

Perancangan Drum Tangensial Mesin Roasting Kopi Kapasitas 3 Kilogram Menggunakan Agitator Coaxial Blade

Agung Ramadhan^{1,*}, Djoko Hari Praswanto¹

¹ Program Studi Teknik Mesin S1 Institut Teknologi Nasional Malang

Kata kunci

Mesin roasting
Drum Tangensial
Tingkat kematangan kopi

ABSTRAK

Mesin roasting adalah mesin yang dibuat untuk membantu proses memasak biji kopi mentah menjadi kopi matang. Mesin ini menggunakan sistem transmisi sebagai sumber tenaga untuk menggerakkan poros drum sehingga menghemat tenaga dan waktu pengolahan. Tujuan perancangan adalah untuk mendapatkan aroma dan rasa kopi tertentu, roasting melibatkan perpindahan panas konduksi pada mesin roasting dan konveksi pada biji kopi yang menyebabkan kopi matang secara merata. Tipe drum mesin roasting ada dua yaitu tipe rotary dan tangensial. Pada penelitian ini menggunakan drum tipe tangensial berdiameter 300 mm serta menggunakan 3 buah blade pengaduk. Penelitian ini bertujuan untuk merancang drum tangensial dengan agitator coaxial yang dapat menyangrai biji kopi di dalam drum Skala UMKM dan dilakukan perbandingan dengan drum rotary serta untuk mengetahui tingkat kematangan kopi menggunakan tipe drum tangensial. Hasil dari penelitian ini adalah perbandingan antara mesin roasting kopi dengan menggunakan rotari drum dan tangensial drum mendekati persamaan hasil tingkat kematangannya. Namun, drum tangensial jauh lebih unggul dari segi waktu untuk tingkat kematangannya yaitu hanya memerlukan waktu 15 menit dengan suhu konstan 50° celcius untuk mencapai tingkat kematangan medium roast. Sementara itu rotari drum memerlukan waktu 20 menit dengan suhu 100° celcius.

* **Corresponding author:**

Agung Ramadhan (email: ramadhanagung500@gmail.com)

Diterima: 9 September 2024

Disetujui: 22 September 2024

Dipublikasikan: 31 Oktober 2024

1 Pendahuluan

Mesin sangrai merupakan suatu mesin yang memindahkan energi panas baik tanpa media maupun dengan pasir ke biji kopi dengan kecepatan putar sesuai kebutuhan sehingga biji kopi matang dengan merata. Bagian utama mesin roasting kopi adalah drum, kopi dalam bentuk biji hijau ditempatkan pada drum kemudian diroasting atau dipanggang untuk hasil kematangan dan aroma yang diinginkan, maka membutuhkan proses perpindahan panas dimana terjadi secara konduksi dan konveksi di dalam drum dengan temperature yang diinginkan. [1].

Pada mesin roasting, ada dua jenis drum, pertama adalah drum rotari, yaitu dimana bilah drum berputar dengan drum. Kedua drum tangensial, dimana drum tidak bergerak, tetapi bilahnya berputar di dalam untuk mengaduk biji kopi. Jenis drum yang paling umum digunakan baik produksi mesin roasting import maupun dalam negeri adalah rotari drum. Drum tipe tangensial sangat jarang digunakan karena konstruksi drum dan blade cukup rumit dengan tingkat kepresisian tinggi untuk segi perancangan sehingga biayanya mahal. Mayoritas mesin coffee roasting dengan tipe tangensial lebih banyak digunakan industri besar berkapasitas 10 kg keatas. [1]

Sebagai solusi untuk mengatasi masalah diatas. Maka penelitian ini bertujuan melakukan perancangan drum tangensial kapasitas 3 kilogram yang kemudian akan di uji coba terhadap tingkat kematangan kopi, diharapkan dapat dikembangkan secara berlanjut dan diharapkan menjadi standart sehingga dapat memperbaiki kelemahan di mesin roasting kopi, sehingga berpotensi digunakan dalam UMKM.

2 Metode Penelitian

Tempat penelitian dilakukan di bengkel Las dan Konstruksi “Bapak Sugianto” yang berada di JL Segenggeng, Rt 11 Rw 03 Desa Wonokerso Kecamatan Pakisaji, Kabupaten Malang., dilakukan penelitian pada 2-4 juni 2024, dimana penelitian meliputi : uji fungsi alat, analisis dan pengumpulan data, pengolahan data

Drum tangensial yang direncanakan memiliki dimensi Panjang 300 mm dan diameter 300 mm.

- Luas Tabung

$$L = \pi \cdot r^2$$

$$L = 3,14 \times 15^2$$

$$= 706,5 \text{ cm}^2$$
 Dimana :
 $L = \text{luas tabung (cm}^2\text{)}$
 $\pi = \text{rasio rumus lingkaran (3,14)}$
 $r = \text{jari-jari tabung (cm)}$

- Volume tabung

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot t$$

$$V = 3,14 \cdot 15^2 \cdot 30$$

$$= 1497 \text{ cm}^3$$
 Dimana :
 $V = \text{volume tabung (cm}^3\text{)}$
 $\pi = \text{rasio rumus lingkaran}$
 $r = \text{Jari-jari (cm)}$
 $t = \text{tinggi (cm)}$

Dalam perancangan drum tangensial , perlu diperhatikan perancangan blade. Hal ini mencakup jarak blade, lebar blade dan bentuk blade karena akan mempengaruhi gerak perputaran biji kopi.

- Volume plat total :

$$V = V.\text{plat mixing} \cdot \text{jumlah plat}$$

$$V = 28 \text{ cm}^2 \cdot 3$$

$$= 84 \text{ cm}^2$$
- Volume kapasitas tabung berdasarkan densitas bahan :
 Jika berat jenis kopi adalah 0,68 kilogram dan kapastas mesin adalah 3 kilogram, maka :

$$v = \frac{3 \text{ kg}}{0,86 \text{ kg}}$$
- Sudut blade ,jika terdapat 3 blade maka :

$$S.\text{blade} = \frac{360^\circ}{\text{jumlah blade}} =$$

Perpindahan panas mesin roasting terjadi secara konveksi dan konduksi , maka perlu dihitung hambatan/tahanan thermal yaitu :

- Tahanan Thermal atas dan bawah

$$R_1 = \frac{L}{kA} = \frac{1}{0,28 \cdot 1750} = 0,00204 \text{ k/w}$$

$$R_2 = \frac{L}{kA} = \frac{1}{15,1 \cdot 706,5} = 0,000140 \text{ k/w}$$

$$R_3 = \frac{L}{kA} = \frac{1,5}{0,6 \cdot 24727,5} = 0,00010 \text{ k/w}$$

$$R_4 = \frac{L}{kA} = \frac{1}{15,1 \cdot 706,5} = 0,000140 \text{ k/w}$$

$$R_5 = \frac{L}{kA} = \frac{1}{0,28 \cdot 1750} = 0,00095 \text{ k/w}$$
 Karena rangkaian seri maka R_{total} adalah :

$$R_{\text{total}} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5$$

$$= 0,00204 + 0,000140 + 0,00010 + 0,000140 + 0,00095$$

$$= 0,00337 \text{ } k/w$$

- Laju Perpindahan Panas (7)

$$Q_{total} = \frac{(T_1 - T_5)}{R_{total}} = \frac{(50 - 28)}{0,00337} = 6528,19 \text{ watt}$$

- Tahanan Thermal Kiri dan kanan (8)

$$R_1 = \frac{L}{kA} = \frac{1}{15,1 \times 4710} = 2,109 \text{ } k/w$$

$$R_2 = \frac{L}{hA} = \frac{1,5}{0,6 \times 24727,5} = 0,00010 \text{ } k/w$$

Karena rangkaian seri maka R_{total} adalah :

$$R_{total} = R_1 + R_2 + R_3 = \quad (9)$$

$$= 2,109 + 0,00010 + 2,109$$

$$= 4,2181 \text{ } k/w$$

- Laju Perpindahan Panas (10)

$$Q_k = \frac{(T_0 - T_1)}{R_{total}} = \frac{(50 - 28)}{4,2181} = 5,21562 \text{ watt}$$

Penelitian ini menggunakan variabel bebas merupakan variabel yang tidak dipengaruhi variable lain yaitu waktu roasting 5 menit , 10 menit dan 15 menit. Sementara itu yang menjadi akibat dari pengaruh variable bebas adalah variable terikat yaitu Tingkat kematangan kopi. Variabel Terkontrol adalah variable yang dijaga konstan (tetap). Yaitu Menggunakan temperatur suhu 50o celcius dan Jenis kopi arabika.



Gambar 1 Mesin roasting kopi tipe drum tangensial

Sebelum pengujian , drum dipanaskan terlebih dahulu sampai pada suhu 49- 50° celcius. Suhu diukur menggunakan sensor thermocouple yang terpasang pada bagian depan hooper drum. Suhu set poin yang diinginkan yaitu 50° celcius dikarenakan jika suhu terlalu tinggi maka dikhawatirkan akan terjadi kegosongan/burnt.



Gambar 2 suhu drum tangensial

Kapasitas kopi yang diuji adalah 1 kg menggunakan jenis kopi arabica. Kecepatan putar pada motor penggerak adalah 18,9 rpm dengan menggunakan gear 10 : 36.



Gambar 4 rpm mesin



Gambar 5 kopi arabika 1 kg

3 Hasil dan Pembahasan

1. Pengujian 5 menit

Pada pengujian kopi 1 kg dengan waktu 5 menit dan suhu konstan 48-50° celcius didapatkan hasil kopi pada gambar berikut :



Gambar 6 pengujian 5 menit

Pada pengujian 5 menit didapatkan hasil warna kopi dominan *light roast* dengan 48% , *yellow stage* 41% dan *burnt* 11%. Pada pengujian 5 menit ini juga terjadi *first crack* . *first crack* adalah dimana momentum biji kopi hijau berkembang menuju kematangan dan kelembaban pada biji tersebut perlahan menguap hal ini ditandai dengan aroma penyangraian. pengujian waktu 5 menit biji kopi yang berat awal 1000 gram turun menjadi 960 gram.

2. Pengujian 10 menit



Gambar 7 pengujian 10 menit

Pada pengujian 10 menit didapatkan hasil warna kopi *light roast* dengan 53% , *yellow stage* 38% dan *burnt* 9%. Pada pengujian waktu 10 menit biji kopi yang berat awal 1000 gram turun menjadi 910 gram.

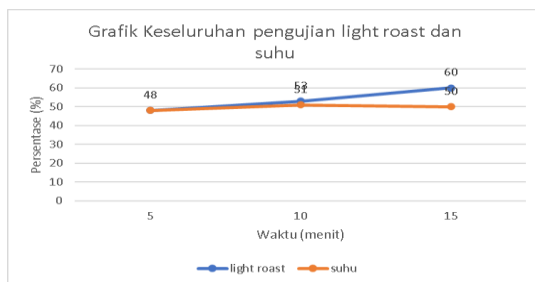
3. Pengujian 15 menit



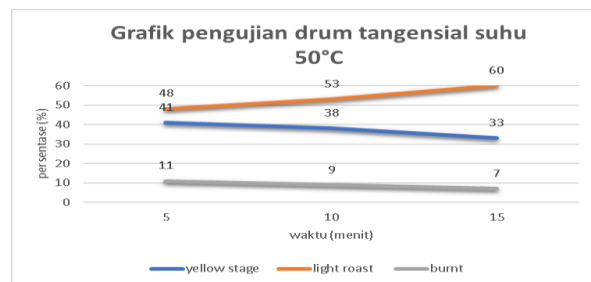
Gambar 8 pengujian 15 menit

Pada pengujian 15 menit didapatkan hasil kopi warna *light roast* dengan 60% , *yellow stage* 33% dan *burnt* 7%. Pada pengujian waktu 15 menit biji kopi yang berat awal 1000 gram turun menjadi 870

Hasil pengujian mesin *roasting* kopi dengan suhu 50°C menggunakan drum *tangensial* waktu pengujian 5 menit, 10 menit dan 15 menit dapat dilihat pada gambar grafik 4 dan 5.



Gambar 9 grafik keseluruhan pengujian light roast



Gambar 10 grafik keseluruhan pengujian



Gambar 11 grafik pengujian drum rotari

Table 1 Hasil pengujian

Berat biji kopi	Durasi (menit)	Warna kopi (%)		
		<i>Yellow stage</i>	<i>Light roast</i>	<i>burnt</i>
1 kg	5	41%	48%	11%
1 kg	10	38%	53%	9%
1 kg	15	33%	60%	7%

Dalam penelitian terdahulu yang dilakukan Muh Idris Nurdin, Nur Annisa Amnur dan Muhammad Ikhsan tahun 2022 Dalam penelitiannya yang berjudul pengembangan mesin penyangrai biji kopi tipe rotari, berkesimpulan bahwa proses penyangraian kopi dengan waktu 10 menit di suhu 100°C menggunakan mesin roasting tipe rotari kapasitas 3 kilogram menghasilkan biji kopi berwarna hijau terang atau dalam penyangraian disebut Light-medium; percobaan kedua menghasilkan biji kopi berwarna coklat terang selama 30 menit pada suhu 100 °C, dan percobaan ketiga menghasilkan biji kopi berwarna coklat terang selama 20 menit pada suhu 200 °C. Sistem kerja mesin menggunakan tabung baja tahan karat 1,2 mm dengan putaran tabung 6 rpm, suhu 200°C.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa perbandingan antara mesin *roasting* kopi dengan menggunakan *rotari* drum dan *tangensial* drum mendekati persamaan hasil tingkat kematangannya. Namun, drum *tangensial* jauh lebih unggul dari segi waktu untuk tingkat kematangannya yaitu hanya memerlukan waktu 15 menit dengan suhu konstan 50° celcius untuk mencapai tingkat kematangan *medium roast*. Sementara itu *rotari* drum memerlukan waktu 20 menit dengan suhu 100° celcius.

4 Kesimpulan

Dari pengujian yang dilakukan pada mesin *roasting* kopi kapasitas 3 kilogram menggunakan drum tipe *tangensial* ber-agitator coaxial blade dengan variasi waktu pengujian 5 menit, 10 menit dan 15 menit serta meninjau dari hasil pengolahan data dapat disimpulkan bahwa Drum tipe *tangensial* dan tipe rotari tidak jauh berbeda hasil pengujianya . masing-masing dari dua tipe drum ini mempunyai kekurangan dan kelebihan. Pada segi torsi dan putaran, drum *tangensial* jauh lebih unggul karena motor listrik hanya memutar blade dan poros pengaduk sehingga tidak dibutuhkan motor dengan torsi yang besar. Hasil warna biji kopi *burnt* dan *yellow stage* semakin berkurang seiring berjalanya waktu pengujian, sementara itu *light roast* mengalami kenaikan setiap variasi pengujian, hal ini menunjukkan bahwa tingkat kematangan dan distribusi panas semakin merata dan juga blade pengaduk dapat bekerja mengaduk biji kopi dengan baik.

5 Referensi

- [1] Bolo Dwiartomo, d. (2022). Perancangan Blade dan Pengembangan Prototipe Tangensial Drum Mesin Roasting Kopi. Jurnal Rekayasa Mesin, Vol. 17, 2-11.
- [2] Diana Rahmawati, d. (1 juli 2021). RANCANG BANGUN ALAT PENYANGRAI (ROASTING) KOPI OTOMATIS MENGGUNAKAN METODE FUZZY. Jurnal-Elektrik, Vol. 3,.
- [3] Fauzi, R. (2018). ANALISA PENGARUH PUTARAN PENGADUK DAN JENIS BIJI KOPI. Publikasi Online Mahasiswa Teknik Mesin, I, 19-25.
- [4] Hussein, T. F. (2022). Modifikasi Sirip Pengaduk pada Mesin Penyangrai Kopi Tipe Tabung . JURNAL ILMIAH MAHASISWA PERTANIAN.
- [5] Irawan Rusnadi, d. (2018). PROTOTIF ALAT PENYANGRAI KOPI TIPE ROTARI. Politeknik Negeri Sriwijaya, Jurnal Kinetika.
- [6] Muhammad Afandi, D. (2017). UJI BERBAGAI LEVEL KECEPATAN RPM PADA ALAT PENYANGRAI KOPI. J.Rekayasa Pangan dan Pertanian, 5.
- [7] Nur Annisa Amnur, d. (2022). PENGEMBANGAN MESIN PENYANGRAI BIJI KOPI . Jurnal Tematis (Teknologi, Manufaktur dan Industri).
- [8] Sofi'i, I. (2014). Rancangbangun Mesin Penyangrai Kopi dengan Pengaduk . Jurnal Ilmiah Teknik Pertanian, 34-39.

- [9] Yohanes Nugroho, D. (2023). RE-DESAIN SISTEM PENDINGINAN BIJI KOPI PADA BLOWER COOLANT TRAY. Jurnal Kajian Teknik Mesin, VIII, 14-17.