# Analisis Pengaruh Variasi Kecepatan Putaran Drum pada Mesin Roasting Kopi Menggunakan Penggerak Motor DC 25 Watt

Fajar Ali Mahmudin[1], Hery Irawan[2], dan Bambang Setyono[3]
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2,3]
*e-mail:* Alifajarfajarali61@gmail.com , *hery@itats.ac.id*

***ABSTRACT***

*Coffee roasting is an essential stage in coffee processing because it significantly influences the physical properties and overall quality of roasted beans. In drum roasting systems, the rotational speed of the drum affects bean movement and heat transfer, thereby influencing roasting uniformity. This study investigates the influence of drum rotational speed on color uniformity, examines the effect of roasting duration on moisture content, and identifies suitable combinations of roasting time and rotational speed. An experimental approach using a 3×3 full factorial design was conducted with a drum roasting machine powered by a 25-watt DC motor. The experimental variables consisted of roasting durations of 60, 90, and 120 minutes and drum speeds of 10, 20, and 30 RPM. Color uniformity was assessed through digital image processing using grayscale analysis, while moisture content was measured through laboratory proximate analysis based on the AOAC method. The findings indicate that the influence of drum speed on color uniformity varied according to roasting duration. The highest uniformity for light roast was recorded at 60 minutes and 10 RPM, reaching 57.57%. For medium roast, the maximum value of 54.40% was achieved at 90 minutes and 20 RPM. Meanwhile, dark roast obtained its highest uniformity of 56.43% at 120 minutes and 10 RPM. The lowest uniformity, 45.19%, occurred at 120 minutes and 30 RPM. Moisture content generally declined as roasting time increased, ranging from 0.2984% to 1.9432%. All samples remained below the 5% maximum moisture limit specified by SNI 01-3542-2004. Based on the results, the recommended operating conditions were 60 minutes at 10 RPM for light roast and 90 minutes at 20 RPM for medium roast.*

***Keywords:*** *coffee roasting, drum rotational speed, DC motor, color uniformity, moisture content.*

**ABSTRAK**

Proses roasting merupakan tahap penting yang menentukan karakteristik fisik dan mutu biji kopi sangrai. Pada mesin roasting tipe drum, kecepatan putaran drum memengaruhi pergerakan biji dan distribusi panas, sehingga perlu dikaji hubungannya terhadap kualitas hasil roasting. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh kecepatan putaran drum terhadap keseragaman warna, pengaruh waktu roasting terhadap kadar air, serta menentukan kombinasi parameter roasting yang optimal. Penelitian dilakukan secara eksperimental menggunakan rancangan faktorial penuh 3×3 pada mesin roasting tipe drum berpenggerak motor listrik DC 25 watt. Variasi perlakuan meliputi waktu roasting 60, 90, dan 120 menit serta kecepatan putaran 10, 20, dan 30 RPM. Keseragaman warna dianalisis menggunakan citra digital grayscale, sedangkan kadar air diperoleh melalui analisis proksimat laboratorium dengan metode AOAC. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh putaran drum terhadap keseragaman warna bersifat kondisional dan bergantung pada waktu roasting. Keseragaman warna tertinggi pada light roast diperoleh pada 60 menit dan 10 RPM sebesar 57,57%, medium roast pada 90 menit dan 20 RPM sebesar 54,40%, sedangkan dark roast pada 120 menit dan 10 RPM sebesar 56,43%. Nilai keseragaman terendah sebesar 45,19% diperoleh pada 120 menit dan 30 RPM. Kadar air secara umum menurun seiring bertambahnya waktu roasting dengan rentang 0,2984–1,9432%, dan seluruh sampel memenuhi persyaratan maksimum 5% berdasarkan SNI 01-3542-2004. Kondisi optimal yang direkomendasikan adalah 60 menit–10 RPM untuk light roast dan 90 menit–20 RPM untuk medium roast.

**Kata kunci:** roasting kopi, kecepatan putaran drum, motor DC, keseragaman warna, kadar air.

*ISSN 2775-5630*

## PENDAHULUAN

Kopi merupakan salah satu komoditas perkebunan yang memiliki nilai ekonomi tinggi, sehingga peningkatan produksi perlu diikuti dengan pengolahan yang mampu mempertahankan konsistensi mutu produk. Salah satu tahapan penting dalam pengolahan kopi adalah *roasting*, yaitu proses pemanasan biji kopi yang menyebabkan perubahan fisik dan kimia, meliputi perubahan warna, kadar air, struktur biji, aroma, serta karakteristik cita rasa. Tingkat dan profil *roasting* diketahui berpengaruh terhadap karakteristik fisik, kimia, dan sensoris kopi yang dihasilkan [1]. Pada proses *roasting*, suhu dan waktu merupakan parameter utama yang menentukan tingkat kematangan biji kopi. Selain kedua parameter tersebut, pada mesin *roasting* tipe drum terdapat parameter mekanis berupa kecepatan putaran drum yang berperan dalam mengatur pergerakan dan pencampuran biji selama proses pemanasan. Perputaran biji dalam *rotating drum* berhubungan dengan karakteristik pencampuran dan pemerataan paparan panas selama proses *roasting* [2]. Prinsip perputaran biji kopi menunjukkan bahwa pola pergerakan partikel dalam suatu wadah berputar dapat memengaruhi distribusi material dan homogenitas proses [3]. Kecepatan putaran drum yang tidak sesuai dapat menyebabkan distribusi panas yang kurang optimal. Putaran yang terlalu rendah dapat menyebabkan biji lebih lama mengalami kontak dengan bagian drum yang panas, sedangkan putaran yang terlalu tinggi dapat mengubah pola pergerakan biji sehingga kontak dan perpindahan panas tidak berlangsung secara optimal. Oleh karena itu, pengaturan kecepatan putaran drum menjadi salah satu faktor yang perlu diperhatikan untuk memperoleh proses *roasting* yang lebih seragam [4], [5]. Penelitian mengenai distribusi temperatur pada *drum roasting* juga menunjukkan bahwa karakteristik distribusi panas di dalam ruang sangrai merupakan faktor penting dalam proses pemanggangan biji kopi [6]. Pada industri pengolahan kopi skala kecil dan menengah, penentuan parameter operasi mesin *roasting* masih dapat bergantung pada pengalaman operator. Kondisi tersebut berpotensi menghasilkan variasi kualitas antar-*batch* apabila parameter waktu, suhu, dan putaran drum tidak ditetapkan berdasarkan data pengujian. Modifikasi dan evaluasi mesin *roasting* tipe drum menunjukkan pentingnya pengaturan kondisi operasi untuk meningkatkan performa proses dan kualitas hasil sangrai [7]. Selain itu, penelitian mengenai performa mesin *roasting* tipe *rotary cylinder* menunjukkan bahwa kondisi operasi mesin perlu dievaluasi terhadap karakteristik hasil sangrai [8]. Kualitas hasil *roasting* dapat dievaluasi berdasarkan beberapa parameter, salah satunya adalah keseragaman warna. Perubahan warna merupakan indikator penting tingkat kematangan biji kopi dan dapat dianalisis secara kuantitatif menggunakan metode pengolahan citra. Analisis citra digital berbasis *grayscale* dapat digunakan untuk mengukur tingkat keseragaman warna biji kopi setelah proses *roasting* [9]. Pendekatan analisis warna juga dapat dilakukan menggunakan ruang warna CIELAB untuk mengevaluasi perkembangan warna selama proses sangrai [10]. Dengan demikian, pengukuran warna secara kuantitatif dapat memberikan informasi yang lebih objektif dibandingkan penilaian visual semata. Selain warna, kadar air merupakan parameter penting dalam mengevaluasi kualitas biji kopi hasil *roasting*. Selama proses pemanasan, air di dalam biji mengalami penguapan sehingga kadar air cenderung menurun seiring berlangsungnya proses sangrai. Kadar air juga berhubungan dengan kualitas

*ISSN 2775-5630*

dan ketahanan simpan kopi sangrai [11]. Pengujian kadar air secara laboratoris dapat dilakukan menggunakan metode AOAC sebagai metode analisis yang terstandar [12]. Dalam penelitian ini, hasil pengukuran kadar air juga dibandingkan dengan persyaratan SNI 01-3542-2004 sebagai acuan mutu kopi [13].

## TINJAUAN PUSTAKA

### Proses Roasting Kopi

Roasting merupakan proses termal yang mengubah *green bean* menjadi biji kopi sangrai melalui perubahan fisik dan kimia. Selama proses berlangsung terjadi penguapan kadar air, perubahan warna, pengembangan struktur biji, serta reaksi Maillard dan pembentukan senyawa volatil [1]. Tingkat *roasting* secara umum diklasifikasikan menjadi *light roast*, *medium roast*, dan *dark roast*, yang dapat dibedakan berdasarkan perubahan warna dan karakteristik fisik biji [2], [13].

Waktu *roasting* yang lebih lama pada kondisi suhu relatif konstan menyebabkan penguapan air semakin besar dan warna biji semakin gelap [5], [10]. Dalam penelitian ini, waktu 60 menit digunakan sebagai kelompok *light roast*, 90 menit sebagai *medium roast*, dan 120 menit sebagai *dark roast*.

### Pengaruh Putaran Drum terhadap Distribusi Panas

Putaran drum menyebabkan biji kopi terus mengalami perpindahan posisi, pengangkatan, jatuh, dan kontak dengan dinding drum. Pergerakan tersebut memengaruhi pola pencampuran dan distribusi paparan panas pada biji selama proses *roasting* [1], [4]. Pada RPM rendah, frekuensi pembalikan posisi lebih kecil sehingga sebagian biji dapat menerima paparan panas lebih lama. Peningkatan RPM meningkatkan frekuensi perpindahan posisi dan berpotensi meningkatkan pemerataan paparan panas [1], [6]. Namun, putaran yang terlalu tinggi dapat menurunkan efektivitas pengadukan akibat kecenderungan partikel mengikuti dinding drum [1], [11].

### Keseragaman Warna

Keseragaman warna merupakan salah satu indikator distribusi panas dan tingkat kematangan biji dalam satu *batch* [2], [10]. Analisis dilakukan dengan mengubah citra RGB menjadi *grayscale* menggunakan persamaan:

$$G = 0{,}299R + 0{,}587G + 0{,}114B$$

Selanjutnya, tingkat keseragaman dihitung dengan:

$$K = (1 - \sigma/\mu) \times 100\%$$

dengan **K** sebagai tingkat keseragaman, $\sigma$ sebagai standar deviasi nilai *grayscale*, dan $\mu$ sebagai nilai rata-rata *grayscale*. Semakin tinggi nilai K, semakin seragam warna biji kopi.

### Kadar Air

*ISSN 2775-5630*

Kadar air merupakan parameter penting dalam menentukan mutu dan ketahanan simpan kopi sangrai [9]. Selama proses *roasting*, kadar air biji mengalami penurunan akibat penguapan yang dipengaruhi oleh kondisi pemanasan dan lama proses [5], [7]. Dalam penelitian ini, kadar air dianalisis melalui metode AOAC menggunakan pengeringan oven pada suhu 105 °C hingga massa konstan [3]. Batas kadar air maksimum yang digunakan sebagai acuan adalah 5%.

**Motor DC Penggerak Drum**

Motor DC digunakan sebagai penggerak karena memiliki kemampuan pengaturan kecepatan yang fleksibel. Dalam penelitian ini digunakan motor listrik DC 25 watt yang memungkinkan drum dioperasikan pada 10, 20, dan 30 RPM. Nilai daya motor dan variasi RPM tersebut merupakan spesifikasi, Kestabilan putaran menjadi faktor penting karena menentukan pola pergerakan biji dan distribusi panas selama *roasting* [1], [6], [8].

## METODE

Penelitian menggunakan metode eksperimen untuk mengetahui hubungan antara variasi kecepatan putaran drum dan waktu roasting terhadap kualitas biji kopi sangrai.

Mesin yang digunakan merupakan mesin roasting tipe drum dengan sistem pemanas LPG dan penggerak motor listrik DC 25 watt. Drum berbahan stainless steel memiliki diameter sekitar 32 cm dengan kapasitas 1–5 kg per batch. Motor terhubung ke drum melalui sistem puli dan sabuk, sedangkan suhu proses dipantau menggunakan termokopel.

.



Gambar 1: Mesin Roasting Kopi

*ISSN 2775-5630*

Variabel perlakuan terdiri atas:

| No | **Parameter** | **Variasi** |
|---|---|---|
| 1. | Waktu roasting | 60, 90, 120 menit |
| 2. | Kecepatan drum | 10, 20, 30 RPM |
| 3. | Daya motor | 25 watt |
| 4. | Bahan | Kopi Robusta green bean |
| 5. | Massa per batch | 1 kg |
| 6. | Suhu operasi | 200–240°C |
| 7. | Parameter kualitas | Keseragaman warna dan kadar air |

Dengan tiga variasi waktu dan tiga variasi RPM diperoleh sembilan kombinasi perlakuan.

Kadar air diperoleh dari analisis proksimat Laboratorium Pakan Ternak UPVETAP Universitas Airlangga dengan metode AOAC. Data kemudian dibandingkan dengan persyaratan SNI 01-3542-2004.

Analisis keseragaman warna dilakukan dengan mengambil tiga foto setiap sampel pada posisi berbeda. Citra dikonversi menjadi grayscale, kemudian dipilih Region of Interest (ROI), dibaca 10.000 piksel, dan dihitung nilai rata-rata serta standar deviasinya. Nilai keseragaman selanjutnya dihitung menggunakan persamaan $K = (1 - \sigma/\mu) \times 100\%$.

Penentuan kondisi optimal dilakukan menggunakan tiga kriteria, yaitu keseragaman warna tertinggi, kadar air memenuhi SNI, dan kadar air berada pada rentang yang dianggap aman untuk kualitas produk.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengujian Roasting

Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan waktu roasting menghasilkan perubahan tingkat kematangan dari light roast, medium roast, hingga dark roast. Pada 60 menit warna biji berada pada kategori coklat muda, 90 menit menghasilkan warna coklat sedang, sedangkan 120 menit menghasilkan warna coklat tua hingga gelap.

Pada 60 menit, sampel 10 RPM menghasilkan warna coklat muda yang belum sepenuhnya merata dengan penyusutan berat 14,2%, sedangkan 20 RPM menghasilkan warna yang lebih merata dengan penyusutan 13,8%.

### Pengaruh RPM terhadap Keseragaman Warna

Hasil analisis menunjukkan bahwa tidak terdapat satu nilai RPM yang selalu menghasilkan keseragaman tertinggi pada seluruh tingkat roasting. Pengaruh RPM bergantung pada interaksi dengan waktu roasting.

Pada **light roast 60 menit**, keseragaman tertinggi diperoleh pada **10 RPM sebesar 57,57%**. Nilai pada 20 RPM mencapai 57,53%, sedangkan 30 RPM sebesar 54,34%.

Pada **medium roast 90 menit**, kondisi terbaik diperoleh pada **20 RPM sebesar 54,40%**, sedikit lebih tinggi dibandingkan 30 RPM sebesar 54,39% dan 10 RPM sebesar 53,30%.

Pada **dark roast 120 menit**, keseragaman tertinggi diperoleh pada **10 RPM sebesar 56,43%**. Sebaliknya, kombinasi 30 RPM dan 120 menit menghasilkan keseragaman terendah sebesar **45,19%**.

*ISSN 2775-5630*

Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan RPM tidak selalu meningkatkan keseragaman warna. Pada waktu roasting yang panjang, RPM tinggi justru dapat menyebabkan distribusi kematangan kurang seragam. Hal ini menunjukkan adanya interaksi antara durasi proses dan dinamika pergerakan biji di dalam drum.



a. Light Roast



b. Medium Roast



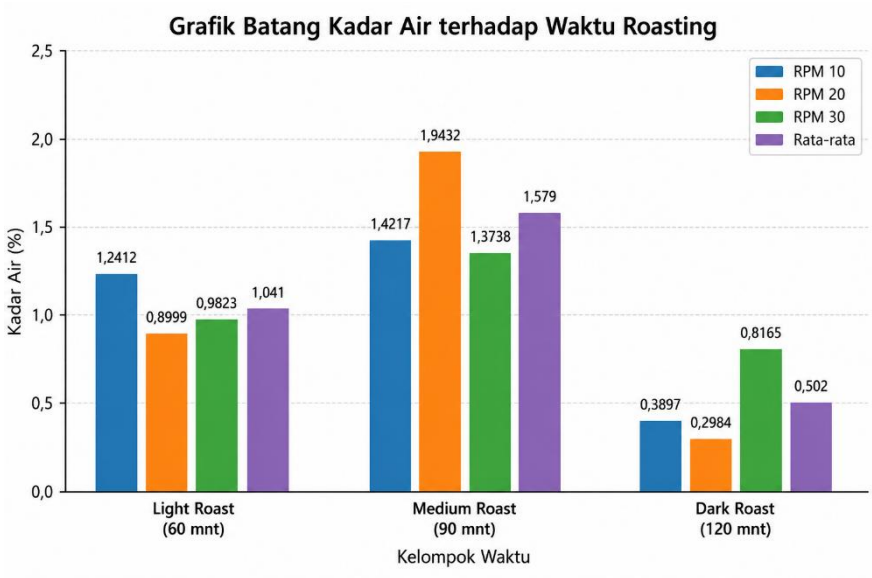
c. Dark Roast

**Pengaruh Waktu Roasting terhadap Kadar Air**

Hasil pengujian menunjukkan kecenderungan penurunan kadar air dengan bertambahnya waktu roasting. Rata-rata kadar air kelompok light roast 60 menit adalah **1,041%**, sedangkan kelompok dark roast 120 menit turun menjadi sekitar **0,502%**. Seluruh sembilan sampel memiliki kadar air di bawah batas maksimum 5% SNI 01-3542-2004.

Rentang kadar air seluruh sampel adalah **0,2984–1,9432%**. Nilai tertinggi diperoleh pada kombinasi 90 menit–20 RPM sebesar **1,9432%**, sedangkan nilai terendah diperoleh pada 120 menit–20 RPM sebesar **0,2984%**.

Variasi RPM tidak menunjukkan pola yang konsisten terhadap kadar air. Hal tersebut menunjukkan bahwa dibandingkan RPM, waktu roasting dan kondisi suhu aktual lebih dominan dalam menentukan pengurangan kadar air.




Gambar 2: Grafik Batang Kadar Air Terhadap Waktu Roasting Kopi

*ISSN 2775-5630*

**Penentuan Kondisi Optimal**

Evaluasi kondisi optimal dilakukan dengan mempertimbangkan keseragaman warna dan kadar air secara bersamaan. Hasil evaluasi menunjukkan:

| Tingkat Roasting | Waktu | RPM | Keseragaman | Kadar Air |
|---|---|---|---|---|
| Light roast | 60 menit | 10 | 57,57% | 1,2412% |
| Light roast | 60 menit | 20 | 57,53% | 0,8999% |
| Medium roast | 90 menit | 20 | 54,40% | 1,9432% |
| Dark roast | 120 menit | 10 | 56,43% | 0,3897% |

Kondisi **60 menit–10 RPM** merupakan pilihan terbaik untuk light roast karena menghasilkan keseragaman tertinggi sebesar 57,57% dengan kadar air 1,2412%. Untuk medium roast, kondisi **90 menit–20 RPM** memberikan keseimbangan terbaik dengan keseragaman 54,40% dan kadar air 1,9432%.

Untuk dark roast, secara teknis 120 menit–10 RPM menghasilkan keseragaman tertinggi sebesar 56,43%. Namun kadar airnya hanya 0,3897%, sehingga perlu perhatian karena terlalu rendah untuk mempertahankan karakteristik produk secara optimal.

Temuan tersebut memperlihatkan bahwa kondisi optimal roasting tidak dapat ditentukan hanya berdasarkan RPM tertinggi atau waktu terlama. Parameter harus dipilih berdasarkan tingkat kematangan yang ditargetkan dan keseimbangan antara keseragaman warna serta kadar air.

## KESIMPULAN

Kecepatan putaran drum dan waktu roasting memengaruhi keseragaman warna secara kondisional**.** Keseragaman tertinggi diperoleh pada 60 menit–10 RPM sebesar 57,57%, sedangkan terendah pada 120 menit–30 RPM sebesar 45,19%. Semakin lama waktu roasting, kadar air biji kopi semakin rendah. Kadar air rata-rata turun dari 1,041% pada 60 menit menjadi 0,502% pada 120 menit, dan seluruh sampel masih memenuhi batas SNI 01-3542-2004. Kondisi optimal berdasarkan tingkat roasting adalah 60 menit–10 RPM untuk light roast, 90 menit–20 RPM untuk medium roast, dan 120 menit–10 RPM untuk dark roast. Namun, kadar air pada dark roast yang sangat rendah perlu diperhatikan. Penentuan parameter roasting sebaiknya berdasarkan data kuantitatif, sehingga proses dapat menghasilkan mutu warna dan kadar air yang lebih konsisten, terukur, dan dapat dikendalikan.

## DAFTAR PUSTAKA

[1] N. P. Dewi and I. Suryana, "Pengaruh profil roasting terhadap citarasa dan kualitas fisik kopi arabika dan robusta," *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, vol. 10, no. 1, pp. 33–41, 2022.
[2] T. Al-Shemmeri, D. J. Parker, R. Forster, and P. J. Fryer, "Investigation of coffee bean motion and mixing characteristics in a rotating drum roaster using Positron Emission Particle Tracking (PEPT)," *Powder Technology*, vol. 425, p. 118568, 2023.
[3] J. Bridgwater, "Mixing of powders and granular materials by mechanical means—A perspective," *Particuology*, vol. 10, no. 4, pp. 397–427, 2012.

[4] B. Dwiartomo, S. Nugroho, and A. Prasetyo, "Pengembangan prototipe drum roasting kopi tipe tangensial untuk meningkatkan homogenitas proses sangrai," *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, vol. 10, no. 3, pp. 287–296, 2021.
[5] A. Junaidi, "Kajian mesin sangrai kopi tipe tabung dan pengaruh kecepatan putaran terhadap mutu hasil sangrai," *Jurnal Mekanis*, vol. 13, no. 2, pp. 77–85, 2022.
[6] A. Suryadi, R. Firmansyah, and T. Hidayat, "Analisis distribusi temperatur pada drum roasting kopi menggunakan metode Computational Fluid Dynamics (CFD)," *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 19, no. 2, pp. 112–121, 2024.
[7] A. Thoriq, R. Yulianto, and D. Prasetyo, "Modifikasi dan evaluasi performa mesin roasting biji kopi tipe drum pada skala industri kecil," *Jurnal Teknologi Pertanian*, vol. 21, no. 1, pp. 65–74, 2020.
[8] A. Pakaya, M. Yusuf, and I. Rahman, "Analisis performa mesin roasting kopi tipe rotary cylinder skala laboratorium terhadap kualitas hasil sangrai," *Jurnal Teknologi Pertanian Indonesia*, vol. 30, no. 1, pp. 15–25, 2025.
[9] B. Nugroho and H. Setyawan, "Studi perubahan warna biji kopi selama proses roasting menggunakan metode analisis citra digital grayscale," *Jurnal Rekayasa Pangan*, vol. 12, no. 2, pp. 77–85, 2021.
[10] E. Anokye-Bempah, P. Silcock, and J. Birch, "Evaluation of coffee roasting profiles and color development using CIELAB color space analysis," *Food Research International*, vol. 189, p. 114875, 2025.
[11] D. Mahendra and Y. Firdaus, "Pengaruh kadar air terhadap kualitas dan ketahanan simpan biji kopi sangrai," *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, vol. 15, no. 1, pp. 41–49, 2022.
[12] Association of Official Analytical Chemists, *Official Methods of Analysis of AOAC International*, 18th ed. Gaithersburg, MD: AOAC International, 2005.
[13] Badan Standardisasi Nasional, *SNI 01-3542-2004: Kopi Bubuk*. Jakarta: BSN, 2004.
[14] J. M. Ottino and D. V. Khakhar, "Mixing and segregation of granular materials," *Annual Review of Fluid Mechanics*, vol. 32, no. 1, pp. 55–91, 2000.