

# Analisa Penggunaan Exhaust Fan Pada Cerobong Asap Dalam Meningkatkan Efisiensi Mesin Penyangrai Biji Kopi

Aldrin<sup>1</sup>, Kallista Juniansyah<sup>2</sup>, Mietra Anggara<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Mesin, Universitas Teknologi Sumbawa, Sumbawa Besar, Indonesia

<sup>2</sup>Teknik Mesin, Universitas Teknologi Sumbawa, Sumbawa Besar, Indonesia

<sup>3</sup>Teknik Mesin, Universitas Teknologi Sumbawa, Sumbawa Besar, Indonesia

Email: [aldrin@uts.ac.id](mailto:aldrin@uts.ac.id)

## ABSTRAK

Proses pengolahan biji kopi pasca panen yang dilakukan di Kecamatan Batulanteh melalui proses penyangraian masih dilakukan secara tradisional. Hal ini menghambat produktivitas petani kopi karena penyangraian tradisional masih bergantung pada tenaga manusia. Oleh karena itu, dilakukan perancangan alat yang mampu memberikan kemudahan kepada petani dalam proses penyangraian. Penelitian ini berfokus pada modifikasi pada alat penyangrai biji kopi berbahan bakar LPG. Modifikasi bertujuan untuk memaksimalkan kadar air hasil penyangraian biji kopi. Modifikasi dilakukan dengan penambahan exhaust fan pada cerobong asap mesin penyangrai. Alat dan bahan dalam penelitian ini merujuk pada peralatan produksi yang digunakan untuk membuat mesin penyangrai serta alat ukur untuk mengukur hasil penyangraian yang berupa temperatur, durasi penyangraian, massa biji kopi serta massa bahan bakar sebelum dan sesudah proses penyangraian. Bahan yang digunakan adalah biji kopi robusta (Kadar Air 50%) pasca panen yang belum dikeringkan. Parameter analisis data pada penelitian ini adalah, berat awal dan akhir biji kopi, laju penyangraian, kalor penyangraian, dan efisiensi penyangraian. Hasil pengujian didapat dengan waktu pengeringan 20 menit dan temperatur sebagai variabel terkontrol sebesar 190 °C dan 200 °C, disertai perbandingan hasil penyangraian dengan menggunakan mesin penyangrai sebelum dan sesudah modifikasi *exhaust fan*. Penurunan kadar air biji kopi paling banyak terjadi pada kondisi penyangraian pada mesin dengan penambahan *exhaust fan* dengan temperatur 200°C dengan durasi selama 20 menit. Hasil penyangraian paling optimal ditunjukkan dengan kondisi penyangraian dengan menggunakan mesin penyangrai dengan penambahan *exhaust fan* pada perlakuan temperatur pengeringan sebesar 190 °C dengan nilai efisiensi sebesar 18,078% dan mampu menyisakan kadar air biji kopi hingga tersisa 11,03% sehingga memenuhi standar kering biji kopi yang ditandai dengan nilai kadar air maksimal 12,5%.

Kata kunci: modifikasi, *exhaust fan*, efisiensi penyangraian, kadar air

**Paper type** Research paper

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara produsen kopi keempat terbesar di dunia setelah Brazil, Vietnam, dan Kolombia. Sekitar 67% total produksi kopi Indonesia diekspor dan sisanya 33% untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri [8]. Salah satu daerah penghasil kopi di Indonesia ada di Kabupaten Sumbawa, tepatnya di Kecamatan Batulanteh dengan luas lahan sekitar 3.513,77 ha dan tingkat produksi setara 2.264,19 ton/tahun. Kecamatan Batulanteh ini sangat berpotensi sebagai daerah pengembangan usaha pengolahan kopi robusta [3]. Dalam rangka menunjang perkembangan sumber daya hasil pertanian di bidang agribisnis dan menunjang agro-industri, kopi merupakan salah satu komoditi yang berpotensi. Hal ini dapat dilihat dari meningkatnya permintaan terhadap produk olahan kopi berupa produk minuman yang sangat diminati oleh masyarakat. Industri minuman sebagai konsumen produk kopi yang menerapkan persyaratan mutu biji kopi yang ketat supaya produk olahannya aman untuk konsumsi. Biji kopi yang baik hanya dapat dihasilkan melalui penanganan hasil panen yang benar [12]. Hasil pengeringan biji kopi sesuai dengan ketetapan dari Badan Standarisasi Nasional adalah kadar air terukur sebesar maksimal 12,5% berdasarkan metode ISO 6673 [4].

Proses pengolahan biji kopi pasca panen yang dilakukan di Kecamatan Batulanteh melalui proses penyangraian masih dilakukan secara tradisional. Hal ini menghambat produktivitas petani kopi karena penyangraian tradisional masih bergantung pada tenaga manusia. Oleh karena itu, dilakukan perancangan alat yang mampu memberikan kemudahan kepada petani dalam proses penyangraian. Alat penyangrai ini melakukan proses penyangraian dengan metode rotari dengan panas yang bersumber dari gas LPG [13]. Kelemahan dari mesin tersebut adalah sistem pada cerobong pengeluaran asap (*exhaust*) tidak mampu menghisap kulit ari biji kopi yang terbakar pada ruang selinder penyangraian, hal ini berefek pada efisiensi dan kualitas penyangraian yang tidak merata. Untuk mengatasinya, dilakukan modifikasi berupa penambahan *exhaust fan* pada cerobong asap mesin penyangrai bijih kopi dengan tujuan meningkatkan kualitas hasil penyangraian dan efisiensinya.

## METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Alat dan bahan dalam penelitian ini merujuk pada peralatan produksi yang digunakan untuk membuat mesin penyangrai serta alat ukur untuk mengukur hasil penyangraian yang berupa temperatur, durasi penyangraian, massa biji kopi serta massa bahan bakar sebelum dan sesudah proses penyangraian. Bahan yang digunakan adalah biji kopi robusta (Kadar Air 50%) pasca panen yang belum dikeringkan.

### Variabel Penelitian

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah modifikasi berupa penambahan *exhaust fan* serta temperatur penyangraian (190 °C dan 200 °C), variabel terikat dalam penelitian ini adalah keluaran yang diinginkan yaitu berat kering biji kopi, konsumsi bahan bakar, kalor penyangraian, kalor pembakaran gas, dan efisiensi penyangraian. Sedangkan untuk variabel kontrol yaitu durasi penyangraian yang ditetapkan sama untuk semua kondisi penyangraian yaitu selama 20 menit.

### Prosedur Penelitian

Tahapan pertama dalam penelitian adalah perancangan dan produksi mesin penyangrai yang akan diuji. Mesin penyangrai biji kopi menggunakan rangka *hollow steel* dengan spesifikasi ukuran panjang 72 cm, lebar 60 cm, dan tinggi 60 cm. Silinder yang digunakan sebagai ruang pengering memiliki dimensi panjang 68 cm, diameter 50 cm dan menggunakan bahan besi plat strip dengan ketebalan 1,5 cm. Mesin ini digerakkan dengan motor listrik 0,25 HP pada putaran maksimum 1400 rpm. Sistem transmisi menggunakan *pulley* dan *v-belt* pada sistem transmisi tunggal satu kecepatan.

Untuk prosedur pengujian, proses penyangraian dilakukan dengan dua kondisi yaitu sebelum dan sesudah penambahan *exhaust fan*. Setiap kondisi divariasikan dengan temperatur 190 °C dan 200 °C. Massa biji kopi awal yang akan disangrai ditetapkan sama untuk semua proses yaitu sebesar 500 gram, durasi penyangraian berlaku sebagai variabel terkontrol dengan lama penyangraian sebesar 20 menit.

## PEMBAHASAN

### Persiapan Penyangraian

Proses penyangraian dilakukan pada dua mesin penyangrai yaitu sebelum, dan sesudah dilakukan modifikasi penambahan *exhaust fan*. Mesin penyangrai dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 1. (a) mesin penyangrai tanpa *exhaust fan*. (b) dengan *exhaust fan*

Tahap persiapan alat dan bahan untuk proses penyangraian dilakukan dengan menempatkan komponen-komponen alat ukur yang dibutuhkan untuk mengumpulkan data-data yang dibutuhkan, seperti temperatur, massa bahan, dan waktu pengujian. Biji kopi yang disangrai ditetapkan bermassa 500 gram, dengan kadar air basah sebanyak 50% massa total, sedangkan temperatur penyangraian divariasikan dengan nilai 190°C, dan 200°C, adapun untuk durasi penyangraian menjadi variabel kontrol dengan durasi tetap selama 20 menit. Sedangkan untuk data yang dikumpulkan adalah, berat kering biji kopi pasca proses penyangraian pada setiap variasi temperatur, serta total massa bahan bakar gas yang digunakan pada setiap percobaan proses penyangraian.

**Data Hasil Penyangraian**

Data yang terkumpul melalui proses pengukuran selama penyangraian adalah data berat kering biji kopi dan data berat awal dan berat akhir tabung gas setelah proses penyangraian, adapun data-data yang terkumpul disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 1. Data Massa Biji Kopi dan Konsumsi Gas

Kondisi Mesin Penyangraai	Temperatur (°C)	Massa Biji Kopi (gram)		Massa air awal (gram)	Massa Tabung Gas (Kilogram)	
		Awal	Akhir		Awal	Akhir
Dengan <i>Exhaust Fan</i>	190	500	281	250	8	6.72
	200	500	277	250	6.72	5.22
Tanpa <i>Exhaust Fan</i>	190	500	288	250	8	6.81
	200	500	284	250	6.81	5.25

Dari tabel diatas, dilakukan percobaan sebanyak dua kali untuk masing-masing mesin penyangraai dengan dan setelah penambahan exhaust fan, percobaan pertama dengan temperatur 190 °C sedangkan percobaan kedua dengan temperatur sebesar 200 °C. Durasi penyangraian ditetapkan sama untuk setiap percobaan yaitu sebesar 20 menit. Massa air awal ditentukan dengan catatan kadar air biji kopi basah yang dikeringkan sebanyak 50%. Hasil yang diperoleh adalah pengurangan massa biji kopi dan massa tabung gas yang dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Massa Air yang Diuapkan dan Konsumsi BB

Kondisi Mesin Penyangraai	Temperatur (°C)	Total Massa Air yang diuapkan (g)	Konsumsi Bahan Bakar (Kg)
Dengan <i>exhaust fan</i>	190	219	1.28
	200	223	1.5
Tanpa <i>exhaust fan</i>	190	212	1.19
	200	216	1.56

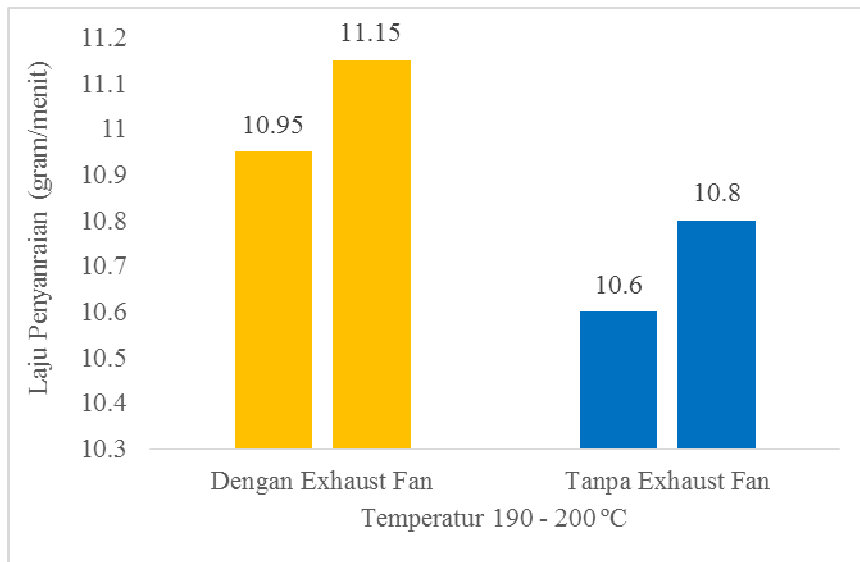
Dari tabel diatas, kondisi penyangraian yang menguapkan kadar air terbanyak dari biji kopi adalah penyangraian dengan penambahan exhaust fan dengan temperatur sebesar 200 °C, total massa air yang diuapkan adalah sebesar 223 gram dengan total konsumsi bahan bakar sebanyak 1.5 kg.

**Laju Penyangraian**

Laju penyangraian adalah total massa air yang diuapkan selama proses penyangraian per satuan waktu. Besarnya laju penyangraian dihitung dengan menggunakan rumus:

$$W_a = \frac{m_0 - m_1}{T_p} \dots\dots\dots (1)$$

Pada rumus tersebut, laju penyangraian didapat dengan mengurangi massa awal (*m0*) biji kopi dengan massa akhirnya (*m1*) untuk kemudian dibagikan dengan durasi penyangraian biji kopi (*Tp*) yaitu sebesar 20 menit. Laju penyangraian untuk setiap percobaan penyangraian biji kopi dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



Gambar 2. Laju Penyanraian

Dari grafik di atas, didapat nilai laju penyanraian tertinggi adalah penyanraian yang dilakukan dengan menggunakan mesin penyanrai dengan *exhaust fan* pada perlakuan temperatur 200 °C.

**Efisiensi Penyanraian**

Efisiensi penyanraian dihitung dengan terlebih dahulu mencari nilai kalor penyanraian ( $Q_p$ ) dan kalor pembakaran gas ( $Q_{pg}$ ). Nilai kalor penyanraian merujuk pada sejumlah kalor yang dilepas oleh biji kopi selama proses penyanraian, kalor penyanraian dicari dengan menggunakan persamaan berikut.

$$Q_p = m \times c_p \times (T^P - T^R) + (m1 - m2) \times (hfg) \dots\dots\dots (2)$$

Perhitungan kalor penyanraian dilakukan dengan mempertimbangkan variabel massa biji kopi yang disangrai ( $m$ ), kalor spesifik air ( $C_p$ ), selisih temperatur maksimum dan temperatur ruangan ( $T^P - T^R$ ), selisih massa awal dan massa akhir biji kopi setelah proses penyanraian ( $m1 - m2$ ) dan kalor laten biji kopi ( $hfg$ ). Untuk kalor spesifik air, didapatkan dengan menggunakan kalkulator properti spesifik air pada temperatur 190 °C dan 200 °C dalam kondisi isobarik, didapatkan nilai kalor spesifik air sebesar 4,45 J/g K dan 4,5 J/g K. Sedangkan kalor laten biji kopi ditetapkan sebesar 1,4 J/g K. Sedangkan untuk menghitung kalor pembakaran gas, dapat menggunakan persamaan berikut.

$$Q = m \times c \times \Delta T \dots\dots\dots (3)$$

Kalor pembakaran gas dihitung dengan memperhatikan variabel massa air yang diuapkan ( $m$ ), kalor jenis air ( $c$ ,  $kJ/kg \text{ } ^\circ C$ ), dan selisih temperatur maksimum terhadap temperatur penguapan air (100 °C). Hasil perhitungan kalor penyanraian dan kalor pembakaran gas dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

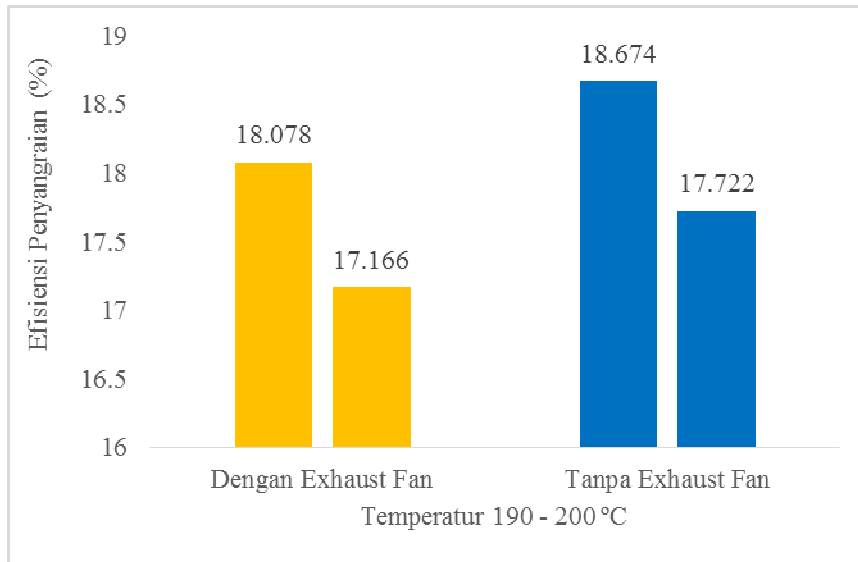
Tabel 3. Hasil Perhitungan Kalor Penyanraian dan Kalor Pembakaran Gas

Kondisi Mesin Penyanrai	Temperatur	Kalor Penyanraian	Kalor Pembakaran Gas
Dengan <i>exhaust fan</i>	190	356,3066	19.71
	200	382,8122	22.3
Tanpa <i>exhaust fan</i>	190	356,2968	19.08
	200	382,8024	21.6

Dari data pada tabel di atas, dilakukan perhitungan efisiensi penyangraian yang dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\eta_p = \frac{Q_p}{Q_{pa}} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

Hasil dari perhitungan efisiensi penyangraian dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



Gambar 3. Grafik Hasil Perhitungan Efisiensi Penyangraian

Dari grafik di atas, didapat hasil efisiensi penyangraian tertinggi adalah penyangraian dengan kondisi mesin penyangrai tanpa exhaust fan dan kondisi temperatur 190 °C. Pada kondisi ini, didapatkan hasil efisiensi penyangraian sebesar 18,674%. Hasil penyangraian dengan kondisi ini mampu mengurangi kadar air biji kopi dari 50% dan menyisakan 13,9%. Nilai kadar air sisa ini masih belum memenuhi kondisi standar kering biji kopi dengan kadar air maksimum 12,5%.

Tabel 4. Kadar Air Sisa Penyangraian

Kondisi Mesin Penyangrai	Temperatur (°C)	Kadar Air Sisa (%)
Dengan Exhaust Fan	190	11.03
	200	9.75
Tanpa Exhaust Fan	190	13.19
	200	11.97

Dari tabel di atas, dapat dilihat bahwa kondisi penyangraian dengan menggunakan mesin penyangrai dengan penambahan *exhaust fan* pada perlakuan temperatur pengeringan sebesar 190 °C memiliki efisiensi pengeringan yang tidak jauh berbeda yaitu sebesar 18,078%, tetapi kondisi ini mampu menyisakan kadar air biji kopi hingga tersisa 11,03% dan memenuhi standar kering biji kopi.

**KESIMPULAN**

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penurunan kadar air biji kopi paling banyak terjadi pada kondisi penyangraian pada mesin dengan penambahan *exhaust fan* dengan temperatur 200°C dengan durasi selama 20 menit.
2. Kondisi penyangraian dengan menggunakan mesin penyangrai dengan penambahan *exhaust fan* pada perlakuan temperatur pengeringan sebesar 190 °C memiliki efisiensi pengeringan yang paling optimal yaitu sebesar 18,078%,

karena kondisi ini mampu menyisakan kadar air biji kopi hingga tersisa 11,03% dan memenuhi standar kering biji kopi.

#### REFERENSI

- [1] Andi, K. . (2013). *Analisa Kompresibilitas Gas HHO sebagai Bahan Alternatif Sebagai Bahan Bakar Gas*. Universitas Mercu Buana .
- [2] Ariyanto, N. A., Usman, M. K., & Eng, M. (2019). Analisis Konsumsi Bahan Bakar Mesin Pengering Padi Mandiri. *Journal Mechanical Engineering*.
- [3] BPS.2013. *Sumbawa dalam angka*. (2013). Badan Pusat Statistik Kabupaten Sumbawa NTB.
- [4] BSN. Badan Standarisasi Nasional. (2017).SNI-012907-2008. *Syarat umum biji kopi*. Badan Standarisasi Nasional.Jakarta.
- [5] Ni Putu Ayu Purnamayanti, Ida Bagus Putu Gunadnya, Gede Arda (2017) Pengaruh Suhu dan Lama Penyangraian Terhadap Karakteristik Fisik dan Mutu Sensori Kopi Arabika. *Jurnal Beta (Biosistem dan Teknik Pertanian)*..
- [6] Nurba, D. (2010). “*Analisis Distribusi Suhu, Aliran Udara, RH, dan Kadar Air dalam In-Store Dryer (ISD) untuk Biji Jagung*”. Institut Pertanian Bogor..
- [7] Perkebunan, D. J.( 2014). *Statistik Perkebunan Indonesia: kopi 2013- 2015*. Kementerian Pertanian. Jakarta..
- [8] Pramono, C., K. Suharno, dan R. A. Putranto. (2018), “Pengaruh Waktu Grading terhadap Kualitas Biji Kopi Arabika,”.
- [9] Rince Alfia Fadri, Kesuma Sayuti, Novizar Nazir, Irfan Suliansyah. (2019) Review Proses Penyangraian Kopi Dan Terbentuknya Akrilamida Yang Berhubungan Dengan Kesehatan. *Jurnal of applied agricultural science and technology*.
- [10] Rahayoe, S., J. Lumbanbatu, dan W. K. J. Nugroho.(2009). Pengaruh Suhu dan Lama Penyangraian terhadap Sifat Fisik-Mekanis Biji Kopi Robusta. *Jurnal Penelitian*. Yogyakarta: UGM..
- [11] Rusnadi, I. (2018). Prototif Alat Penyangrai Kopi Tipe Rotari dilengkapi Pre-Heater. *KINETIKA*, 9(1), 20-25..
- [12] Santoso, D., S. Egra, “Pengaruh Metode Pengeringan Terhadap Karakteristik dan Sifat Organoleptik Biji Kopi Arabika (Coffeae Arabica) Dan Biji Kopi Robusta (Coffeae Cannephora),” *Rona Teknik Pertanian*, vol. 11, no. 2, hal. 50–56, Okt 2018, doi: 10.17969/rtp.v11i2.11726.
- [13] Sofi'i, Imam (2014) Rancang Bangun Mesin Penyangrai Kopi Dengan Pengaduk Berputar. *Jurnal TeknikPertanian*.
- [14] Sutarsi, Elisa Rosidah, Iwan Taruna. (2016). berdasarkan sipat fisik kimia menggunakan mesin penyangrai tipe rotari. *Prosiding seminar nasional APTA*.
- [15] Septiani (2016). Kadar Trigonelin dalam kipo arabika asal wamena, kabupaten jayawi jaya, papua, *jurnal elektronik*..
- [16] Solikatun, kartonotri derajat, dan dematoto argyo (2015). Prilaku Konsumsi Kopi Sebagai Budaya Masyarakat Konsumsi. *Jurnal Analisa Sosiologi* ..