. Based on these problems, research was carried out aimed at conducting experimental studies in the coffee roasting process to observe the quality of the roasting results and measure the performance of the temperature control system. The test equipment used is a semi-automatic rotary type coffee roasting machine. The independent variable in this study was the roasting level of the coffee beans, and the dependent variable was roasting time. The level of maturity of coffee beans is measured based on visual observations in the form of the color of the roasted coffee beans. The number of coffee beans used in each test was 1 kg. Setting the roasting temperature between 198°C-202°C. The roasting machine is operated at a rotational speed of 50 rpm. Based on observations, temperature fluctuations in the roasting drum between 192°C - 245°C occur at the beginning of the roasting process. The longer the roasting process, the temperature fluctuations become more stable. Light roast coffee beans are produced with a roasting time of 8 minutes, light medium roast with of 16-22 minutes, medium roast with of 29-35 minutes, medium dark roast more than 41 minutes. Light roast has R value = 117.7, G = 98.4 and B = 50.2, light medium roast has R value = 111.5-96.4, G = 97.8-74.6 and B = 69.4-50.0, medium roast has a value of R = 90.8-78.2, G = 74.5-68.2 and B = 55.3-51.9 and medium dark roast has a value of R = 63, 9, G = 61.8 and B = 52.4.*

**Keywords:** coffee, roaster, roast level, roast temperature.

### Abstrak

Permasalahan dalam proses penyangraian kopi adalah pengontrolan terhadap temperatur penyangraian. Berdasarkan permasalahan tersebut, dilakukan penelitian bertujuan melakukan kajian eksperimental proses penyangraian kopi untuk mengamati kualitas hasil penyangraian dan mengukur kinerja sistem kontrol temperatur. Alat uji yang digunakan adalah mesin sangrai kopi semi otomatis tipe rotari. Variabel bebas penelitian adalah tingkat kematangan biji kopi, sedangkan variabel tak bebas adalah lama penyangraian. Tingkat kematangan biji kopi diukur berdasarkan pengamatan visual berupa warna biji kopi hasil penyangraian. Jumlah biji kopi yang digunakan dalam setiap pengujian sebanyak 1 kg. Penyetingan temperatur penyangraian antara 198°C-202°C. Mesin sangrai dioperasikan pada kecepatan putar 50 rpm. Berdasarkan hasil pengamatan, fluktuasi temperatur dalam drum penyangrai antara 192°C - 245°C terjadi pada awal proses penyangraian. Semakin lama proses penyangraian, fluktuasi temperatur menjadi relatif stabil. Biji kopi *light roast* dihasilkan dengan lama penyangraian 8 menit, *light medium roast* dengan waktu 16-22 menit, *medium roast* dengan waktu 29-35 menit, *medium dark roast* lebih dari 41 menit. *Light roast* memiliki nilai R = 117,7, G = 98,4 dan B = 50,2, *light medium roast* memiliki nilai R = 111,5-96,4, G = 97,8-74,6 dan B = 69,4-50,0, *medium roast* memiliki nilai R = 90,8-78,2, G = 74,5-68,2 dan B = 55,3-51,9 dan *medium dark roast* memiliki nilai R = 63,9, G = 61,8 dan B = 52,4.

**Kata kunci:** kopi, mesin sangrai, tingkat sangrai, temperatur sangrai.

## 1. Pendahuluan

Rasa dan aroma kopi dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain kualitas kopi beras (*green bean*) dan proses penyangraian kopi [1],[2]. Kualitas kopi juga sangat dipengaruhi oleh proses pengolahan kopi [3],[4]. Menurut pendapat lain, faktor penentu citarasa minuman kopi diperkirakan 30% dipengaruhi proses penyangraian, 60% dipengaruhi proses budidaya dan panen, serta 10% dipengaruhi keahlian barista dalam penyajian minuman kopi [5]. Teknik menyeduh kopi juga harus memperhatikan ukuran bubuk kopi, temperatur air dan jumlah campuran [6].

Kualitas *green bean* sangat ditentukan oleh varietas kopi, lokasi penanaman (ketinggian), proses pengolahan *green bean* dan teknik penyimpanan [7]. Proses penyangraian bertujuan untuk menghasilkan citarasa kopi. Tingkat kematangan biji kopi yang dihasilkan melalui proses penyangraian dapat menghasilkan rasa dan aroma yang berbeda [8]. Perlakuan yang tepat pada proses penyangraian dapat menghasilkan kopi dengan tingkat kadar air dan keasaman yang sesuai standar. Faktor utama yang menentukan proses sangrai adalah temperatur dan lama penyangraian.

Berdasarkan hasil survey di lapangan, kegiatan menyangrai biji kopi oleh petani kopi khususnya di Kabupaten Sambas secara umum dilakukan dengan cara tradisional. Kelemahan cara ini adalah temperatur penyangraian relatif sulit dikontrol dan sistem pengadukan tidak konstan. Kualitas biji kopi dengan proses penyangraian tradisional hasilnya kurang seragam. Tingkat kematangan biji kopi hanya didasarkan pada pengamatan menggunakan indera penciuman dan penglihatan. Hal ini sangat bergantung dari pengalaman sangrai.

Pengembangan mesin sangrai kopi untuk mengatasi permasalahan proses sangrai tradisional telah dilakukan melalui beberapa penelitian. Pengembangan mesin sangrai kopi dengan pengaduk berputar [9], bekerja pada kecepatan putar 40 rpm, temperatur penyangraian 184°C-198°C

dengan kapasitas 17,14 – 28,97 kg/jam. Pengembangan mesin sangrai kopi berbasis *image processing* dan akustik [10], menggunakan oven sebagai wadah penyangraian. Penyangraian dikontrol pada temperatur 270 °C selama sepuluh menit. Dalam proses penyangraian, monitoring warna RGB biji kopi menggunakan kamera sedangkan monitoring suara keretakan menggunakan mikrofon. Pengembangan mesin sangrai kopi *portable* dengan kontrol temperatur dan waktu sangrai [11], menggunakan metode *fuzzy logic* untuk mengontrol temperatur. Hasil pengujian untuk menyangrai 100 gram biji kopi pada temperatur 110 °C diperlukan waktu sangrai sekitar 50 menit.

Pengembangan lebih lanjut mesin sangrai kopi perlu terus dilakukan. Hal ini untuk mendapatkan mesin sangrai kopi yang dapat menghasilkan kualitas penyangraian seragam. Stabilitas temperatur penyangraian diharapkan dapat meningkatkan keseragaman tingkat kematangan biji kopi.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan penelitian yang bertujuan melakukan kajian eksperimental pada mesin sangrai kopi semi otomatis untuk melihat kualitas hasil penyangraian biji kopi serta mengukur kinerja sistem kontrol temperatur pada mesin sangrai.

## Proses Penyangraian

Penyangraian merupakan bagian dari proses pengeringan bahan yang bertujuan mengeluarkan air yang terdapat dalam bahan untuk mendapatkan kadar air yang diinginkan. Tujuan utama dari proses penyangraian adalah untuk membentuk rasa dan aroma kopi.

Pengendalian proses penyangraian biji kopi dipengaruhi oleh keseragaman ukuran, *specific gravity*, tekstur, kadar air dan struktur kimia. Namun untuk mendapatkan biji kopi yang seragam sangat sulit, sehingga hasil penyangraian sangat tergantung dari keterampilan dan pengalaman [12].

Faktor yang menentukan proses penyangraian kopi adalah temperatur dan lama penyangraian. Berdasarkan hasil

penelitian, temperatur penyangraian 235°C dengan lama penyangraian 14 menit untuk jenis kopi Arabika dapat menghasilkan karakteristik fisik dan mutu sensori terbaik berdasarkan hasil survey. Pada perlakuan ini diperoleh rendemen 82,5%, kadar air 1,08% (bb), nilai warna *L* 6,51, keasaman 5,84, skoring aroma 3,6 (biasa - suka), skoring rasa 3,2 (biasa - suka), skoring warna 3,6 (biasa - suka) [13].

### Tingkat Kematangan Penyangraian

Tingkat kematangan dalam proses penyangraian sering dikenal dengan istilah *level roasting*. Tingkat kematangan penyangraian dapat dilihat dari warna biji kopi. Secara umum kematangan biji kopi dibagi menjadi *light roast*, *medium roast*, dan *dark roast*.

Proses penyangraian biji kopi dapat mengubah warna dari awal hijau, cokelat muda atau cokelat kehijauan menjadi cokelat kayu manis, lalu berubah menjadi hitam atau coklat kehitaman. Tingkat kematangan kopi sangat mempengaruhi zat yang terlarut dalam air kopi [14].

Karakteristik kematangan biji kopi adalah sebagai berikut [15] :

#### a. *Light roast*

Penyangraian pada level ini menghasilkan biji kopi berwarna coklat muda, dengan karakter ringan, tidak terbentuk lapisan minyak pada permukaan, level *acidity* tinggi dengan warna Agtron nomor 55-80.

#### b. *Medium roast*

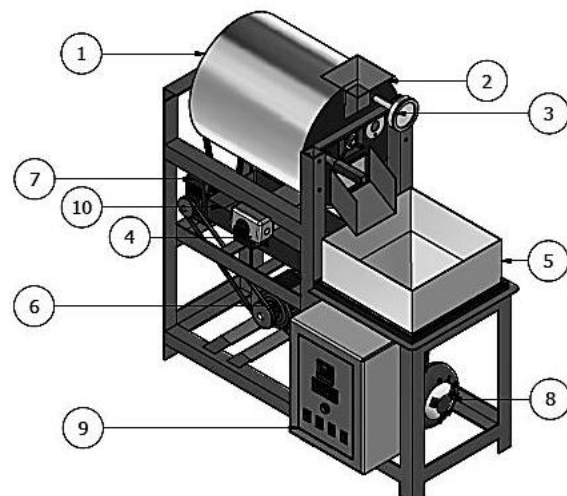
Penyangraian pada level *medium roast* menghasilkan biji kopi berwarna coklat tua, level *acidity* sedang, kandungan gula alami mulai membentuk karamel, dengan warna Agtron nomor 40-55.

#### c. *Dark roast*

Level *dark roast* menghasilkan warna coklat kehitaman pada biji kopi, terbentuk lapisan minyak pekat pada permukaan air kopi, rasa pahit lebih dominan, level *acidity* relatif rendah, aroma *smoky*, dengan warna Agtron nomor 55-80.

### Mesin Sangrai Kopi

Mesin sangrai kopi yang terdapat di pasaran memiliki berbagai bentuk dan ukuran. Pemilihan mesin sangrai dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Jenis yang banyak digunakan adalah tipe drum rotari (silinder berputar) [16], [17], [18], drum tetap dengan pengaduk berputar [9], mesin sangrai kopi semi otomatis tipe drum [19], mesin sangrai kopi *portable* berbasis mikrokontroller [20], mesin sangrai kopi berbasis *image processing* dan akustik [10].



Gambar 1. Mesin sangrai kopi tipe drum rotari [18]

#### Keterangan Gambar :

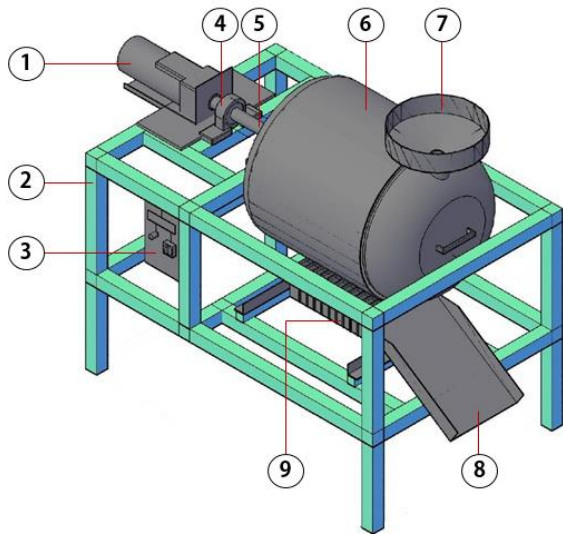
1. Silinder Jacket
2. Saluran Input Bahan
3. Termokopel
4. Kompor Gas
5. Pendingin
6. Motor Listrik
7. *Speed Reducer*
8. Blower
9. Kontrol Panel
10. *Preheater*

## 2. Metode Penelitian

### Mesin Sangrai Kopi yang Digunakan

Mesin sangrai yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin sangrai kopi semi otomatis tipe rotari dengan komponen utama yaitu drum penyangrai, rangka (dudukan) mesin, sistem kontrol temperatur, sistem penggerak dan sistem pemanas.

Komponen lengkap mesin sangrai kopi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Keterangan komponen mesin sangrai kopi

Keterangan :

1. Motor penggerak
2. Rangka mesin
3. Sistem kontrol temperatur
4. Bantalan
5. Poros
6. Silinder (drum) penyangrai
7. Saluran masuk (*hopper*)
8. Saluran keluar
9. Kompor

Drum penyangrai dibuat dari bahan *stainless steel*, rangka mesin dari bahan besi *hollow* 40 x 40 mm, sistem penggerak menggunakan motor DC 24V 120 Watt. Sistem kontrol temperatur terdiri dari mikrokontroller Atmega 328, sensor temperatur, LCD I2C, tabung gas, regulator, kompor, *stepdown*, dan *relay*.

Bahan *stainless steel* merupakan pilihan utama dalam pengolahan pangan. Bahan ini dipilih karena memiliki keunggulan antara lain mudah dibersihkan, memiliki ketahanan terhadap korosi dan tidak mudah terkontaminasi bahan makanan. Mikrokontroller Atmega 328 dipilih pada sistem kontrol temperatur karena memiliki kemampuan proses cepat,

konsumsi daya kecil dan dapat mengatur banyak input serta output sekaligus.

Mesin penyangrai kopi ini bekerja dengan memutar drum penyangrai yang dipanaskan menggunakan motor penggerak DC. Bagian dalam drum penyangrai dilengkapi 3 buah sirip yang berfungsi mengaduk biji kopi yang disangrai. Tujuan pengadukan agar tingkat kematangan biji kopi lebih merata.

Sistem kontrol temperatur penyangraian dilengkapi dengan sensor temperatur untuk mendeteksi tingginya temperatur. Nilai temperatur akan langsung terbaca pada LCD. Jika temperatur mengalami kelebihan dari nilai penyetingan awal, maka secara otomatis sistem kontrol temperatur akan mengecilkan nyala api sehingga temperatur akan mengalami penurunan. Jika temperatur kurang dari nilai penyetingan, maka sebaliknya sistem kontrol temperatur secara otomatis akan memperbesar nyala api pada kompor.

Spesifikasi mesin sangrai kopi semi otomatis tipe drum rotari dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 3. Mesin sangrai kopi yang digunakan

Tabel 1. Spesifikasi mesin sangrai kopi.

No	Komponen	Spesifikasi
1	Dimensi mesin sangrai (P x L x T)	80 x 53 x 78 cm
2	Bobot Mesin	±15 kg

3	Kecepatan putar drum penyangrai	50 rpm
4	Diameter drum penyangrai	33 cm
5	Panjang drum penyangrai	42 cm
6	Sistim Penggerak	Motor DC 24V 120 Watt
7	Mikrokontroler	Arduino Uno
8	Sensor temperatur	MAX6675 <i>Thermocouple</i>

### Pengujian Mesin Sangrai

Alat yang diperlukan untuk pengujian adalah *stopwatch*, timbangan digital, wadah penampungan, RGB *color detector* dan mesin sangrai kopi semi otomatis. Bahan yang digunakan adalah biji kopi (*green bean*) Robusta Sambas siap sangrai yang diperoleh langsung dari petani.

Uji kinerja mesin sangrai kopi hasil rancang bangun perlu dilakukan untuk melihat hasil kinerja mesin. Variabel bebas penelitian adalah tingkat kematangan biji kopi, sedangkan variabel tak bebas adalah lama penyangraian. Tingkat kematangan biji kopi diukur berdasarkan pengamatan visual dan warna biji kopi hasil penyangraian diukur menggunakan RGB *colour detector*. Dalam setiap pengujian banyaknya biji kopi yang disangrai adalah 1 kg. Temperatur dalam proses sangrai menggunakan batas atas 202°C sedangkan temperatur untuk batas bawah adalah 198°C.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Hasil uji fungsional menunjukkan bahwa sistem kontrol temperatur pada mesin sangrai kopi dapat bekerja dengan baik. Uji fungsional sistem kontrol temperatur pada mesin sangrai kopi berupa uji stabilitas temperatur dalam proses penyangraian.

Tahap awal pengujian adalah menyalakan kompor dan melakukan penyetingan temperatur pada nilai 200°C dengan toleransi 2°C, yang memiliki batas atas 202°C dan batas bawah 198°C. Artinya jika temperatur dalam drum penyangrai melebihi 202°C maka secara otomatis nyala pada kompor akan mengecil, sebaliknya

apabila temperatur dalam drum penyangrai kurang dari 198°C maka secara otomatis nyala pada kompor akan membesar.

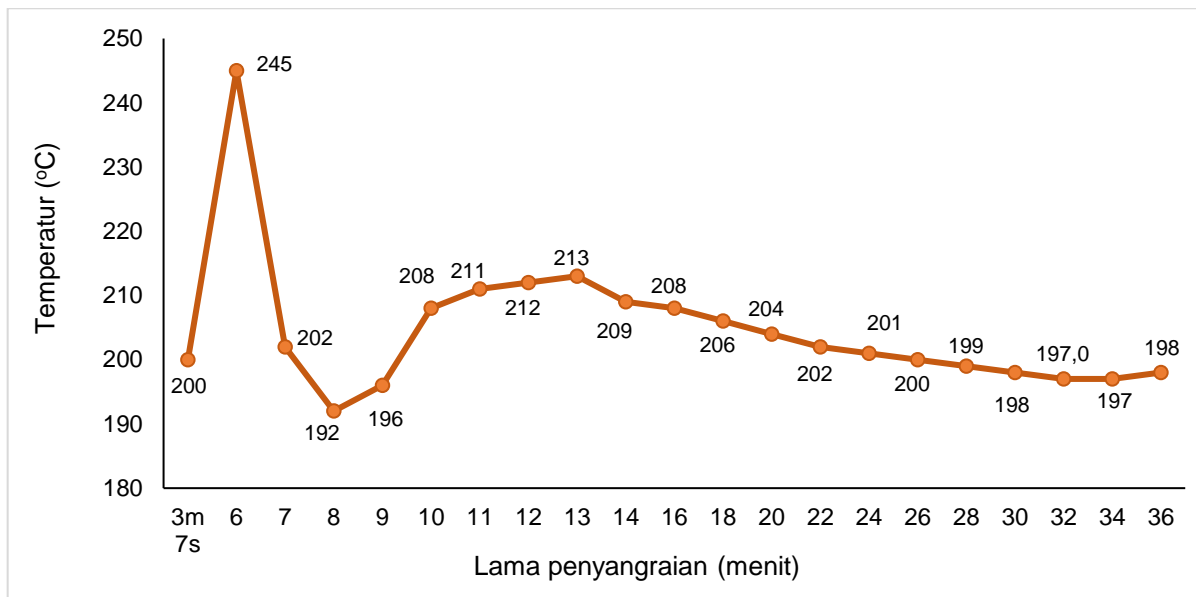
Pada kondisi awal, drum penyangrai masih dalam keadaan kosong dipanaskan dengan menghidupkan kompor. Biji kopi langsung dimasukkan ke dalam drum penyangrai setelah temperatur dalam drum penyangrai mencapai 200°C. Waktu yang diperlukan untuk mencapai temperatur 200°C dalam drum penyangrai adalah 3 menit 7 detik. Pada saat temperatur melewati 202°C secara otomatis nyala kompor akan mengecil, namun temperatur dalam drum penyangrai masih mengalami kenaikan. Kenaikan temperatur mencapai puncaknya pada menit ke 6 yaitu 245°C setelah itu temperatur dalam drum penyangrai terus mengalami penurunan sampai temperatur dibawah 198°C. Pada kondisi ini, secara otomatis nyala kompor akan membesar, namun temperatur dalam drum penyangrai terus mengalami penurunan hingga mencapai nilai terendah 192°C. Temperatur dalam drum penyangrai selanjutnya mengalami kenaikan dan penurunan dengan fluktuasi temperatur yang relatif stabil. Data fluktuasi temperatur dalam drum penyangrai dapat dilihat pada Gambar 4.

Pengujian dilakukan juga untuk mengetahui lama proses penyangrai dan hasil penyangrai. Kopi yang digunakan dalam pengujian adalah kopi jenis Robusta. Sebelum dilakukan pengujian, biji kopi harus dipisahkan dari kulit luar dan kulit ari yang membungkus biji kopi agar dihasilkan biji kopi siap sangrai. Hasil pengujian pada mesin sangrai kopi dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan hasil pengambilan data yang telah dilakukan, pada penyetingan temperatur dalam drum penyangrai 200°C, dengan lama penyangraian 8 menit menghasilkan biji kopi masih berwarna coklat muda dengan tingkat *light roast*. Pada menit ke 16 sampai 22, warna biji kopi yang dihasilkan mendekati coklat tua dengan tingkat *light medium roast*. Pada menit ke 29 sampai 35, menghasilkan biji kopi dengan





tingkat *medium roast* dimana biji kopi sudah berwarna coklat tua serta ditandai dengan munculnya sedikit minyak pada biji kopi.



Pada menit ke 41, biji kopi yang dihasilkan mendekati warna hitam dengan tingkat *medium dark roast*.



Gambar 4. Perubahan temperatur dalam drum penyangrai

Tabel 2. Hasil pengujian pada mesin sangrai kopi

Waktu	Foto sampel	Hasil pengamatan
8 menit		<i>Light roast</i> , biji kopi masih berwarna coklat muda
16 menit		<i>Light medium roast</i> , warna biji kopi mendekati coklat tua
22 menit		<i>Light medium roast</i> , warna biji kopi mendekati coklat tua
29 menit		<i>Medium roast</i> , biji kopi sudah berwarna coklat tua, muncul sedikit minyak

Waktu	Foto sampel	Hasil pengamatan
35 menit		<i>Medium roast</i> , biji kopi sudah berwarna coklat tua, muncul sedikit minyak
41 menit		<i>Medium dark roast</i> , biji kopi mendekati warna hitam

Tingkat akurasi kematangan biji kopi diukur menggunakan uji deteksi warna RGB melalui software *RGB color detector*. Pengukuran dilakukan dengan mengambil foto setiap sampel biji kopi yang disangrai dengan tingkat pencahayaan dan posisi yang sangat mendekati. Hasil foto tersebut selanjutnya diolah menggunakan software *RGB color detector* untuk mendapatkan nilai RGB setiap sampel uji. Data hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengukuran nilai R, G, B biji kopi

Waktu	Rata-rata hasil pengukuran		
	R	G	B
8 menit	117,7	98,4	50,2
16 menit	111,5	97,8	69,4
22 menit	96,4	74,6	50,0
29 menit	90,8	74,5	55,3
35 menit	78,2	68,2	51,9
41 menit	63,9	61,8	52,4

Berdasarkan hasil uji deteksi warna, *light roast* dihasilkan dengan lama penyangraian 8 menit, warna biji kopi coklat muda memiliki nilai R = 117,7, G = 98,4 dan B = 50,2. *Light medium roast* dihasilkan dengan lama penyangraian antara 16-22 menit, warna biji kopi mendekati coklat tua memiliki nilai R = 111,5-96,4, G = 97,8-74,6 dan B = 69,4-50,0. *Medium roast* dihasilkan dengan lama penyangraian antara 29-35 menit, warna biji kopi coklat tua, memiliki nilai R = 90,8-78,2, G = 74,5-68,2 dan B = 55,3-51,9. *Medium dark roast* dihasilkan dengan lama penyangraian diatas 41 menit, biji kopi mendekati warna hitam, memiliki nilai R = 63,9, G = 61,8 dan B = 52,4.

#### 4. Kesimpulan

Penggunaan mesin sangrai kopi semi otomatis tipe drum rotari terbukti dapat mengontrol temperatur dalam proses penyangraian. Pada awal proses penyangraian, terjadi fluktuasi temperatur yang sangat tinggi. Temperatur tertinggi dalam drum penyangrai diperoleh pada menit ke 6 yaitu 245°C, setelah itu temperatur dalam drum penyangrai terus mengalami penurunan hingga mencapai nilai terendah 192°C pada menit ke 8. Temperatur dalam drum penyangrai selanjutnya mengalami fluktuasi relatif stabil.

Berdasarkan hasil pengambilan data, dengan lama penyangraian 8 menit menghasilkan biji kopi *light roast*, menit ke 16 sampai 22 menghasilkan biji kopi *light medium roast*, menit ke 29 sampai 35 menghasilkan biji kopi *medium roast*, menit

ke 41, menghasilkan biji kopi *medium dark roast*.

Berdasarkan hasil uji deteksi warna, *light roast* memiliki nilai R = 117,7, G = 98,4 dan B = 50,2, *light medium roast* memiliki nilai R = 111,5-96,4, G = 97,8-74,6 dan B = 69,4-50,0, *medium roast* memiliki nilai R = 90,8-78,2, G = 74,5-68,2 dan B = 55,3-51,9 dan *medium dark roast* memiliki nilai R = 63,9, G = 61,8 dan B = 52,4.

#### Referensi

- [1] R. A. Fadri, K. Sayuti, N. Nazir, and I. Suliansyah, "Review Proses Penyangraian Kopi dan Terbentuknya Akrilamida yang Berhubungan dengan Kesehatan," *J. Appl. Agric. Sci. Technol.*, vol. 3, no. 1, pp. 129–145, 2019.
- [2] A. Haslinah, D. Djuma, P. Studi, T. Mesin, and U. Islam, "Rancang bangun mesin penyangrai kopi berbasis mekanis," *ILTEK J. Teknol.*, vol. 18, no. 2, 2023.
- [3] E. Budiyanto, L. D. Yuono, and A. Farindra, "Upaya Peningkatan Kualitas dan Kapasitas Produksi Mesin Pengupas Kulit Kopi Kering," *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 8, no. 1, 2019.
- [4] A. Y. Nasution and R. Effendi, "Perancangan Dan Pembuatan Alat Pengupas Kulit Kopi Basah Dengan Kapasitas 120 Kg/Jam," *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 7, no. 2, pp. 140–146, 2018.
- [5] S. Purnama, "Karakteristik Kopi Arabika Berdasarkan Daerah Asal dan Tingkat Roasting," 2016. [Online]. Available: <http://disbun.jabarprov.go.id>.
- [6] Suhendra, E. Darmansyah, D. Perdana, Suharman, and H. Asbeni, *Tradisi Ngopi Minuman Kopi dan Warung Kopi*, I. Yogyakarta: Deepublish, 2023.
- [7] Z. Ciesarová, E. Kiss, and P. Boegl, "Impact of L-asparaginase on acrylamide content in potato product

- Impact of L -asparaginase on acrylamide content in potato products,” *J. Food Nutr. Res.*, vol. 45, no. 4, pp. 141–146, 2006.
- [8] S. B. Utomo, M. Agung, and Sumardi, “KOPI BERBASIS LOGIKA FUZZY,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 6, no. 2, pp. 107–110, 2015.
- [9] I. Sofi'i, “Rancangbangun Mesin Penyangrai Kopi dengan Pengaduk Berputar,” *J. Ilm. Tek. Pertan.*, vol. 6, no. April, pp. 34–45, 2014.
- [10] F. Winjaya, “Rancang Bangun Mesin Pemanggang Biji Kopi Berbasis Image Processing dan Akustik,” 2017.
- [11] R. Arifuddin, I. Mujahidin, S. Subairi, and R. Wikantiyoso, “Sistem Kontrol Suhu dan Waktu Otomatis Mesin Roasting Kopi Portabel,” *Cyclotron*, vol. 4, no. 2, pp. 4–7, 2021.
- [12] J. Nugroho, J. Lumbanbatu, and S. Rahayoe, “Pengaruh Suhu dan Lama Penyangraian Terhadap Sifat Fisik-Mekanis Biji Kopi Robusta,” in *Seminar Nasional Perteta*, 2009.
- [13] N. P. A. Purnamayanti, I. B. P. Gunadnya, and G. Arda, “Pengaruh Suhu dan Lama Penyangraian terhadap Karakteristik Fisik dan Mutu Sensori Kopi Arabika (*Coffea arabica L.*),” *J. Beta*, vol. 5, no. September, pp. 39–48, 2017.
- [14] R. C. E. Dias and M. de T. Benassi, “Discrimination between Arabica and Robusta Coffees Using Hydrosoluble Compounds: Is the Efficiency of the Parameters Dependent on the Roast Degree?,” *Beverages*, vol. 1, no. 3, pp. 127–139, 2015.
- [15] R. R. Hakim, “Pembuatan Mesin Penyangrai Kopi Tipe Rotari Kapasitas 1 kg,” Program Studi Keteknikan Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Jember, 2022.
- [16] D. J. Silaen, A. Putra, and A. Rohanah, “Uji Kecepatan Putaran Optimal pada Alat Penyangrai Kopi Tipe Rotari terhadap Kualitas Hasil Sangrai,” *Keteknikan Pertan.*, vol. 2, no. 1, pp. 158–163, 2014.
- [17] Sutarsi, E. Rhosida, and I. Taruna, “Penentuan Tingkat Sangrai Kopi Berdasarkan Sifat Fisik Kimia Menggunakan Mesin Sangrai Tipe Rotari,” in *Prosiding Seminar Nasional APTA*, 2016, pp. 306–312.
- [18] I. Rusnadi, A. Aswan, A. Zikri, S. P. Lestari, and A. A. Novira, “Prototif Alat Penyangrai Kopi Tipe Rotari Dilengkapi Pre-Heater,” *J. Kinet.*, vol. 9, no. 01, pp. 20–25, 2018.
- [19] B. Amiq, “Rancang Bangun Mesin Penyangrai Kopi Semi Otomatis dengan Kapasitas 5 kg,” *JRM*, vol. 02, no. 03, pp. 40–46, 2015.
- [20] D. G. A. P. Agastya, “Mesin Roasting Biji Kopi Portable Berbasis Mikrokontroller,” Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma Yogyakarta, 2017.