

DISAIN PENGERING BIJI KOPI BERENERGI LIMBAH BIOMASSA PERTANIAN UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS BIJI KOPI

Christian Soolany^{1*}, Dhimas Oki Permata Aji¹

¹Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap, Indonesia

ABSTRAK

Kopi merupakan salah satu komoditas unggulan di Indonesia salah satunya di Desa Cilumping Kecamatan Wanareja Kabupaten Cilacap. Masyarakat disana menjadikan rata-rata menjadi petani kopi sebagai sumber mata pencaharian. Kopi yang ditanaman oleh masyarakat Desa Cilumping adalah jenis kopi robusta. Kapasitas produksi biji kopi bisa mencapai 100 ton ketika musim panen tiba. Namun sarana produksi pasca panen yang dimiliki oleh kelompok tani masih terbatas. Salah satu kendala yang dihadapi oleh kelompok ketika proses pengeringan biji kopi. Saat ini proses pengeringan biji kopi yang dilakukan secara sun drying, proses pengeringan ini menjadi tidak efektif ketika musim penghujan tiba dan proses pengeringan yang relatif memakan waktu yang panjang. Tujuan penelitian ini yaitu menghasilkan mesin pengering biji kopi yang efektif, efisien dan menghasilkan biji kopi yang memiliki nilai kadar air sesuai dengan standar yang ditetapkan. Metode penelitian ini menggunakan perancangan baku dengan melakukan identifikasi karakteristik biji kopi, perancangan bentuk mesin pengering biji kopi, konstruksi, dan uji kinerja mesin pengering biji kopi. Berdasarkan hasil penelitian ini yaitu kapasitas pengeringan biji kopi sebanyak 5 kg, waktu pengeringan 5 jam, laju penguapan air 0.061 g/detik, konsumsi bahan bakar 1.8 kg/jam, efisiensi tungku biomassa 21.5% dan kadar air biji kopi 13% b/b.

Kata kunci: Mesin pengering biji kopi, pengeringan biji kopi, kopi robusta.

ABSTRACT

Coffee is one of the leading commodities in Indonesia, one of which is in Cilumping Village, Wanareja District, Cilacap Regency. The people there make the average coffee farmer as a source of livelihood. The coffee grown by the people of Cilumping Village is a type of robusta coffee. The production capacity of coffee beans can reach 100 tons when the harvest season arrives. However, post-harvest production facilities owned by farmer groups are still limited. One of the obstacles faced by the group during the coffee bean drying process. Currently, the process of drying coffee beans is carried out by sun drying, this drying process becomes ineffective when the rainy season arrives and the drying process takes a relatively long time. The purpose of this research is to produce a coffee bean drying machine that is effective, efficient and produces coffee beans that have a moisture content value in accordance with established standards. This research method uses a standard design by identifying the characteristics of coffee beans, designing the shape of the coffee bean dryer, construction, and testing the performance of the coffee bean dryer. Based on the results of this study, the drying capacity of coffee beans is 5 kg, drying time is 5 hours, water evaporation rate is 0.061 g/second, fuel consumption is 1.8 kg/hour, biomass furnace efficiency is 21.5% and coffee bean moisture content is 13% w/w.

Keywords: coffee bean drying machine, coffee bean drying, robusta coffee.

* Penulis korespondensi

Email: christiansoolany@gmail.com

Diterima 11 September 2021; Penerimaan hasil revisi 25 Februari 2022; Disetujui 01 Maret 2022

Tersedia online Maret 2022

AME (Aplikasi Mekanika dan Energi): Jurnal Ilmiah Teknik Mesin © 2022

1. PENDAHULUAN

Kopi merupakan salah komoditas perkebunan di Indonesia. Berdasarkan dari data Kementerian Pertanian pada tahun 2016 Indonesia memiliki luas areal perkebunan kopi 1.246.657 ha, dengan hasil produksi kopi robusta sebanyak 474.037 ton. Kabupaten Cilacap merupakan salah satu propinsi di Jawa Tengah memiliki luas areal kopi robusta seluas 313 ha. Titik lokasi penanaman biji kopi di kabupaten Cilacap terdapat di Desa Cilumping, Kecamatan Dayeuhluhur. Masyarakat desa Cilumping umumnya berprofesi sebagai petani kopi (Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2015). Menurut Faroh et al., 2019, luas lahan kopi robusta yang ditanam oleh masyarakat desa Cilumping mencapai 84 ha, dengan hasil panen biji kopi robusta mencapai 100 ton. Untuk mendapatkan kualitas kopi yang baik, perlu penanganan yang tepat ketika proses pascapanen. Salah satu tahap dalam pascapanen untuk proses produksi kopi adalah pengeringan. Menurut (Thome, 1991), pengeringan merupakan salah satu tahapan kunci pada seluruh rangkaian proses produksi kopi. Saat ini proses pengeringan yang dilakukan oleh kelompok tani di desa Cilumping dilakukan dengan Pengeringan alami atau penjemuran langsung di atas lantai jemur, tikar, dan jalan aspal dengan panas matahari sebagai sumber pengeringan. Permasalahan yang dihadapi ketika menggunakan pengeringan alami untuk proses pengeringan biji kopi yaitu waktu pengeringan yang lama, cuaca yang fluktuatif, kebersihan produk kurang terjamin, dan memerlukan tempat yang luas. Jika terjadi terjadi cuaca mendung atau hujan maka pengeringan biji kopi menjadi tertunda.

Penundaan ini sangat tidak diharapkan karena dapat mempercepat kerusakan biji kopi akibat aktivitas mikroorganisme yang mengakibatkan menurunnya kualitas biji kopi. Penurunan kualitas biji kopi akan berpengaruh terhadap harga jual kopi tersebut. Salah satu upaya mengatasi permasalahan ini yaitu dengan pengeringan buatan (*Artificial drying*). Pengeringan buatan yaitu mengendalikan kondisi iklim di dalam suatu ruangan atau lingkungan mikro (Desrosier NW, 2008). Sedangkan untuk proses *sun drying* kondisinya ditentukan oleh kondisi lingkungan seperti radiasi matahari, kecepatan angin, kelembaban udara, dan suhu udara. Diamati berdasarkan pergerakan bahan pengeringan dapat dibagi menjadi dua, yaitu pengering *batch* dan

pengering kontinyu. Pengering *batch* yaitu pengeringan yang cara kerjanya adalah bahan yang akan dikeringkan dimasukkan kedalam alat pengering dan didiamkan sampai proses pengeringan itu selesai. Sedangkan pengeringan kontinyu adalah proses pengeringan dimana bahan basah masuk secara berkelanjutan dan bahan kering sampai tidak ada lagi bahan yang dimasukkan. Tipe pengering yang berkesesuaian untuk mengeringkan biji kopi adalah pengering tipe efek rumah kaca (ERK).

Desain standar untuk pengering ERK terdiri atas dinding transparan, terbuat dari lembaran polikarbonat, UV stabilized plastic, fiberglass atau plastik polietilen. Komponen utama lainnya yaitu drying bin atau troli yang dilengkapi rak, komponen pengatur pergerakan udara dan unit pemanas tambahan (Abdullah K., 2007). Pengering ERK ini biasanya menggunakan pemanas tambahan untuk memenuhi kebutuhan panas total yang tidak bisa sepenuhnya disuplai dari energi surya. Pemanas tambahan itu dapat berupa tungku (dengan *heat exchanger*), radiator dan lainnya. Penggunaan kombinasi energi surya dan energi pemanas tambahan tersebut sering dikenal dengan pengering ERK-hibrid. Biomassa dibagi menjadi dua golongan yaitu kayu dan non kayu (Borman, 1988).

Penelitian kali ini bertujuan untuk menghasilkan mesin pengering biji kopi yang efektif, efisien dan menghasilkan biji kopi yang dikeringkan sesuai standar dengan memanfaatkan limbah biomassa pertanian sebagai sumber energi panas tambahan pada mesin pengering biji kopi. Penggunaan limbah biomassa pertanian dilandasi karena ketersediaannya yang mudah diperoleh di desa Cilumping.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan kegiatan rancang bangun dengan menerapkan metode perancangan baku. Adapun tahapannya meliputi identifikasi karakteristik biji kopi robusta, perancangan konsep pengering, perancangan bentuk mesin pengering, analisis Teknik, konstruksi, dan uji kinerja mesin pengering.

Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu 1 unit mesin pengering biji kopi, termokopel, thermometer air raksa, timbangan digital, wadah berbentuk persegi, sarung tangan, satu set *toolkit*.

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu biji kopi robusta dari kelompok tani desa

Cilumping. Untuk bahan pada pembuatan 1 unit mesin pengering biji kopi terdiri dari blower kipas ½ hp, motor dc 12 v, travo 3 ampere 12 v, kawat ss 304 L, plat 3 mm ss 304, akrilik, plat besi, siku 3x3, elbow paralon, stop kontak, plat srip dan cat.

Analisis Teknik

Analisis Teknik meliputi perhitungan kebutuhan panas, perhitungan dimensi fisik, perhitungan daya kipas,

- Perhitungan kebutuhan panas

- Jumlah air yang diuapkan

$$\frac{w_1}{w_0} = \frac{100 - m_0}{100 - m_1}$$

Dimana,

- W_0 = Bobot awal biji kopi (kg)
- W_1 = Bobot akhir biji kopi (kg)
- m_0 = Kadar air awal biji kopi (% b/b)
- m_1 = Kadar air akhir biji kopi (% b/b)

- Laju penguapan air

$$\text{Kapasitas} = \frac{Wv}{W_0}$$

- W_v = Bobot air yang harus diuapkan (kg)

- Energi untuk pemanasan bahan
 $Q_1 = W_0 \times C_{pb} \times (T_2 - T_1)$
- Energi untuk penguapan air pada bahan
 $Q_2 = m_v \times H_{fg} \times 10^{-3}$; H_{fg}

$$Q_3 = \dot{m}_v \times C_{pu} \times (T_2 - T_1) \times t \times 10^{-3}$$

$$Q_4 = U \times A_w \times (T_2 - T_1) \times t \times 10^{-6}$$

- Total panas yang dibutuhkan
 $Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$
- Panas yang tersedia dari matahari
 $Q_S = I \times A_P \times \alpha \times t$
- Panas yang harus disuplay oleh biomassa
 $Q_B = Q_T - Q_S$

- Perhitungan penentuan jumlah rak

$$A_{rak} = \frac{\text{Volume Bahan}}{\text{Tinggi Tumpuk}}$$

$$\text{Luas rak} = \pi r^2$$

$$\text{Diameter rak} = 2 \times r = 2 \times 29.14 = 58,28 \text{ cm} = 60 \text{ cm}$$

- Perhitungan Penentan Dimensi Tungku

$$\dot{m}_{bb} = \frac{Q}{\eta_{tungku} \times \eta_{HE} \times Q_{bb} \times t}$$

- Perhitungan penentuan jumlah pipa *heat exchanger*

$$A = \frac{q}{UF\Delta Tm}$$

Prosedur Analisis Penelitian

Penelitian ini dimulai dari tahap perancangan, proses produksi, sampai dengan kinerja mesin pengering.

- Tahap perancangan

Pada tahapan ini meliputi rancangan fungsional dan rancangan strutural dari mesin pengering biji kopi.

- Rancangan Fungsional

Perancangan ini diterapkan untuk mengetahui fungsi dari setiap bagian mesin pengering biji kopi. Fungsi dari masing – masing bagian ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rancangan fungsional mesin pengering biji kopi

| Bagian Alat | Fungsi |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------|
| Tungku | Sebagai tempat pembakaran biomassa untuk menghasilkan panas. |
| <i>Heat exchanger</i> | Alat penukar panas |
| Ruang pengering | Tempat mengeringkan biji kopi |

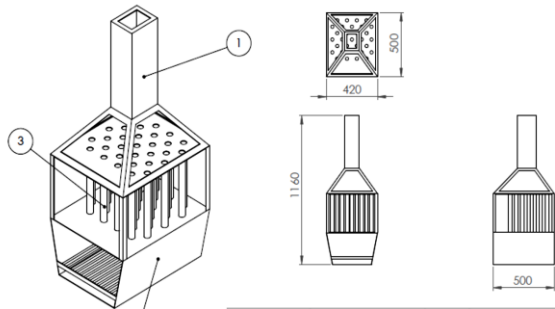
- Rancangan Struktural

Bahan, bentuk, dan ukuran merupakan faktor penting pada proses perancangan mesin pengering biji kopi. Rancangan ini terdiri dari tungku, *heat exchanger* dan ruang pengering.

- Tungku

Tungku biomassa dirancang untuk menghasilkan panas yang efisien untuk diteruskan kedalam ruang pengering. Material yang digunakan yaitu plat besi. Luas inlet udara adalah 0.004 m², volume tungku 0.03 m³.

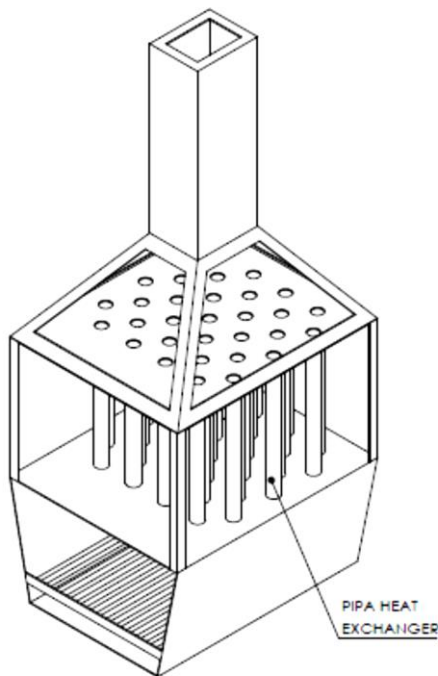
Gambar 1 menunjukkan gambar tungku biomassa.



Gambar 1. Tungku

o Heat exchanger

Heat exchanger atau penukar panas berfungsi menyalurkan panas yang ditimbulkan dari proses pembakaran di tungku menuju ruang pengering. Penukar panas yang dirancang adalah tipe *cross flow*. Ukuran penukar panas yaitu diameter 1 inch dengan tinggi 300 mm.

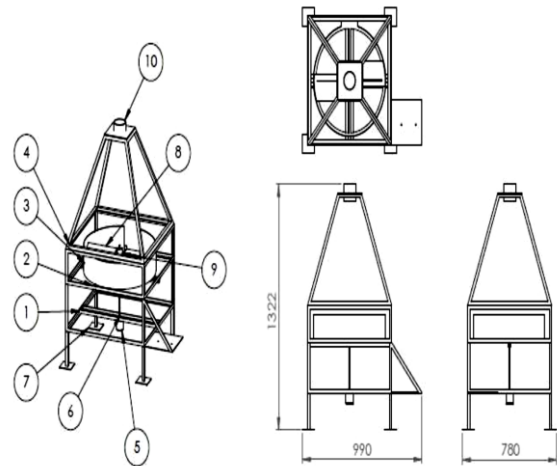


Gambar 2 Pipa heat exchanger

o Ruang pengering

Ruang pengering mempunyai ukuran 1.3 m x 0.78 m, diameter ruang rak pengering 0.06 m. ruang ini juga dipasang akrilik

supaya sumber panas dari matahari dapat masuk kedalam ruang pengering.



Gambar 3. Ruang pengering

• Tahap proses uji performansi mesin pengering

Pada tahapan ini yaitu melakukan pengujian kinerja dari mesin pengering biji kopi. Data pengamatannya meliputi pencatatan suhu, penggunaan kayu bakar total dari seluruh kegiatan proses pengeringan dan bobot akhir biji kopi hasil pengeringan. Tahapan ini dilakukan selama 5 jam dimulai dari pukul 10.00 – 15.00.

3. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil rancangan bangun mesin pengering biji kopi ditunjukkan pada Gambar 4. Mesin pengering biji kopi terdiri dari tungku pembakaran biomassa, *heat exchanger*, dan ruang pengering.



Gambar 4. Mesin pengering biji kopi

Uji kinerja yang dilakukan yaitu dengan cara mengeringkan biji kopi yang mempunyai kadar air awal 40%. Biji kopi yang akan dikeringkan ditunjukkan pada Gambar 5.



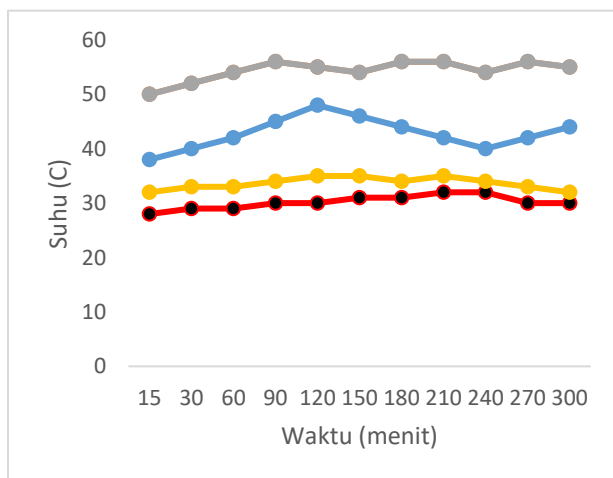
Gambar 5. Bahan biji kopi

Proses pengeringan ini dilakukan selama 5 jam, dengan berat biji kopi yang dikeringkan adalah 5 kg. kayu bakar yang digunakan yaitu kayu rambutan. Proses pengeringan biji kopi ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Proses pengeringan biji kopi

Variabel yang diamati ketika proses uji performansi mesin pengering biji kopi adalah suhu udara masuk HE, suhu udara keluar HE, suhu masuk ruang pengering, suhu keluar ruang pengering, berat akhir biji kopi, dan banyaknya kayu bakar yang digunakan. Hasil pengamatan suhu ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil pengamatan Analisa suhu

Untuk suhu udara yang masuk ke *heat exchanger* rata – rata 30.18 °C , suhu udara keluar *heat exchanger* rata – rata 54.36 °C. suhu masuk ruang pengering rata – rata 54.36 °C. suhu bahan rata – rata 33.64 °C, suhu keluar ruang pengering rata – rata 42.82 °C. Data

hasil pengamatan dan perhitungan hampir sama, untuk perhitungan ditargetkan suhu yang masuk keruang pengering adalah 50 °C, berdasarkan pengamatan suhu yang masuk ruang pengering berkisar 54.36 °C. Artinya panas yang dialirkan dari pipa *heat exchanger* tidak mengalami kebocoran ketika menuju ruang pengering. Gambar biji kopi yang sudah dikeringkan ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Biji kopi hasil pengeringan

Efisiensi Tungku

Efisiensi tungku merupakan perbandingan antara kebutuhan panas yang dihasilkan dengan nilai massa kayu yang terbakar. Menurut Abdullah et al. (1991) rancangan tungku menentukan sempurna tidaknya proses pembakaran berlangsung dan besarnya energi panas yang dapat dimanfaatkan atau dihasilkan oleh sistem tungku. Sempurna atau tidaknya pembakaran dipengaruhi oleh rancangan ruang pembakaran yang menentukan mudah tidaknya oksigen kontak dengan partikel karbon pada bahan bakar. Selain itu kelancaran proses pembakaran bahan bakar juga ditentukan oleh kelancaran pembuangan gas hasil pembakaran bahan bakar. Hal lain yang perlu diperhatikan adalah bahan tungku dan kaitannya dengan proses pindah panas yang terjadi selama pembakaran berlangsung didalam tungku. Makin besar pindah panas ke luar tungku, maka semakin besar energi panas yang terbuang yang bereaksi makin rendah efisiensi sistem tersebut.

Proses pengeringan yang dilakukan selama 5 jam menggunakan massa kayu untuk pembakaran 1.8 kg/jam. Pengamatan yang dilakukan sedikit berbeda dengan data perhitungan. Data perhitungan diperoleh masa kayu untuk kebutuhan bahan bakar yaitu sebesar 1.3 kg/jam. Efisiensi tungku sebesar 21 %. Hasil ini berbeda dengan yang ditargetkan yaitu efisiensi tungku 30 %. Efektifitas HE 0.4 dan kalor jenis kayu sebesar 16351 kJ/kg. perbedaan ini diduga penambahan kayu bakar kedalam tungku tidak merata dan sama serta adanya panas yang keluar ke lingkungan disekitar lingkungan tungku.

Kadar Air

Kadar air arang dapat digunakan untuk menghitung parameter sifat-sifat arang. Kadar air arang diukur berdasarkan basis basah, dilakukan dengan metode oven, kemudian didinginkan dalam desikator, dan ditimbang. Cara ini diulangi sampai berat bahan konstan (Sudarmadji S, 1997). Kadar air awal biji kopi sebelum dikeringkan adalah 40 % b/b. setelah dikeringkan selama 5 jam kadar air biji kopi menjadi 13 % b/b. berat biji kopi awal adalah 5 kg, setelah dikeringkan menjadi 3.9 kg. Laju penguapannya adalah 1.1 kg. Hasil pengamatan dan perhitungan mengalami perbedaan, berdasarkan perhitungan kadar air akhir adalah 10 % dengan laju penguapan 1.7 kg sedangkan hasil pengamatan yaitu kadar air akhir adalah 13 % dengan laju penguapan kadar air sebesar 1.1 kg. Hal ini diduga karena ada panas yang keluar dari ruang pengering ke lingkungan. Nilai kadar air yang dihasilkan hampir sama dengan kadar air yang dilakukan proses pengeringan manual oleh kelompok tani yaitu berkisar 12 – 14 %. Keunggulannya adalah waktu proses pengeringan yang lebih cepat dibandingkan secara manual.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Mesin pengering biji kopi yang dirancang sudah dapat digunakan dengan baik dan berhasil menurunkan kadar air biji kopi Efisiensi tungku sebesar 21 %, Massa kayu yang digunakan adalah 1.8 kg/jam. Suhu yang masuk kedalam ruang pengering rata – rata 54.36 °C,

Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan melakukan pengembangan sistem mikrokontroler Arduino uno untuk mendukung *smart machine* dan mendapatkan efisien yang tinggi.

REFERENSI

- Abdullah K. (2007). *Acceleration of Rural Industrialization Using Renewable Energy Technology*. Dalam : Abdullah, K (ed). *TEKNOLOGI BERBASIS SUMBER ENERGI TERBARUKAN UNTUK PERTANIAN*. CREATA-IPB.
- Borman, G. L. and K. W. R. (1988). *Combustion Engineering*.
- Desrosier NW. (2008). *Teknologi Pengawetan*

Pangan (Miljohardjo M (ed.); 3rd ed.). Jakarta : UIPress.

- Faroh, W. N., Maharani, H., & Lestari, S. E. (2019). Jelajah Kampung: Menggali Manajemen Kebun Kopi, Gua Basma, Dan Curug Menjadi Agrowisata Bernilai Ekonomis Di Desa Cilumping Kecamatan Dayeuhluhur Kabupaten Cilacap Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Pengabdian Dharma Laksana*, 2(1), 52. <https://doi.org/10.32493/j.pdl.v2i1.3627>
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2015). *No Title*. [http://ditjenbun.pertanian.go.id/tinymcepuk/%0AGambar/file/statistik/2015/KOPI 2013 -2015.pdf](http://ditjenbun.pertanian.go.id/tinymcepuk/%0AGambar/file/statistik/2015/KOPI%202015.pdf)
- Sudarmadji S, et al. (1997). *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty.
- Thome, B. (1991). *The Feasibility Study Of Solar Dryer for Drying*. The University of Hohenhiem.
- Kontrol Kecepatan Motor Pada Alat Bantu Las *Rotary Positioner Table*. Jurnal AME.. Vol 4, No 1
- SIPASBUN. 2020. Harga Rata-Rata Produsen Produk Unggulan. Diambil pada tanggal 19 Juli2021, dari <https://12ap.pertanian.go.id/sipasbun2020/>