



KINERJA PENYANGRAIAN KOPI ROBUSTA MENGGUNAKAN ALAT SANGRAI BERBENTUK DRUM BERPUTAR DENGAN BAHAN BAKAR BIOMASSA

Rahmat Sabani^{1*}, Ahmad Alamsyah², Arief Syaifudin³

^{1,2,3}Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri, Universitas Mataram, Indonesia

Email: rahmat.sabani@unram.ac.id

*Korespondensi

Abstract

Roasting is an important process and one of the stages that determines the taste of coffee. The performance of the coffee roasting machine and the fuel used in the roasting process affect the results of the coffee consumed, as well as the benefits obtained from the coffee production process. This study aims to determine the performance of roasting and the benefits obtained from the coffee production process. The method used in this study is an experimental method with experiments at the Agricultural Engineering Laboratory of the University of Mataram. The parameters observed in this study are divided into 3, namely: 1. Technical parameters, namely: Heat to maintain product temperature, Heat for evaporation, Evaporation rate and Thermal efficiency of the system. 2. Product parameters with sensory analysis, namely: Water content (%), and Degree of maturity. 3. Economic analysis, namely: Fixed cost, Variable cost and B/C Ratio profit analysis. The results of the study showed that the greater the capacity of coffee inserted into the roaster, the greater the heat energy needed to maintain the temperature. The thermal efficiency of the system is directly proportional to the total heat requirement and inversely proportional to the value of heat input and heating process. Evaporation of water material into the environment occurs. The rate of evaporation is influenced by the total heat transfer coefficient and the temperature of the material. The profit obtained is 15%.

Keywords: Roasting, Robusta Coffee, Biomass

Abstrak

Penyangraian adalah proses yang penting dan salah satu tahapan yang menentukan cita rasa kopi. Kinerja alat sangrai kopi dan bahan bakar yang digunakan dalam proses penyangraian mempengaruhi hasil kopi yang dikonsumsi, dan keuntungan yang diperoleh dari proses produksi kopi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja penyangraian dan keuntungan yang diperoleh dari proses produksi kopi. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental dengan percobaan di Laboratorium Teknik Pertanian Universitas Mataram. Parameter yang diamati pada penelitian ini dibagi menjadi 3 yaitu : 1. Parameter teknik yaitu: Panas untuk mempertahankan suhu produk, Panas untuk evaporasi, Laju evaporasi dan Efisiensi termal system. 2. Parameter Produk dengan analisis sensorik yaitu : Kadar air (%), dan Tingkat kematangan. 3. Analisis Ekonomi yaitu : Biaya pokok, (fixed cost), Biaya Tidak Tetap (Variabel cost) dan analisis keuntungan B/C Rasio. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar kapasitas kopi yang dimasukkan kedalam alat sangrai maka semakin besar energi panas yang dibutuhkan untuk mempertahankan suhu, Efisiensi termal sistem berbanding lurus dengan kebutuhan panas total dan berbanding terbalik dengan nilai input panas dan proses pemanasan. Terjadi penguapan air bahan ke lingkungan. Laju penguapan tersebut dipengaruhi oleh koefisien perpindahan panas total dan suhu bahan. Keuntungan yang diperoleh adalah sebesar 15 %.

Kata Kunci: Penyangraian, Kopi Robusta, Biomassa.

1. Pendahuluan

Kopi merupakan bahan minuman tidak saja terkenal di Indonesia tetapi juga terkenal di seluruh dunia. Hal ini disebabkan karena kopi baik yang bentuk bubuk maupun seduhannya memiliki aroma yang khas yang tidak dimiliki oleh bahan minuman lainnya. Bagi Bangsa Indonesia, kopi merupakan salah satu mata perdagangan yang mempunyai arti yang cukup tinggi (Sungkowo et al., 2023). Pada tahun 2017-2021, terdapat 6 (enam) provinsi sentra Produksi Kopi yaitu provinsi Sumatera Selatan, Lampung, Sumatera Utara, Aceh, Bengkulu dan Jawa Timur dengan kontribusi kumulatif mencapai 75,80% share terhadap total produksi Kopi Indonesia Tahun 2021. Produksi Kopi Indonesia tahun 2021 adalah 774.689 Ton, meningkat sebesar 1,61% dibandingkan tahun sebelumnya. Sedangkan produksi Kopi tahun 2022 adalah 793.193 ton (angka estimasi, Ditjen Perkebunan). Produk

kopi di Nusa Tenggara Barat berdasarkan data Dinas Pertanian dan Perkebunan Provinsi NTB, pada tahun 2022, produksi kopi di NTB secara keseluruhan mencapai 6.384,35 ton per tahun. Rinciannya, kopi Robusta sebesar 5.466,91 ton per tahun dan kopi Arabika sebesar 917,44 ton per tahun (Oladele et al., 2022).

Jumlah peminat kopi yang tinggi di Indonesia membuka peluang besar untuk pertumbuhan bisnis kopi. Proses roasting kopi adalah salah satu proses penting untuk menghasilkan kopi yang memiliki aroma dan cita rasa yang berkualitas tinggi. Saat ini, keberadaan biji kopi yang berkualitas sangat dihargai tinggi oleh pasar domestik dan internasional. Menurut (Muhari et al., 2023) terdapat tiga jenis pembakaran kopi yaitu terang, medium, dan gelap. Cita rasa kopi yang akan dinikmati sangat dipengaruhi oleh proses ini, yang dapat dianggap sangat penting dibandingkan dengan semua tahapan pengolahan kopi. Cita rasa kopi dapat berubah sesuai dengan preferensi konsumen tergantung pada cara proses roasting dilakukan. Penggorengan kopi yang tidak menggunakan minyak disebut roasting kopi (Hidayat et al., 2020; Ratanasanya et al., 2022).

Sebelum kopi dipergunakan sebagai bahan minuman, maka terlebih dahulu dilakukan proses roasting. "flavor" kopi yang dihasilkan selama proses roasting tergantung dari jenis kopi hijau yang dipergunakan, cara pengolahan biji kopi, penyangraian, penggilingan, penyimpanan dan metode penyeduhannya (Buchori, 2019; Rahayuningtyas et al., 2023). Cita rasa kopi akan ditentukan akhirnya oleh cara pengolahannya. Penyangraian biji kopi akan mengubah secara kimiawi kandungan-kandungan dalam biji kopi, disertai susut bobotnya, bertambah besarnya ukuran biji kopi dan perubahan warna bijinya. Biji Kopi setelah disangrai akan mengalami perubahan kimia yang merupakan unsur cita rasanya (Bousshine et al., 2022).

Secara tradisional, hasil penyangraian dilakukan secara terbuka dengan wajan yang terbuat dari tanah, besi, atau baja. Meskipun mudah digunakan, metode ini memiliki beberapa kekurangan seperti kapasitas penyangraian rendah, waktu yang dibutuhkan lumayan lama, banyak energi panas yang dibuang sehingga boros bahan bakar, tingkat kemasakan (kematangan) biji kopi yang tidak seragam, dan tingkat ergonomis yang rendah. Kondisi ini akan menurunkan kuantitas dan kualitas, sehingga nilai tambah produksi akan menjadi kurang (Freitas et al., 2024; Lubis et al., 2024). Oleh karena itu, penting rasanya memiliki suatu alat atau mesin alat penyangrai berbentuk drum berputar dengan bahan bakar biomassa yang dapat mengatasi proses penyangraian yang selama ini dilakukan tersebut. Penelitian yang dilakukan oleh (Liana et al., 2023) menyimpulkan bahwa hasil pengujian menunjukkan mesin sangrai drum kapasitas 2kg tipe silinder horizontal mampu merubah biji cokelat gelap dengan aroma lebih wangi dan terdapat rasa manis permukaan biji kopi.

Faktor yang harus diperhatikan selama proses penyangraian agar menghasilkan kopi sangrai dengan cita rasa yang lezat yaitu harus memperhatikan waktu penyangraian, serta pengadukan. Roasting akan dilakukan dengan menggunakan alat penyangrai berbentuk drum berputar dengan bahan bakar biomassa. Pemanasan dilakukan pada tekanan atmosfer dengan media panas atau gas pembakaran. Pemanasan dapat juga dilakukan dengan melakukan kontak dengan permukaan yang dipanaskan, dan pada beberapa desain pemanas, hal ini merupakan faktor penentu pada pemanasan. Desain paling umum yang dapat disesuaikan untuk penyangraian yaitu drum horizontal yang dapat berputar. Umumnya biji kopi dicurahkan sealiran dengan udara panas melalui drum ini, kecuali pada beberapa roaster dimana dimungkinkan terjadi aliran silang dengan udara panas. Tujuan dari penelitian ini

adalah untuk mengetahui kinerja penyangraian dan keuntungan yang diperoleh dari proses produksi kopi.

2. Bahan dan Metode

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental dengan percobaan di Laboraturium Teknik Pertanian Universitas Mataram. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak tanah kopi robusta yang didapatkan dari wilayah Gangga, Lombok Utara. Alat-alat penelitian meliputi kompor, timbangan analitik, stopwatch, thermometer digital, Thermometer db dan wb, Ritek untuk mengukur suhu bahan, alat penyangrai kopi tipe drum berputar. Adapun spesifikasi alat sangrai yang digunakan sebagai berikut: Besi siku-siku 5x5 cm, besi plat 1 mm dan 0,8 mm, roda teorit, puli 46 cm dan 5 cm, pellow blok, As 50 mm, mur dan baut 14, motor penggerak ¼ Hp dan glas box, drum 37 cm, dan plat skat dalam.

2.1 Pelaksanaan Penelitian

Tahapan yang dilaksanakan pada penelitian ini yaitu tahapan persiapan bahan, yaitu menggunakan kopi robusta yang didapat dari wilayah desa geggelang, gangga, lombok utara, selanjutnya tahapan pemeriksaan alat dan bahan yang dilakukan dengan pemeriksaan kebersihan alat dan pengecekan instalasi listrik untuk kelancaran dalam proses penyangraian kopi robusta. sedangkan pemeriksaan bahan meliputi kebersihan bahan, selanjutnya tahapan persiapan penyangraian yang dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut; (a) kopi yang telah disortasi ditimbang menggunakan timbangan kemudian dicatat beratnya, (b) bahan yang sudah diketahui beratnya kemudian dimasukkan kedalam alat sangrai sampai warna bahan berubah menjadi hitam kecoklatan, (c) data yang didapatkan dihitung dengan persamaan-persamaan yang digunakan, dan yang terakhir tahap pengujian teknis yang dilakukan secara eksferimental dengan perlakuan-perlakuan adalah; (a) perlakuan kapasitas 1 kg masukan, (b) perlakuan kapasitas 2 kg masukan, (c) perlakuan kapasitas 3 kg masukan, dan (d) perlakuan kapasitas 4 kg masukan.

2.2 Parameter dan Cara Pengamatan.

Parameter pengamatan pada penelitian ini dibagi menjadi tiga, yaitu; parameter teknik, produk, dan nilai ekonomi. Parameter teknik terdiri dari; panas untuk mempertahankan suhu bahan (Q_t , kJ), panas untuk evaporasi (Q_e , kJ), laju evaporasi (1, menit), efisiensi thermal system (%). Parameter produk yaitu; kadar air (%) dan tingkat kematangan. Analisis ekonomi terdiri dari; biaya pokok (fixed cost), biaya tidak tetap (variabele cost), biaya bahan bakar, biaya motor listrik, biaya operator. Selanjutnya analisis keuntungan dihitung menggunakan rumus B/C rasio.

2.3 Cara Pengamatan

- 1) Panas untuk mempertahankan suhu produk, jumlah panas yang dibutuhkan untuk mempertahankan suhu selama proses penyangraian akan dihitung dengan persamaan berikut (Creswell, 2021).

$$Q_{evapo} = m_{kopi} * C_{pkopi} * \Delta T \quad \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

Q evapo = Jumlah panas untuk mempertahankan suhu (kJ)

M kopi = Massa kopi (kg)

Cp kopi = Panas jenis (kJ/kg °C)

ΔT = Beda suhu (T kopi – T ling, °C)

- 2) Panas Untuk Evaporasi, jumlah panas yang dibutuhkan ditentukan dengan persamaan berikut (Creswell, 2021).

$$Q_{ev} = M_{ev} * hfg \quad \dots\dots\dots(3)$$

Dimana:

Q_{ev} = Jumlah panas untuk evaporasi (kJ)

M_{ev} = Massa air yang diuapkan (kg)

Hfg = Panas laten penguapan (kJ)

- 3) Laju Evaporasi, laju evaporasi selama proses penyangraian kopi dapat digunakan laju evaporasi menurun. Laju evaporasi murun dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Day et al., 2022).

$$MR = \frac{Mt - Me}{Mo - Me} = -kc * t \quad \dots\dots\dots(4)$$

Dimana:

MR = Rasio kadar air

Kc = Laju evaporasi pada fase menurun (1/jam)

Me = Kadar air keseimbangan

Mt = Kadar air pada waktu t

Mo = Kadar air awal bahan

- 4) Efisiensi termal system, efisiensi termal system akan ditentukan dengan persamaan berikut (Day et al., 2022).

$$\eta = \frac{Q_n + Q_{ev}}{V_m \cdot \rho_m \cdot N_{bb}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(5)$$

Dimana:

η = Efisiensi termal system (%)

Q_n = Panas berguna (kJ)

Q_{ev} = Panas Untuk Evaporasi (kJ)

V_n = Volume minyak tanah (liter)

ρ_n = Massa jenis minyak tanah (kg/m³)

N_n = Nilai Kalor Bahan Bakar

- 5) Kadar air, kadar air kopi diukur dengan mengukur selisih berat awal dan berat akhir bahan. Jumlah pengurangan berat bahan merupakan jumlah air yang diuapkan dari dalam bahan tersebut.

- 6) Biaya Pokok, besarnya nilai biaya pokok penggunaan sarana alat sangrai kopi berbentuk drum berputar dapat dihitung dengan rumus matematika sederhana sebagai berikut;

$$BP = (AN / X + B) \times KAP \quad \dots\dots\dots(6)$$

Dimana:

BP = Biaya pokok penggunaan alat sangrai per unit

AN = Biaya tetap pertahun (Rp/th)

X = Jumlah jam kerja per tahun (jam/th)

B = Biaya operasional per jam (Rp/jam)

KAP = Kapasitas kerja (jam/unit)

7) Biaya Tidak Tetap (Variable Cost): Biaya Bahan Bakar, biaya ini adalah pengeluaran solar atau bensin pada kondisi kerja per jam. Harga perliter yang digunakan adalah harga dilokasi. secara teoritis dalam kondisi normal besarnya kebutuhan bahan bakar dapat dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

Mesin Diesel:

$$FN CM = 0,18 \times HP \quad \dots\dots\dots (9)$$

Mesin Bensin:

$$FN CN = 0,38 \times HP \quad \dots\dots\dots (10)$$

Dimana:

BP = Biaya bahan bakar (Rp/jam)

FN CM = konsumsi bahan bakar (Lt/jam)

HP = Besarnya engine, HP

Biaya motor listrik, biaya motor listrik dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$= \frac{Watt * Harga / kw}{waktu} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (11)$$

Biaya Operator, biaya operator dihitung berdasarkan pada penerimaan operator perhari dibandingkan dengan jumlah jam kerja alat dan mesin pasca panen per hari, dan dihitung dengan persamaan berikut:

$$Bo = Ux \frac{perhari \times}{Jk} \times Jo \quad \dots\dots\dots (13)$$

Dimana:

Bo = Biaya operator alat mesin pasca panen (Rp/jam)

U = Upah orang per hari (Rp/hari)

Jk = Jam kerja (jam/hari)

Jo = Jumlah operator (orang)

Analisis keuntungan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$B / Crasio = \frac{pendapatan}{biayaproduksi} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (14)$$

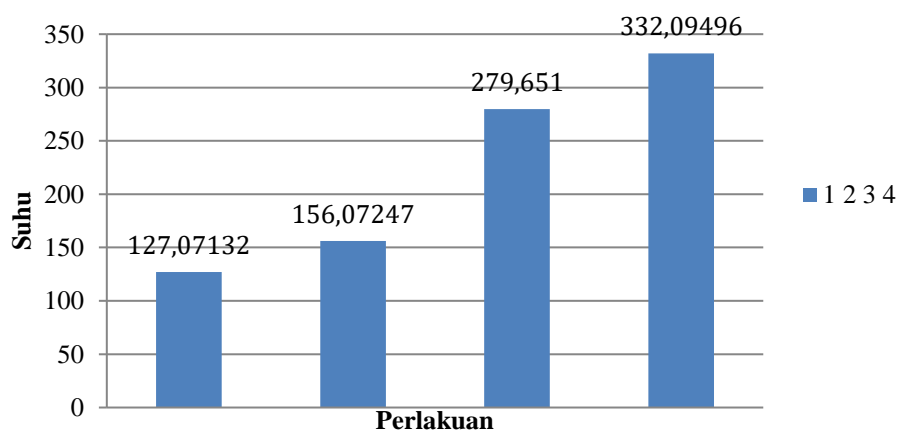
2.4 Analisis Data

Data yang diperoleh dari penelitian ini akan dianalisis dengan menggunakan dua pendekatan yaitu, pendekatan matematik dan pendekatan statistik. Pendekatan matematik digunakan untuk mendapatkan nilai-nilai dan data-data tambahan yang diperlukan dengan menggunakan persamaan-persamaan yang ada. Pendekatan statistik digunakan untuk mencari hubungan antara parameter-parameter pengamatan. Analisis statistik dilakukan dengan menggunakan program Microsoft Excel.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Panas untuk Mempertahankan Suhu

Suhu adalah suatu indikator tentang besarnya panas yang dikandung oleh suatu benda. Semakin tinggi suhu yang dikandung oleh benda tersebut maka panas semakin tinggi. Perlu diketahui bahwa panas dapat berpindah, dan perpindahan panas tergantung pada perbedaan suhu antara kedua medium. Dalam hal ini, panas akan berpindah dari temperatur yang lebih tinggi ke temperatur yang lebih rendah sampai titik keseimbangan dimana temperatur di dalam sistem sama dengan temperatur luar atau lingkungan. Makin besar perbedaan suhu, maka makin besar kecepatan pindah panas.

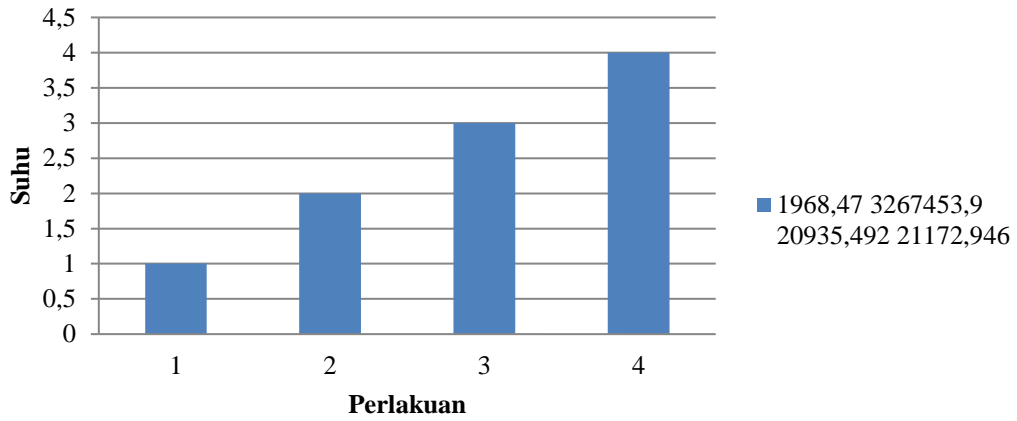


Gambar 1. Grafik Panas untuk Mempertahankan Suhu

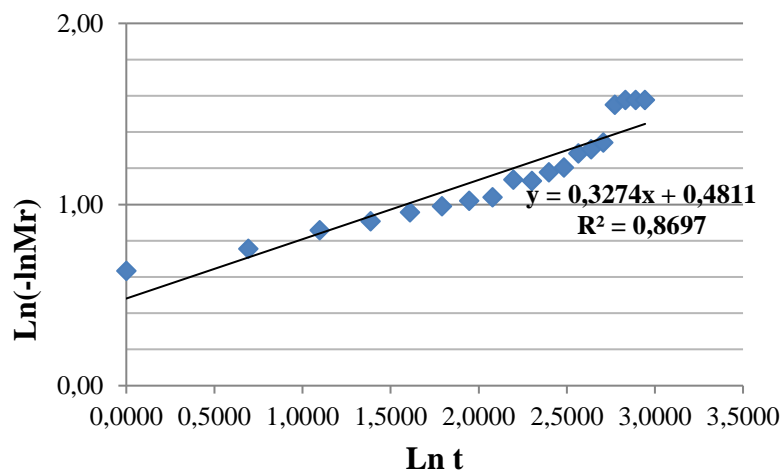
Berdasarkan gambar 1 dapat diketahui bahwa besarnya jumlah panas yang dibutuhkan untuk mempertahankan suhu tergantung dari kapasitas masukan yang akan disangrai. Semakin besar kapasitas kopi yang dimasukkan ke dalam alat sangrai maka semakin besar pula energi panas yang dibutuhkan untuk mempertahankan suhu. Sebaliknya, semakin sedikit kapasitas masukan maka energi panas yang dibutuhkan semakin sedikit. Nilai yang diperoleh berkisar antara 127,67132 – 332,09469 kJ. Menurut (Acquaticci et al., 2023) menyatakan bahwa banyaknya energi untuk menaikkan suhu dipengaruhi oleh panas jenis bahan, sedangkan banyaknya energi untuk evaporasi dipengaruhi oleh panas laten penguapan.

3.2 Panas Untuk Evaporasi

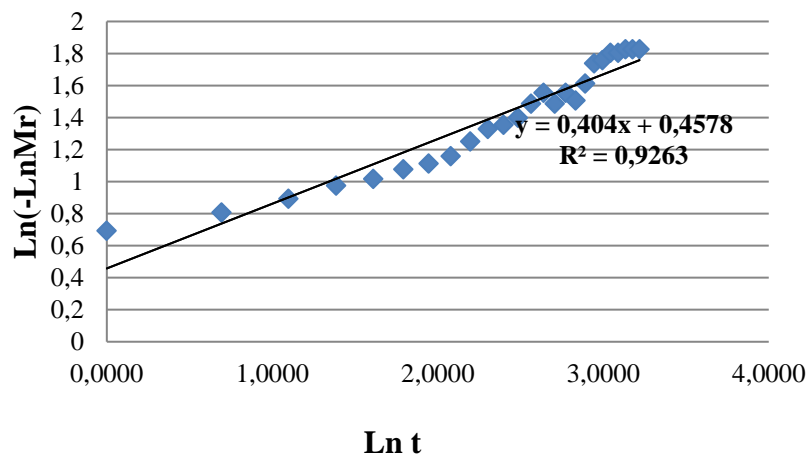
Pada gambar 2, dapat diketahui bahwa semakin banyak kopi yang di sangrai maka energi panas yang dibutuhkan untuk evaporasi semakin besar. Tingginya kapasitas yang digunakan pada tiap perlakuan berbanding lurus dengan panas yang dibutuhkan untuk evaporasi. Nilai yang diperoleh berkisar antara 1968,47 – 21172,946 kJ. Hal ini sejalan dengan pernyataan (Ihsan et al., 2023), menyatakan bahwa kebutuhan energi panas pada proses penguapan tergantung dari banyaknya massa zat yang diuapkan, semakin banyak massa yang diuapkan maka semakin besar energi yang dibutuhkan untuk proses tersebut.



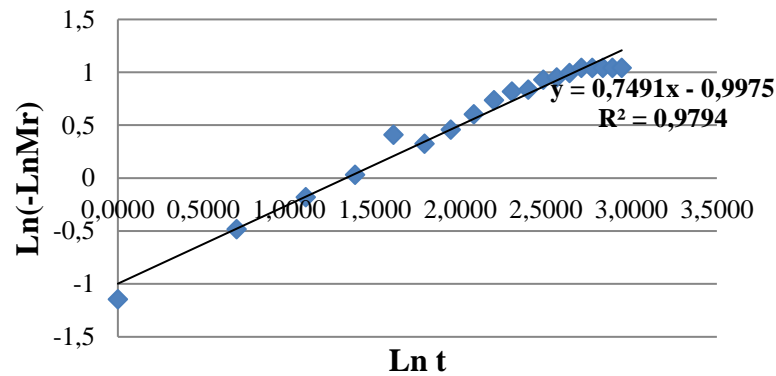
Gambar 2. Grafik Panas untuk Evaporasi



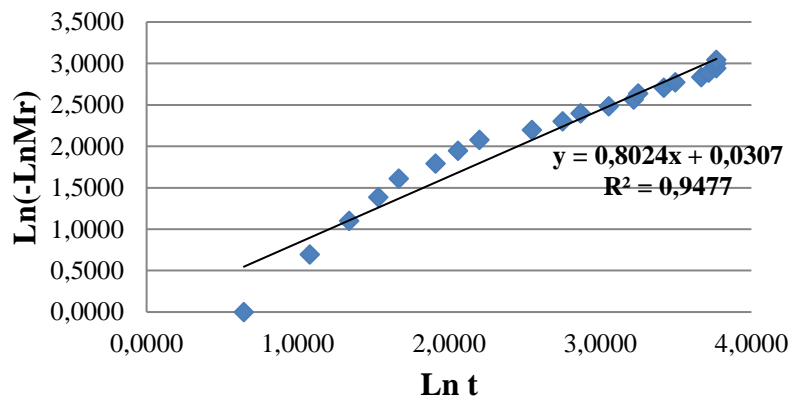
Gambar 3. Grafik Laju Evaporasi Lapis Tipis T 110 o C



Gambar 4. Grafik Laju Evaporasi Lapis Tipis T 120° C



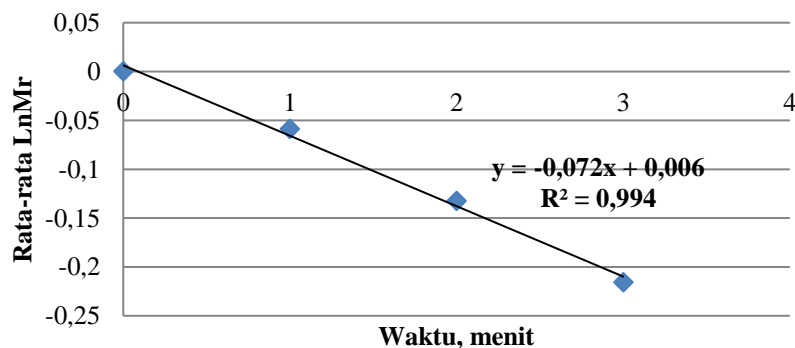
Gambar 5. Grafik Laju Evaporasi Lapis Tipis T 130°C



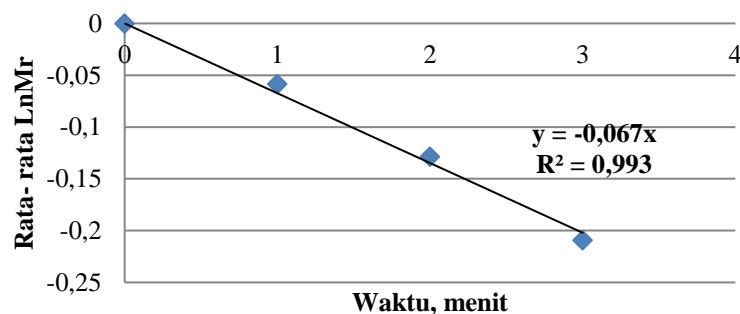
Gambar 6. Grafik Laju Evaporasi Lapis Tipis T 140°C

3.3 Laju Evaporasi Penyangraian

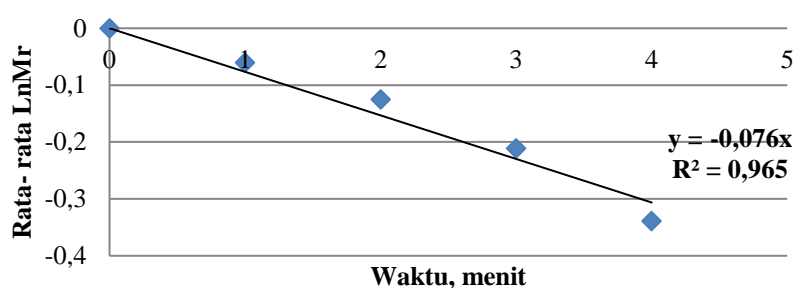
Berdasarkan Grafik laju pengeringan lapis tipis dan grafik laju evaporasi penyangraian di atas, dapat dilihat bahwa laju evaporasi akan semakin menurun seiring dengan meningkatnya penambahan kapasitas.



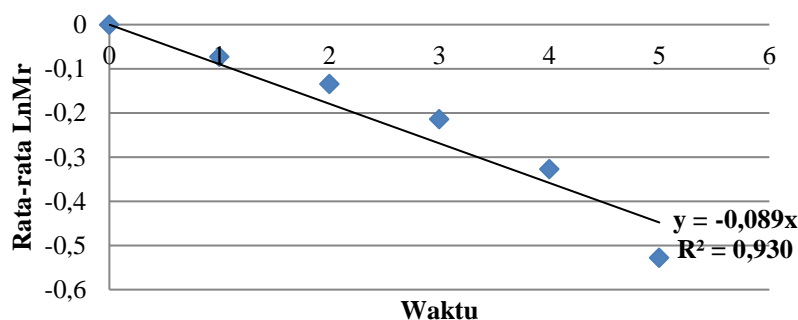
Gambar 7. Grafik Laju Evaporasi Penyangraian 1 Kg Bahan



Gambar 8. Grafik Laju Evaporasi Penyangraian 2 Kg Bahan



Gambar 9. Grafik Laju Evaporasi Penyangraian 3 Kg Bahan

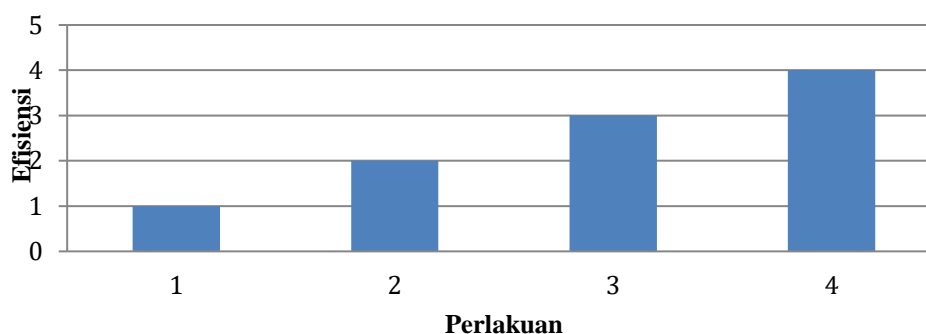


Gambar 10. Grafik Laju Evaporasi Penyangraian 4 Kg Bahan

Berdasarkan Grafik laju pengeringan lapis tipis dan grafik laju evaporasi penyangraian di atas, dapat dilihat bahwa laju evaporasi akan semakin menurun seiring dengan meningkatnya penambahan kapasitas. Dari grafik evaporasi lapis tipis dan grafik penyangraian, dapat diketahui bahwa proses evaporasi yang terjadi pada pengeringan dan penyangraian kopi robusta adalah laju evaporasi menurun hal ini dapat dilihat dari semakin lama proses pengeringan semakin sedikit rasio kadar air yang terdapat dalam biji kopi. Menurut Shagwira & Mwema (2021) peningkatan suhu evaporasi yang tidak diikuti dengan peningkatan laju evaporasi pada bahan merupakan salah satu sebab terdapatnya zat-zat terlarut pada bahan tersebut. Tchiotsop et al (2022) menyatakan bahwa evaporasi suatu bahan dipengaruhi oleh suhu dan lamanya waktu yang diperlukan untuk mengeringkan bahan.

3.4 Efisiensi Thermal Sistem

Efisiensi thermal sistem merupakan perbandingan antara panas berguna dengan panas yang diberikan oleh sumber panas. Efisiensi thermal system alat drum evaporator lapis tipis selama proses penyangraian yang menggunakan bahan bakar minyak tanah dapat dilihat pada grafik berikut:



Gambar 11. Grafik Efisiensi Termal Sistem

Nilai efisiensi didapat dari hasil penjumlahan panas untuk mempertahankan suhu ditambah dengan panas untuk evaporasi yang dibagi dengan volume minyak tanah dikali dengan massa jenis minyak tanah dan nilai kalor. Diperoleh efisiensi termal sistem sebesar 18%. efisiensi termal sistem berbanding lurus dengan kebutuhan panas total dan berbanding terbalik dengan nilai input panas, semakin tinggi input panas total dari bahan atau produk maka semakin tinggi nilai efisiensi termal alat (Hegy et al., 2022).

3.5 Kadar Air

Kadar air sangat berpengaruh terhadap mutu dan kualitas bahan pangan sehingga diperlukan pengurangan zat cair sampai batas kadar air maksimal yang diizinkan. Kesempurnaan penyangraian kopi dipengaruhi oleh dua faktor utama, yaitu panas dan waktu. Proses pemanasan menyebabkan terjadinya penguapan air bahan kelingkungan, dimana laju penguapan tersebut dipengaruhi oleh koefisien perpindahan panas total yang dipengaruhi pula oleh suhu bahan. Apabila bahan dipanaskan maka terjadi perpindahan zat-zat terlarut kebagian permukaan bahan yang menyebabkan terbentuknya lapisan luar yang mengkerut dan kedap air. Dengan terbentuknya lapisan yang kedap air tersebut, menyebabkan kandungan air yang terdapat pada bahan tersebut tidak dapat di uapkan (Parsaei et al., 2022). (Sutrisno et al., 2023) menyatakan bahwa koefisien perpindahan panas suatu bahan tergantung pada perputaran sudu, kecepatan aliran udara masuk dan tempratur bahan.

Kisaran suhu sangrai yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah 190°C- 199°C atau tingkat sangrai ringan. Waktu yang dibutuhkan untuk penyangraian berbeda- beda tergantung dari kapasitas masukan yang dilakukan. Adapun kisaran waktu yang dibutuhkan untuk penyangraian kopi perlakuan I kg membutuhkan waktu selama 45 menit, perlakuan II kapasitas masukan 2 kg membutuhkan waktu selama 45 menit, perlakuan I dan II memiliki waktu yang sama karena kadar air pada bahan tidak terlalu jauh berbeda sehingga dengan cepat dapat di uapkan. Berbeda dengan perlakuan III dan IV. Perlakuan III kapasitas masukan 3 kg waktu yang dibutuhkan selama 60 menit. Sedangkan untuk perlakuan IV

kapasitas masukan 4 kg waktu yang dibutuhkan selama 75 menit dengan suhu yang sama untuk setiap perlakuan.

3.6 Analisis Biaya Jangka Pendek

Biaya total jangka pendek (total cost) sama dengan biaya tetap ditambah biaya variabel. Besarnya biaya yang dikeluarkan untuk pengadaan alat sangrai dan kompor sebagai medium sumber panas sebesar Rp 9.872.000. Besarnya biaya untuk alat tidak dimasukkan ke dalam biaya pokok karena bukan termasuk ke dalam biaya produksi akan tetapi masuk dalam aktiva tetap. Biaya alat akan dihitung apabila dikeluarkan biaya untuk perawatan dan pemeliharaan.

Biaya tidak tetap yang dihitung terdiri dari biaya bahan bakar, biaya untuk motor listrik dan biaya operator. Biaya bahan bakar adalah biaya pengeluaran yang digunakan untuk pembelian minyak tanah untuk kebutuhan penyangraian. Biji kopi kering diperoleh dari pasar dengan harga Rp. 50.000 per kilogram. Dari hasil perhitungan yang dilakukan diketahui bahwa besarnya biaya yang dikeluarkan untuk pembelian bahan bakar selama proses penyangraian sebesar Rp 185.250 untuk penyangraian 40 kg kopi. Motor listrik digunakan sebagai pemutar drum selama proses penyangraian. Motor listrik yang dipasang adalah motor listrik $\frac{1}{4}$ Hp dengan daya 154 Watt. Dari hasil perhitungan pada lampiran diketahui bahwa besarnya biaya yang dikeluarkan untuk motor listrik sebagai penggerak drum sebesar Rp 42.000. selama 11 jam kerja, sedangkan biaya yang dikeluarkan perjam adalah Rp 53.450. Biaya operator adalah biaya yang dikeluarkan untuk upah operator selama proses penyangraian. Dari hasil perhitungan dapat diketahui bahwa besarnya biaya yang dikeluarkan untuk penyangraian kopi sebesar Rp 1.527.000 selama tujuh hari dengan hasil produksi sebanyak 40 kg.

Dari hasil yang didapat pada percobaan dan setelah penjualan kopi sangrai didapatkan hasil penjualan sebesar Rp 6.000.000 untuk penjualan kopi sangrai sebanyak 40 kg. Harga kopi disesuaikan dengan harga pasar saat ini seharga Rp 150.000/Kg. Sedangkan total biaya pengeluaran sebesar Rp 3.807.950. Diperoleh nilai B/C rasio adalah sebesar 1.58.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan maka ditarik kesimpulan bahwa jumlah panas yang dibutuhkan untuk proses penyangraian berkisar antara 127,67132 – 332,09469 kJ, dengan jumlah panas yang dibutuhkan untuk evaporasi yang berbanding lurus dengan kapasitas penyangraian, yaitu berkisar antara 1968,47 – 21172,946 kJ. Secara ekonomi berdasarkan nilai B/C rasio penyangraian kopi yang dilakukan pada penelitian ini menguntungkan, dengan nilai B/C rasio sebesar 1.58.

Berdasarkan analisis dan dukungan oleh pembahasan yang terbatas pada ruang lingkup penelitian maka dapat dikemukakan beberapa saran terhadap penelitian selanjutnya yaitu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang citarasa kopi bubuk. Perlu pengembangan alat dengan modifikasi misalnya penambahan lubang input dan output untuk memudahkan memasukan bahaan ke dalam drum evaporator maupun saat pengambilan bahan setelah bahan dinyatakan matang. Perlu dipasangkan alat pengontrol suhu otomatis untuk memudahkan pengaturan suhu sesuai dengan kebutuhan.

5. Ucapan Terimakasih

Tim penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Daya dan Mesin Pertanian dan Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri Universitas Mataram yang telah menyediakan tempat dan peralatan yang dibutuhkan serta mendukung penelitian ini sehingga dapat terlaksana dengan baik.

6. Referensi

- Acquaticci, L., Angeloni, S., Cela, N., Galgano, F., Vittori, S., Caprioli, G., & Condelli, N. (2023). Impact of coffee species, post-harvesting treatments and roasting conditions on coffee quality and safety related compounds. *Food Control*, *149*, 109714.
- Bousshine, S., Ouakrouh, M., Bybi, A., Laaroussi, N., Garoum, M., & Tilioua, A. (2022). Acoustical and thermal characterization of sustainable materials derived from vegetable, agricultural, and animal fibers. *Applied Acoustics*, *187*, 108520.
- Buchori, A. (2019). Pengembangan multimedia interaktif dengan pendekatan kontekstual untuk meningkatkan pemecahan masalah kemampuan matematika. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, *6*(1), 104–115.
- Creswell, J. W. (2021). *A concise introduction to mixed methods research*. SAGE publications.
- Day, L., Cakebread, J. A., & Loveday, S. M. (2022). Food proteins from animals and plants: Differences in the nutritional and functional properties. *Trends in Food Science & Technology*, *119*, 428–442.
- Freitas, V. V., Borges, L. L. R., Castro, G. A. D., Almeida, L. F., Crepalde, L. T., dos Barros Kobi, H., Vidigal, M. C. T. R., dos Santos, M. H., Fernandes, S. A., & Maitan-Alfenas, G. P. (2024). Influence of roasting levels on chemical composition and sensory quality of Arabica and Robusta coffee: A comparative study. *Food Bioscience*, *59*, 104171.
- Hegyi, A., Vermeşan, H., Lăzărescu, A.-V., Petcu, C., & Bulacu, C. (2022). Thermal Insulation Mattresses Based on Textile Waste and Recycled Plastic Waste Fibres, Integrating Natural Fibres of Vegetable or Animal Origin. *Materials*, *15*(4), 1348.
- Hidayat, D. D., Sudaryanto, A., Kurniawan, Y. R., Indriati, A., & Sagita, D. (2020). Development and evaluation of drum coffee roasting machine for small-scale enterprises. *INMATEH-Agricultural Engineering*, *60*(1).
- Ihsan, B. R. P., Shalas, A. F., Elisabeth, Y., Claudia, L. M., & Putri, A. R. (2023). Determination of caffeine in Robusta coffee beans with different roasting method using UV-Vis spectrophotometry. *Food Research*, *7*(6), 29–34.
- Liana, E. P., Fiatno, A., & Gusman, D. (2023). Analisis Kinerja Alat Raosting Kopi Kapasitas 2kg Tipe Silinder Horizontal. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, *6*(1), 101–107. <https://doi.org/10.31004/jutin.v6i1.11749>
- Lubis, A., Almaghfirah, S., & Almanda, M. (2024). Performance Test, Noise, and Economic Analysis of Coffee Roasting Machines Rotating Cylinder. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *1290*(1), 012024.
- Muhari, E. H., Sihombing, R. P., Sarungu, Y. T., Marlina, A., Leoanggraini, U., & Hariyadi, T. (2023). Effect of fruit ripening level and roasting temperature on robusta coffee bean quality. *International Journal Applied Technology Research*, *4*(1), 41–52.
- Oladele, I. O., Abiodun Makinde-Isola, B., Agbeboh, N. I., & Iwarere, B. O. (2022). Thermal Stability, Moisture Uptake Potentials and Mechanical Properties of Modified Plant Based Cellulosic Fiber-Animal Wastes Hybrid Reinforced Epoxy Composites. *Journal of Natural Fibers*, *19*(12), 4427–4442. <https://doi.org/10.1080/15440478.2020.1863290>
- Parsaei, M., Hojjati, M., Noshad, M., & Niakousari, M. (2022). The effect of industrial roasting on the physicochemical and sensory characteristics of Arabica and Robusta coffee beans. *Iranian Journal of Biosystems Engineering*, *53*(3), 311–326.
- Rahayuningtyas, A., Ardiasnyah, C. E., Setiyoningrum, F., Sagita, D., Sudaryanto, A., Furqon, M., Nurwidha, F., Arief, D. Z., & Hidayat, D. (2023). Evaluation of Fluidized-Bed and Drum Roaster Performance in Roasting of Robusta Green Bean. *BIO Web of Conferences*, *69*, 03006.
- Ratanasanya, S., Chindapan, N., Polvichai, J., Sirinaovakul, B., & Devahastin, S. (2022). Model-based optimization of coffee roasting process: Model development, prediction, optimization and application to upgrading of Robusta coffee beans. *Journal of Food Engineering*, *318*, 110888.

- Shagwira, H., & Mwema, F. M. (2021). Advances in animal/plant–plastic composites: Preparation, characterization and applications. *Plant and Animal Based Composites; Walter de Gruyter GmbH: Berlin, Germany*, 25–38.
- Sungkowo, H., Azis Prasajo, R., Ayu Amalia, D., Dwi Pramudya, R., Fahmi Hakim, M., & Indra Kurniawan, B. (2023). Rancang Bangun Mesin Sangrai Sampel Biji Kopi Elektrik Kapasitas 250 Gram. *ELPOSYS: Jurnal Sistem Kelistrikan*, 10(3).
- Sutrisno, E., Nurhayati, A., & Apriyanto, M. (2023). Physical and Chemical Properties of Robusta Coffee Beans at Different Temperatures and Roasting Times. *Open Global Scientific Journal*, 2(1), 25–36.
- Tchiotsop, J., Issaadi, N., Poullain, P., Bonnet, S., & Belarbi, R. (2022). Assessment of the natural variability of cob buildings hygic and thermal properties at material scale: Influence of plants add-ons. *Construction and Building Materials*, 342, 127922.