



Mesin Penyangrai Biji Kopi Portabel dengan Tuas Pengaduk Vertikal

Portable Coffee Bean Roasting Machine with Vertical Stirring Lever

Yefsi Malrianti ¹, Zulnadi ¹, Yudistira ¹, Musdar Effy Djinis ¹, Fanny Yuliana Batubara ^{*,1},
Angga Defrian ¹, Fauzia Akbar ¹, Frisella Br Sinurat ¹

¹ Program Studi Teknologi Mekanisasi Pertanian, Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh,
Lima Puluh Kota, Indonesia

*Penulis Korespondensi

Email: fanny.yoeliana@gmail.com

Abstrak. Pengolahan biji kopi perlu memperhatikan berbagai aspek yang dapat menjaga kualitas biji kopi, seperti penyangraian. Aroma dan citarasa kopi yang baik dapat dihasilkan melalui tahapan penyangraian dengan menggunakan suhu yang tepat pada setiap tingkat penyangraian. Pengendalian suhu yang presisi dan konsistensi dalam proses penyangraian menjadi kunci untuk menghasilkan biji kopi berkualitas tinggi yang sesuai dengan preferensi konsumen. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen design. Penelitian ini bertujuan untuk membuat mesin sangrai kopi portabel yang mudah digunakan dan dibawa ke berbagai tempat. Mesin sangrai kopi portable memiliki dimensi yang meliputi panjang mesin 88 cm, lebar mesin 70 cm, dan tinggi mesin 146 cm. Uji kinerja yang dilakukan meliputi kapasitas mesin, kecepatan putar alat, kadar air, dan laju pengeringan. Kapasitas untuk produk light, medium, dan dark secara berturut-turut adalah sebesar 2 kg/jam, 1,33 kg/jam, dan 1 kg/jam. Mesin penyangrai kopi digerakkan oleh motor listrik berkekuatan 1 HP dengan putaran 1.400 RPM. Tuas pengaduk memiliki kecepatan putar 17,5 RPM, yang diperoleh dari pengurangan putaran dari motor listrik, dengan perbandingan pulley 4:8, dan peredam kecepatan 1:40. Kadar air untuk produk light, medium dan dark diperoleh sebesar 7%, 5%, dan 2%. Laju pengeringan produk light, medium dan dark diperoleh sebesar 1 %, 4 % dan 6 %. Hasil analisis ekonomi mesin sangrai kopi menunjukkan biaya tetap sebesar Rp. 1.502.989,2/tahun. Terdapat tiga biaya tidak tetap pada mesin ini yaitu produk light, produk medium, dan produk dark sebesar Rp. 17.297,5. Biaya pokok untuk produk light sebesar Rp. 25.118,43/jam, produk medium sebesar Rp. 27.839,6/jam, dan produk dark sebesar Rp. 32.434,48/jam. Sementara itu, BEP untuk produk light sebesar 336,8 kg/tahun, produk medium sebesar 245,30 kg/tahun, dan produk dark sebesar 208,56 kg/tahun.

Kata kunci: kopi, mesin, penyangraian, portabel.

Abstract. The processing of coffee beans needs to pay attention to various aspects that can maintain the quality of the coffee beans, such as roasting. The aroma and flavor of good coffee can be produced through the roasting stages by using the right temperature at each roasting level. Precise temperature control and consistency in the roasting process are key to producing high-quality coffee beans that meet consumer preferences. This research is an experimental design study. This research aims to create a portable coffee roasting machine that is easy to use and transport to various locations. The portable coffee roasting machine has dimensions including a machine length of 88 cm, a machine width of 70 cm, and a machine height of 146 cm. The performance tests conducted include machine capacity, tool rotation speed, moisture content, and

drying rate. The capacity for light, medium, and dark products is 2 kg/hour, 1.33 kg/hour, and 1 kg/hour, respectively. The coffee roasting machine is powered by a 1 HP electric motor with a rotation speed of 1,400 RPM. The stirring lever has a rotational speed of 17.5 RPM, which is obtained by reducing the motor's rotation, with a pulley ratio of 4:8 and a speed reducer of 1:40. The moisture content for light, medium, and dark products is obtained at 7%, 5%, and 2%, respectively. The drying rates of light, medium, and dark products were obtained at 1%, 4%, and 6%. The economic analysis of the coffee roasting machine shows a fixed cost of Rp. 1,502,989.2/year. There are three variable costs for this machine, namely light product, medium product, and dark product, amounting to Rp. 17,297.5. The basic cost for the light product is Rp. 25,118.43/hour, the medium product is Rp. 27,839.6/hour, and the dark product is Rp. 32,434.48/hour. Meanwhile, the BEP for the light product is 336.8 kg/year, the medium product is 245.30 kg/year, and the dark product is 208.56 kg/year.

Keywords: coffee, machine, roasting, portable.

1. Pendahuluan

Kopi (*Coffea sp.*) adalah salah satu komoditas perkebunan terpenting di Indonesia. Kopi juga merupakan salah satu komoditas ekspor Indonesia. Kopi dikenal oleh beberapa kelompok, umumnya kopi yang paling banyak dibudidayakan adalah kopi Arabika, Robusta, dan Liberika (Lubis *et al.*, 2024). Kopi merupakan salah satu komoditas prioritas Indonesia untuk pengembangan pangan dan pertanian (Fadhil & Nurba, 2019). Indonesia merupakan salah satu produsen kopi terbesar dengan total produksi mencapai 11.950 dalam seribu kantong (60 kg per kantong), yang merupakan terbesar kedua setelah Vietnam di Asia dan Oseania (International Coffee Organization (ICO), 2022). Kopi arabika (*Coffea arabica* L.) dan kopi robusta (*Coffea canephora* P.) merupakan dua spesies kopi komersial yang paling penting secara ekonomi (Ameyu, 2016).

Tahap penyangraian menjadi tahap yang paling penting dan harus dikontrol dengan baik agar tidak terjadi penyangraian yang berlebihan yang dapat mengubah kualitas rasa kopi (Esquivel *et al.*, 2012). Biji kopi disangrai untuk mengeluarkan aroma dan rasanya yang unik (Okamura *et al.*, 2021). Pengolahan pra dan pasca panen merupakan salah satu faktor yang dapat memengaruhi kualitas fisik biji kopi hijau dan biji kopi sangrai. Salah satu proses terpenting dalam memproduksi minuman kopi adalah tahap penyangraian (Ameyu, 2016). Penyangraian kopi adalah proses perpindahan panas yang kompleks, di mana biji kopi mengalami penurunan berat badan yang stabil, peningkatan volume dan penurunan densitas selama proses penyangraian (Aliah *et al.*, 2015). Penyangraian dapat mengeluarkan cita rasa kopi yang terkunci di dalam biji kopi (Ayu *et al.*, 2024; Harsawardana *et al.*, 2020).

Saat ini, banyak peneliti yang menjadikan proses penyangraian sebagai pertimbangan utama. Telah banyak pula alat penyangrai yang dikembangkan baik dalam skala kecil maupun skala industri dengan kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Rancang bangun mesin penyangrai

kopi bertenaga listrik dengan kapasitas penyangraian 25 kg juga telah dilakukan ([Ogunjirin *et al.*, 2020](#)). Pada penelitian ini akan dilakukan perancangan dan pembuatan alat sangrai biji kopi portable dengan tuas pengaduk vertical. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk memudahkan pengguna dalam melakukan penyangraian kopi menggunakan mesin yang mudah dibawa dan dioperasikan.

2. Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Logam, Kayu, dan Beton, Program Studi Teknologi Mekanisasi Pertanian, Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh. Alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan mesin sangrai kopi ini adalah tachometer, thermometer, meteran, jangka sorong merek Mitutoyo, timbangan. Adapun bahan yang digunakan di antaranya besi 3 cm x 3 cm, elektroda merek Enka, mata gerinda, katrol, baut, mur, ring, pipa stainless steel, bearing, tabung gas, alat pres, telenan dan per tekan.

Tahapan pelaksanaan pembuatan mesin sangrai kopi dimulai dari proses identifikasi masalah yang ada pada penyangraian kopi. Pada tahap ini dilakukan observasi dan studi literasi terhadap metode penyangraian kopi. Setelah mengetahui kelemahannya, kemudian dibuat konsep ide dan rancangan yang disempurnakan dalam bentuk desain mesin. Kemudian dilakukan pembuatan komponen-komponen sesuai dengan gambar desain dan kemudian dirakit. Setelah itu dilakukan uji fungsional dan uji kinerja.

Uji fungsional bertujuan untuk mengetahui fungsi dari setiap komponen berfungsi dengan baik atau tidak, seperti motor listrik, bearing, speed reducer, tuas pengaduk, dan sumber panas. Jika semua komponen berjalan dengan baik maka mesin dapat digunakan, jika ada komponen yang tidak berjalan dengan baik maka dilakukan modifikasi atau perbaikan. Tujuan dari uji kinerja mesin ini adalah untuk mendapatkan laporan tentang kinerja mesin yang dibuat. Uji kinerja mesin dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif, dengan parameter yang diamati pada proses pengujian kinerja ini adalah sebagai berikut: kapasitas mesin, kecepatan putar alat, kadar air, dan laju pengeringan.

- Kapasitas Kinerja Mesin :

Menurut ([Melly *et al.*, 2023](#)), analisa kinerja mesin merupakan salah satu unsur dalam kinerja ekonomi suatu mesin yang dapat menunjukkan kemampuan suatu mesin dalam waktu dan luas lahan tertentu. Analisa kinerja mesin dapat dilakukan dengan menghitung kapasitas kerja mesin.

$$C = \frac{Bc}{t}$$

$$\%Btp = \frac{Btp}{Bt} \times 100\%$$
(1)

Keterangan :

C = Kapasitas kinerja mesin penyangraian kopi (kg /jam)
 Bp = Berat kopi yang telah disangrai (kg)
 t = Lama Penyangraian (jam)
 Btp = Berat bahan tidak tersangrai (kg)
 Bt = Berat bahan keseluruhan (kg)

- Kecepatan Putar Alat:

$$\frac{\mu_1}{\mu_2} = \frac{D_2}{D_1} \quad (2)$$

Keterangan :

μ_1 = Kecepatan putar *pulley* 1 (Rpm)
 μ_2 = Kecepatan putar *pulley* 2 (Rpm)
 D1 = Diameter *pulley* 1 (Inch)
 D2 = Diameter *pulley* 2 (Inch)

- Kadar Air ([Assosiation Official Analysis Chemist, 1995](#))

$$KA = \frac{(W_1 - W_2)}{W_1 - W_0} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan :

KA = kadar air
 W_0 = berat cawan kosong
 W_1 = berat cawan + sampel awal (sebelum pemanasan dalam oven)
 W_2 = berat cawan + sampel akhir (setelah pendinginan dalam desikator)

- Laju Penyangraian

$$LP = \frac{mi - nf}{t} \times 100\% \quad (4)$$

Keterangan:

LP = laju penyangraian
 mi = kadar air kopi sebelum disangrai
 nf = kadar air kopi setelah disangrai
 t = waktu

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Perancangan Mesin Penyangrai Biji Kopi Portable

Mesin penyangrai biji kopi terdiri dari beberapa komponen seperti [Gambar 1](#).

1. Rangka

Rangka mesin penyangrai kopi dengan ukuran panjang 88 cm × 70 cm × 118 cm.

2. Bearing dan Poros

Bearing yang digunakan adalah bearing UCP tipe 205 dengan diameter 1 inch sebanyak 1 buah, dan poros yang digunakan berbahan dasar besi berdiameter 1 inch dengan panjang 32 cm.

3. Rangka Kepala

Rangka kepala penyangrai kopi dengan ukuran panjang 65 cm x lebar 50 cm x tinggi 28 cm.

4. Pulley dan V-Belt

Pada mesin penyangrai kopi ini menggunakan 2 buah pulley yang saling terkoneksi dengan menggunakan 1 buah belt, yaitu pulley berdiameter 4 inci, 8 inci. Pulley 4 inci terhubung dengan pulley 8 inci.

5. Motor Listrik

Sumber tenaga dari mesin ini berasal dari motor listrik 1 HP dengan kecepatan 1400 RPM.

6. Tuas Pengaduk

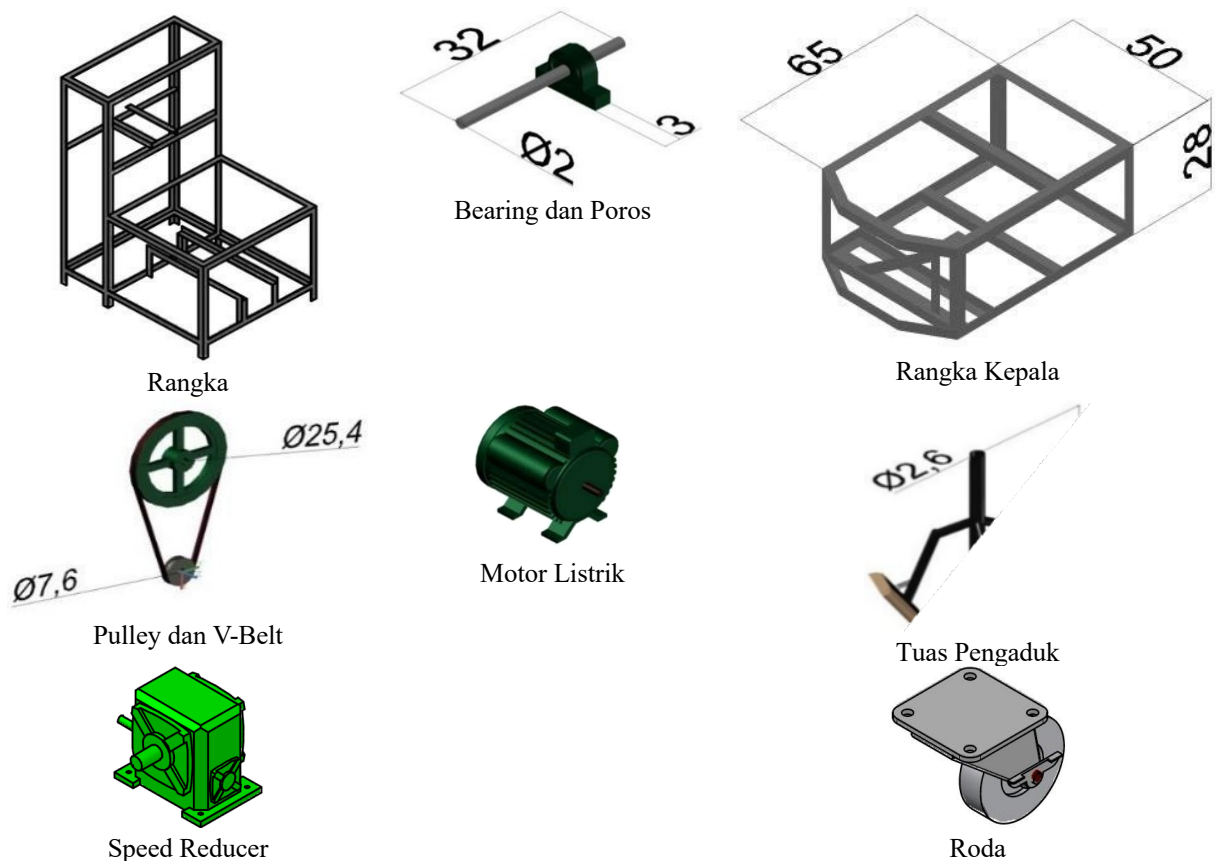
Tuas pengaduk ini terdiri dari 3 tuas pengaduk dengan panjang 28 cm diameter poros 2,6 cm.

7. Speed Reducer

Perbandingan yang dipakai di *speed reducer* adalah 1: 40.

8. Roda

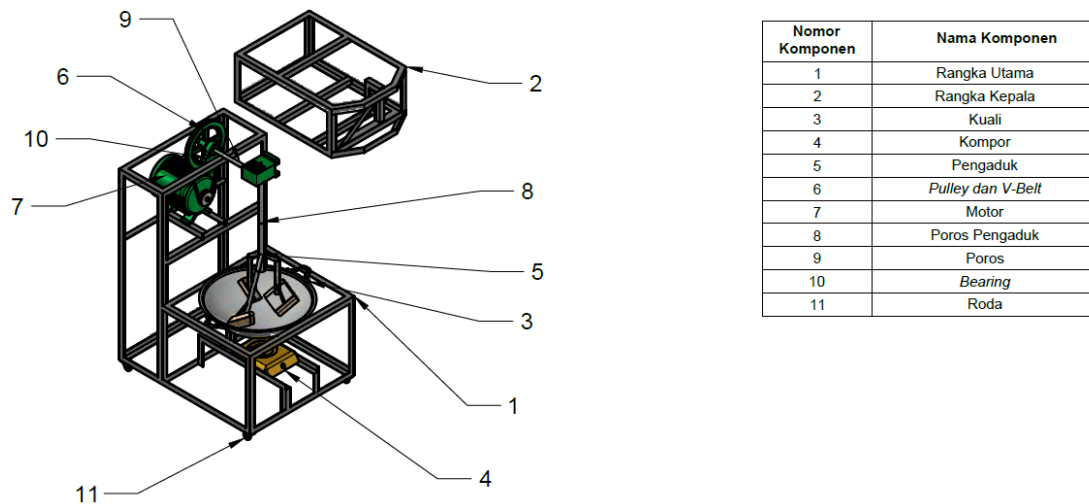
Terdiri dari 4 sisi, untuk mobilitas alat agar mudah dipindah atau dibawa.



Gambar 1. Komponen Penyusun Mesin Penyangrai Kopi

3.2 Perakitan Komponen

Setelah pembuatan semua komponen rancang bangun mesin penyangrai kopi selesai, maka langkah selanjutnya adalah perakitan semua komponen mulai dari awal sampai akhir, seperti [Gambar 2](#) dan [Gambar 3](#).



Gambar 2. Desain Perakitan Komponen Mesin



Gambar 3. Mesin Penyangrai Kopi

Berdasarkan hasil penelitian, spesifikasi mesin penyangrai kopi portable dapat dilihat pada [Tabel 1](#). Langkah-langkah kerja untuk pengoperasian mesin penyangrai kopi adalah sebagai berikut: (1) Bahan yang akan disangrai disiapkan dan ditimbang sebanyak 2 kg; (2) Semua komponen dipastikan berfungsi dengan baik; (3) Listrik atau sumber arus dipastikan terhubung; (4) Kompor dinyalakan; (5) Motor Listrik dihidupkan; (6) Semua poros pengaduk dipastikan berputar dengan baik; (7) Dimasukkan bahan yang akan disangrai; dan (8) Proses penyangraian berjalan.

Tabel 1. Spesifikasi Mesin Penyangrai Kopi

Komponen	Ukuran
Panjang Mesin Penyangrai	88 cm
Lebar Mesin	70 cm
Tinggi Mesin	146 cm
Diameter Kual	56 cm
Diameter Poros Pengaduk	1 inchi
Diameter Poros	1 inchi
Pulley Motor Listrik	4 inchi
Pulley Poros	8 inchi
Daya Motor Listrik	1 HP
Kecepatan Putar Motor	1400 RPM

3.3 Uji Kinerja Mesin

Pengujian mesin penyangrai kopi portable ini dilakukan dengan 3 perlakuan. Perlakuan pertama menggunakan bahan sebanyak 2 kg untuk mendapatkan produk light, perlakuan kedua untuk mendapatkan produk medium, dan perlakuan ketiga untuk mendapatkan produk dark. Pengujian lainnya menunjukkan bahwa mesin penyangrai 1 kg sampel green bean pada tingkat penyangraian light dengan waktu rata-rata 13,2 menit dan konsumsi energi 4708,92 kJ. Pada jumlah sampel yang sama, mesin penyangrai dapat bekerja dengan baik untuk target tingkat penyangraian medium dengan waktu rata-rata 16,9 menit dan konsumsi energi 4708,92 kJ. Sedangkan untuk target dark, alat penyangrai membutuhkan waktu rata-rata 28,59 menit dan mengonsumsi energi 9417,85 kJ (Radi *et al.*, 2019). Mesin penyangraian mencapai suhu 200, 250 dan 300 °C dalam waktu 5, 7 dan 10 menit (Ogunjirin *et al.*, 2020). Adapun analisa kinerja penyangrai kopi portable adalah sebagai berikut :

➤ Kapasitas Penyangraian

Adapun hasil uji kapasitas penyangraian biji kopi menggunakan mesin penyangrai dapat di lihat pada Tabel 2. Kapasitas penyangraian didapatkan dari hasil berat bahan dibandingkan dengan waktu yang dibutuhkan mencapai produk yang diinginkan. Pada proses penyangraian kopi terdapat tiga tingkatan yaitu light roast, medium roast, dan dark roast, dan setiap tingkatan memiliki pasarnya masing-masing. Suhu dan waktu penyangraian yang digunakan untuk mendapatkan tingkatan tersebut juga berbeda. Suhu yang dicapai untuk menghasilkan produk light, medium dan dark pada penelitian ini adalah 160 – 180 °C, 180 – 200 °C, dan 200 – 250 °C. Penelitian lain pada tingkat light roast dapat digunakan suhu 190-195°C, kemudian pada tingkat medium roast suhu yang digunakan berkisar antara 200-210°C dan pada tingkat dark roast suhu yang digunakan di atas 210 °C (Ayu *et al.*, 2024).

Sampel yang disangrai menggunakan oven dengan pemanas langsung. Tiga tingkat penyangraian yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu light roast (159 -164°C), medium roast (211 - 215°C), dan dark roast (di atas 232°C) dengan menggunakan oven (Nabertherm) (Yusibani *et al.*, 2023). Penelitian lain menjelaskan bahwa mesin sangrai telah diuji untuk menyangrai sejumlah sampel pada suhu konstan 225°C dengan tiga target derajat sangrai, yaitu light, medium, dan dark (Radi *et al.*, 2019). Penelitian lain menunjukkan bahwa proses penyangraian kopi Situjuh dan Pasaman menggunakan temperatur roasting 191 – 200 °C (light), 201 – 210 °C (medium), dan 210 – 220 °C (dark) (Dwijatmoko *et al.*, 2024).

➤ Kecepatan Putar Mesin menggunakan (2).

Prinsip kerja dari mesin ini adalah melakukan penyangraian dengan menggunakan tuas pengaduk yang bekerja secara vertikal. Poros pengaduk mendapat tenaga putar dari motor listrik 1 Hp yang mempunyai kecepatan putar 1.400 RPM. Putaran dari motor listrik direduksi (diperlambat) menjadi 700 di poros. Dari poros diteruskan ke speed reducer dengan perbandingan 1:40, sehingga putaran pengaduk yang keluar dari speed reducer 17,5 RPM.

➤ Kadar Air

Kadar air pada kopi merupakan kondisi awal paling penting yang harus diatur untuk memastikan kualitas kopi tetap terjaga selama penyimpanan (Ferreira *et al.*, 2018). Selama proses penyangraian berlangsung, data yang di ukur adalah kadar air, suhu (panas), dan waktu untuk setiap produk yang dihasilkan. Berdasarkan penelitian, kadar air yang dihasilkan dari produk light, medium dan dark adalah 7%, 5% dan 2%. Kadar air biji kopi mentah sebelum penyangraian adalah 13% (Tabel 2) . Penelitian lain menunjukkan bahwa kadar air biji kopi pada produk light, medium dan dark sebesar 7,15; 4,07; dan 1,09% (Radi *et al.*, 2019), kadar air produk dark 3,17% (Situjuh), 1,44 % (Solok) (Dwijatmoko *et al.*, 2024).

Tabel 2. Hasil Uji Kinerja Mesin

No	Berat Sampel (kg)	Produk	Waktu (menit)	Suhu (°C)	Kadar Air (%)	Kapasitas (kg/jam)	Laju Penyangraian (%)
1	2 kg	Light	60	160 – 180	7%	2	1,0
2	2 kg	Medium	90	180 – 200	5%	1,33	4,0
3	2 kg	Dark	120	200 - 250	2%	1	6,0

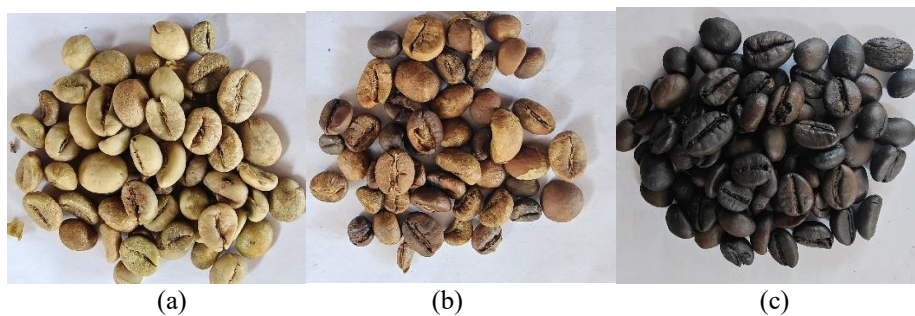
➤ Laju Penyangraian

Laju penyangraian adalah total massa air yang diuapkan selama proses penyangraian per satuan waktu. Waktu penyangraian (menit) 13,20; 16,90 dan 28,59 untuk kopi light,

medium, dan dark (Radi *et al.*, 2019). Adapun hasil uji kinerja mesin secara jelas dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 4.

Tabel 3. Analisis Ekonomi Mesin Penyangrai Kopi Portable

No	Komponen	Nilai (Rp)
1	Asumsi	
	- Biaya pembuatan mesin (Rp)	4.780.500
	- Harga jual mesin (Rp)	5.736.600
	- Umur ekonomis mesin (tahun)	5 tahun
	- Suku bunga (Rp)	12%
	- Jumlah jam kerja (jam/tahun)	2.920
	- Harga listrik (Rp/kwh)	1.075
	- Upah operator (Rp/hari)	80.000
	- Upah manual light (Rp/kg)	16.000
	- Upah manual medium (Rp/kg)	20.000
	- Upah manual dark (Rp/kg)	24.000
	- Jumlah operator (orang)	1
2	Kapasitas (kg/jam)	
	- light	2
	- Medium	1,33
	- Dark	1
3	Biaya penyusutan (Rp/tahun)	1.032.588
4	Bunga modal (Rp/tahun)	413.035,2
5	Biaya gudang (Rp/tahun)	57.366
7	Biaya listrik (Rp/jam)	
	- Light	2.418,75
	- Medium	2.687,5
	- Dark	3.117,5
8	Biaya Gas	
	- Light	2.926
	- Medium	3.960
	- Dark	4.180
9	Biaya tetap (Rp/tahun)	1.502.989,2
10	Biaya tidak tetap (Rp/tahun)	
	- Light	15.344,75
	- Medium	16.647,5
	- Dark	17.297,5
11	Biaya pokok (Rp/kg)	
	- Light	14.633,45
	- Medium	17.304,39
	- Dark	20.791,52
12	Break Event Point (kg/ tahun)	
	- Light	208,56
	- Medium	245,30
	- Dark	336,8



Gambar 4. (a) Light; (b) Medium; (c) Dark

3.4 Analisis Ekonomi

Analisis ekonomi telah dilakukan pada banyak pemanggang kopi lainnya ([Rahayuningtyas et al., 2024](#)). Hasil analisis ekonomi diperoleh NPV, IRR dan BCR berturut-turut adalah Rp 225, 363, 266; 21,6%; 5,18 ([Lubis et al., 2024](#)). Analisis ekonomi teknik digunakan untuk melihat kelayakan mesin sangrai kopi. Biaya yang dihitung pada mesin ini adalah biaya bahan, biaya sewa bengkel/alat, biaya tenaga kerja, dan jumlah total pembuatan mesin. Analisis biaya operasional mesin sangrai kopi portable dapat dilihat pada [Tabel 3](#).

4. Kesimpulan

Mesin penyangrai biji kopi portable dengan tuas pengaduk vertikal memiliki dimensi panjang 146 cm, lebar 70 cm dan tinggi 80 cm. Mesin ini dirancang dengan adanya roda untuk agar mudah dibawa dan dipindahkan. Hasil dari proses uji kinerja mesin sangrai kopi portable yaitu pengujian pertama menghasilkan produk light dengan kapasitas 2 kg/jam, kadar air 7%, dengan waktu 60 menit. Produk medium dengan kapasitas 1,33 kg, kadar air 5%, dengan waktu 90 menit. Produk dark kapasitas 1 kg, kadar air 2%, dengan waktu 120 menit. Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai produk dark dari medium adalah 30 menit, dan produk medium dari light juga 30 menit. Kecepatan putaran pengaduk setiap pengujian adalah 17,5 RPM dengan penggerak motor listrik 1 HP. Hasil analisis ekonomi mesin sangrai biji kopi portable menunjukkan biaya tetap sebesar Rp.1.502.989,2/tahun, biaya tidak tetap pada mesin ini ada tiga yaitu produk light, produk medium, dan produk dark Rp.17.297,5, biaya pokok untuk produk light Rp.25.118 43/jam, produk medium Rp.27.839,6/jam, produk dark Rp.32.434,48/jam dan BEP untuk produk light 208,56 kg/tahun, produk medium 245,30 kg/tahun, dan produk dark 336,8 kg/tahun.

Singkatan yang Digunakan

HP house power
RPM revolutions per minute

Pernyataan Ketersediaan Data

Data akan tersedia berdasarkan permintaan.

Kontribusi Para Penulis

Yefsi Malrianti: Konseptualisasi, Penulisan, Tinjauan dan penyuntingan. **Zulnadi:** Kurasi data, Validasi. **Yudistira:** Metodologi, Investigasi. **Musdar Effy Djinis:** Analisis formal, Pengawasan. **Fanny Yuliana Batubara:** Administrasi proyek. **Angga Defrian:** Finalisasi penulisan. **Fauzia Akbar:** Sumber daya. **Frisella Br Sinurat:** Penulisan draf awal.

Pernyataan Konflik Kepentingan

Para penulis naskah dengan judul Mesin Penyangrai Biji Kopi Portabel dengan Tuas Pengaduk Vertikal ini menyatakan tidak ada konflik kepentingan atau kepentingan yang bersaing.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini di dukung oleh DIPA Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh Anggaran tahun 2024. Ucapan terimakasih juga kami sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pengujian penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Aliah, A. M. N., Edzuan, A. M., & Diana, A. M. N. (2015). A Review of Quality Coffee Roasting Degree Evaluation. *Journal of Applied Science and Agriculture*, 10(7), 18–23. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/280627747_A_Review_of_Quality_Coffee_Roasting_Degree_Evaluation
- Ameyu, M. A. (2016). Physical Quality Analysis of Roasted Arabica Coffee Beans Subjected to Different Harvesting and Postharvest Processing Methods in Eastern Ethiopia. *Food Science and Quality Management*, 57(1). Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/312027151>
- Association Official Analysis Chemist. (1995). *Official Method of Analytical Chemist. AOAC International*. Washington DC.
- Ayu, P. C., Machrizailani, M. R., Rohanah, A., Sinamo, K. N., & Sebayang, N. U. W. (2024). Design of coffee roaster with controlled temperature system to maintain the sustainability of coffee roasting process. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1302(1). Institute of Physics. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1302/1/012116>
- Dwijatmoko, M. I., Fadri, R. A., Syahrul, S., Harni, M., & Muchrida, Y. (2024). The Effects of Different Roasting Degrees on Antioxidant of Coffee from West Sumatra. *Food ScienTech Journal*, 6(2), 135. <https://doi.org/10.33512/fsj.v6i2.25143>
- Esquivel, P., & Jiménez, V. M. (2012). Functional properties of coffee and coffee by-products. *Food Research International*, 46(2), 488–495. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.05.028>
- Fadhil, R., & Nurba, D. (2019). Comparison of Gayo Arabica coffee taste sensory scoring system between Eckenrode and Fuzzy-Eckenrode methods. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 365(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/365/1/012040>
- Harsawardana, Samodro, B., Mahesworo, B., Suparyanto, T., Atmaja, D. B. S., & Pardamean, B. (2020). Maintaining the Quality and Aroma of Coffee with Fuzzy Logic Coffee Roasting Machine. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 426(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/426/1/012148>
- International Coffee Organization (ICO). (2022, July 11). *Total Production by All Exporting Countries*.
- Lubis, A., Almaghfirah, S., Almanda, M., & Ratna. (2024). Performance Test, Noise, and Economic Analysis of Coffee Roasting Machines Rotating Cylinder. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1290(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1290/1/012024>
- Melly, S., A. I., Lubis, U. K., Anggita, W., Mahendra, H. M. A., & Guswanda, G. (2023). Rancang Bangun Mesin Pencacah Batang Pisang untuk Pakan Ternak. *Agroteknika*, 6(1), 115-126. <https://doi.org/10.55043/agroteknika.v6i1.209>

- Ogunjirin, O. A., Odeniyi, O. M., Olubo, A. S., Farounbi, A. J., Ola, O. A., & Adeleke, S. A. (2020). Design and construction of an electrically powered coffee roasting machine. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 445(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/445/1/012009>
- Okamura, M., Soga, M., Yamada, Y., Kobata, K., & Kaneda, D. (2021). Development and evaluation of roasting degree prediction model of coffee beans by machine learning. *Procedia Computer Science*, 192, 4602–4608. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.09.238>
- Radi, Purwantana, B., Alamsyah, R. P., & Prawira, H. D. (2019). Design of Portable Coffee Roaster for Home Industry. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 327(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/327/1/012019>
- Rahayuningtyas, A., Azizah, I. F., Witman, S., Hidayat, D. D., Rohzan, A. F., & Ikrawan, Y., & Ngatinem, N. (2024). Optimization of Fluid-Type Roasting Machine on Robusta Roasted Coffee Characteristics. *Journal of Applied Agricultural Science and Technology*, 8(3), 359–374. <https://doi.org/10.55043/jaast.v8i3.282>
- Yusibani, E., Ikramullah, I., Yufita, E., Jalil, Z., & Suhendi, E. (2023). The Effect of Temperature and Roasting Time on The Physical Properties of Arabica and Robusta Gayo Coffee Bean. *Journal of Applied Agricultural Science and Technology*, 7(2), 100–108. <https://doi.org/10.55043/jaast.v7i2.75>