

Analisis Kinerja Pengeringan dan Kelayakan Finansial Usaha Teh Bunga Mawar Berbasis Oven Berbahan Bakar LPG

Drying Performance Analysis and Financial Feasibility of LPG-Fueled Oven-Based Rose Tea Production

Saptya Prawitasari¹, Danu Indra Wardhana^{2*}, Andika Putra Setiawan², Anisa Nurina Aulia¹, Dzhakwan Putra Pangestu¹, Nanda Putri Eryani²

¹Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Jember, Jember 68121, Indonesia

²Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Jember, Jember 68121, Indonesia

*E-mail: danuindra@unmuhjember.ac.id

Diterima: 6 Mei 2026; Disetujui: 11 Agustus 2026

ABSTRAK

Pengeringan merupakan tahap kritis dalam pengolahan teh bunga mawar karena menentukan pencapaian kadar air, penggunaan energi, dan biaya produksi. Penggunaan oven berbahan bakar Liquefied Petroleum Gas (LPG) berpotensi menjadi teknologi pengeringan yang aplikatif bagi usaha kecil dan menengah, tetapi kinerja termal dan kelayakan ekonominya perlu dievaluasi secara terpadu. Penelitian ini bertujuan menganalisis kinerja pengeringan bunga mawar menggunakan oven LPG dan mengevaluasi kelayakan finansial usaha teh bunga mawar. Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan satu perlakuan dan tiga ulangan. Parameter yang dianalisis meliputi perubahan kadar air, rendemen, susut bobot, waktu pengeringan, kebutuhan energi, efisiensi pengeringan, kapasitas efektif, dan konsumsi LPG, sedangkan kelayakan finansial dievaluasi menggunakan Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), Net Benefit Cost Ratio (Net B/C), Break Even Point (BEP), Payback Period (PBP), dan analisis sensitivitas. Hasil menunjukkan kadar air menurun dari $88,31 \pm 0,18\%$ menjadi $8,80 \pm 0,17\%$ selama 313 ± 3 menit pada suhu rata-rata $46,40 \pm 0,40^\circ\text{C}$, dengan rendemen $15,00 \pm 0,22\%$ dan efisiensi pengeringan 8,62%. Kebutuhan energi sebesar $6.769,16 \pm 67,34$ kJ, kapasitas efektif $0,09 \pm 0,002$ kg/jam, dan konsumsi LPG $0,08 \pm 0,002$ kg/jam. Secara finansial, usaha layak dengan NPV Rp7.873.614, IRR 50,93%, Net B/C 2,19, dan PBP 2 tahun 5 bulan. Namun, kadar air akhir masih sedikit di atas batas maksimum SNI 3836:2013 sehingga diperlukan optimasi waktu dan kondisi pengeringan.

Kata kunci: Efisiensi energi; kelayakan finansial; oven LPG; pengeringan; teh bunga mawar.

ABSTRACT

Drying is a critical stage in rose flower tea processing because it determines moisture content, energy use, and production cost. Liquefied Petroleum Gas (LPG)-fired ovens offer a potentially practical drying technology for small and medium-scale enterprises; however, their thermal performance and economic feasibility require integrated evaluation. This study aimed to analyze the drying performance of rose flowers using an LPG-fired oven and evaluate the financial feasibility of rose flower tea production. The study employed an experimental approach with one treatment and three replications. The evaluated parameters included changes in moisture content, yield, weight loss, drying time, energy requirement, drying efficiency, effective drying capacity, and LPG consumption, while financial feasibility was assessed using Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), Net Benefit Cost Ratio (Net B/C), Break Even Point (BEP), Payback Period (PBP), and sensitivity analysis. The results showed that moisture content decreased from $88.31 \pm 0.18\%$ to $8.80 \pm 0.17\%$ within 313 ± 3 min at an average temperature of $46.40 \pm 0.40^\circ\text{C}$, with a yield of $15.00 \pm 0.22\%$ and drying efficiency of 8.62%. The total drying energy requirement was $6,769.16 \pm 67.34$ kJ, with an effective drying capacity of 0.09 ± 0.002 kg/h and LPG consumption of 0.08 ± 0.002 kg/h. Financially, the business was feasible, with an NPV of IDR 7,873,614, IRR of 50.93%, Net B/C of 2.19, and PBP of 2 years and 5 months. However, the final moisture content remained slightly above the maximum limit specified by SNI 3836:2013, indicating the need for further optimization of drying time and operating conditions.

Keywords: energy efficiency; financial feasibility; LPG oven; drying; rose flower tea

PENDAHULUAN

Meningkatnya kesadaran masyarakat global dan domestik akan gaya hidup sehat telah mendorong pergeseran preferensi konsumen ke arah produk-produk pangan fungsional dan herbal (Amalia et al., 2024). Teh herbal, sebagai salah satu kategori produk yang mengalami pertumbuhan pasar yang signifikan karena dianggap memiliki manfaat kesehatan selain kenikmatan sensorik (Carbone et al., 2025). Salah satu jenis teh herbal yang berpotensi dikembangkan adalah teh bunga mawar, karena

memiliki aroma khas serta mengandung senyawa bioaktif seperti antioksidan dan vitamin C yang bermanfaat bagi kesehatan. Di Indonesia, khususnya di daerah sentra produksi bunga seperti Kabupaten Jember, ketersediaan bunga mawar cukup melimpah, namun pemanfaatannya sebagai produk pangan bernilai tambah masih belum optimal. Selama ini bunga mawar lebih banyak dimanfaatkan dalam bentuk segar untuk kebutuhan pemakaman, tata rias dan industri kosmetik (Fariha & Hardjono, 2023). Kabupaten Jember pada tahun 2022 memiliki total produksi sebesar 168.663 tangkai dengan total luas lahan sebesar 12,294 Ha

dan meningkat pada tahun 2023 dengan total produksi sebesar 607.721 tangkai dengan luas lahan sebesar 35,899 Ha (Badan Pusat Statistik Kabupaten Jember, 2024). Tren gaya hidup sehat dan meningkatnya permintaan pasar terhadap produk herbal alami menjadikan teh bunga mawar sebagai peluang usaha yang prospektif (Carbone et al., 2025).

Tantangan utama yang dihadapi oleh Usaha Mikro, Kecil dan Menengah (UMKM) dalam mengolah teh bunga mawar adalah pada proses pengeringan (Azizah et al., 2025). Menurut Wisnumurti et al. (2023) metode pengeringan tradisional dengan penjemuran langsung di bawah sinar matahari memiliki banyak kelemahan antara lain: ketergantungan pada cuaca, adanya potensi kontaminasi, dan penurunan kualitas, dimana paparan sinar ultraviolet berlebih dapat merusak warna dan mendegradasi senyawa bioaktif. Akibatnya, produk yang dihasilkan seringkali memiliki kualitas yang tidak seragam dan daya saing yang rendah (Widodo et al., 2024). Untuk mengatasi permasalahan tersebut, teknologi pengeringan mekanis (oven) menjadi solusi yang menjanjikan. Namun, oven bertenaga listrik seringkali menjadi kendala bagi UMKM karena biaya investasi awal dan biaya operasional yang tinggi. Sebagai alternatif, oven berbahan bakar *Liquified Petroleum Gas* (LPG) menawarkan solusi yang lebih mudah diakses dan ekonomis (Thoriq & Widyasanti, 2019). LPG mudah didapat, harganya relatif stabil, dan dapat menghasilkan panas yang terkontrol untuk proses pengeringan. Meskipun demikian, penerapan teknologi ini memerlukan kajian mendalam untuk memastikan efisiensi dan efektivitasnya, baik dari sisi teknis maupun ekonomis.

Berbagai penelitian terdahulu mengenai pengolahan teh herbal umumnya berfokus pada peningkatan mutu produk melalui optimasi parameter pengeringan, seperti suhu, waktu, laju aliran udara, serta karakteristik fisik dan kimia produk akhir. Penelitian lain lebih banyak mengevaluasi efisiensi berbagai teknologi pengeringan, termasuk *cabinet dryer*, *hot air dryer*, *heat pump dryer*, dan pengering tenaga surya, tanpa mengaitkan kinerja teknis pengeringan dengan aspek kelayakan ekonomi usaha (Onwude et al., 2016; Bhattacharjee et al., 2024; Karyadi et al., 2024; Kaveh et al., 2025). Di sisi lain, analisis kelayakan finansial pada agroindustri umumnya dilakukan secara terpisah menggunakan indikator investasi seperti *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), dan *Benefit-Cost Ratio* (B/C Ratio), sehingga belum memberikan gambaran mengenai keterkaitan antara efisiensi proses pengeringan, konsumsi energi, dan keberlanjutan finansial suatu usaha agroindustri (Fitriani et al., 2018; Astiawati et al., 2022; Wardhana et al., 2025). Oleh karena itu, kajian yang mengintegrasikan evaluasi kinerja pengeringan berbasis energi dengan analisis kelayakan finansial pada pengolahan teh bunga mawar masih sangat terbatas, khususnya pada penerapan oven berbahan bakar LPG yang memiliki potensi sebagai teknologi pascapanen yang sederhana, ekonomis, dan mudah diadopsi oleh usaha kecil dan menengah.

Kesenjangan penelitian tersebut menjadi dasar kebaruan penelitian ini, yaitu evaluasi terpadu terhadap kinerja oven LPG melalui karakterisasi kondisi operasi, perubahan kadar air, kebutuhan energi, efisiensi pengeringan, kapasitas efektif, dan konsumsi bahan bakar, yang selanjutnya dihubungkan dengan kelayakan finansial usaha menggunakan NPV, IRR, Net B/C Ratio, BEP, PBP, dan analisis sensitivitas. Dengan demikian, kontribusi ilmiah penelitian ini terdapat pada pengembangan pendekatan evaluasi terintegrasi yang menghubungkan kinerja teknis oven LPG dengan analisis finansialnya pada produksi teh bunga mawar. Pendekatan tersebut memberikan dasar yang lebih komprehensif untuk menilai kelayakan adopsi teknologi pengeringan berbasis LPG pada agroindustri teh herbal

skala kecil dan menengah. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis kinerja pengeringan bunga mawar menggunakan oven berbahan bakar LPG dan mengevaluasi kelayakan finansial usaha teh bunga mawar.

METODOLOGI

Alat dan Bahan

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah bunga mawar yang berasal dari Desa Karangpring Kecamatan Sukorambi Kabupaten Jember. Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah mesin oven menggunakan bahan bakar LPG dan dilengkapi dengan pemanas *atmosferic burner* serta termometer digital (PID) untuk mengukur suhu ruang oven dan sekaligus digunakan untuk pemantik api otomatis. Bagian ruang pengeringan memiliki dimensi keseluruhan (75 x 50 x 135) cm³. Sedangkan peralatan yang digunakan untuk uji kinerja oven adalah *stopwatch*, meteran, timbangan digital, dan alat tulis, neraca analitik dan oven memmert.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan satu perlakuan, yaitu pengeringan bunga mawar menggunakan oven berbahan bakar LPG pada kondisi operasi yang digunakan dalam penelitian. Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali ulangan untuk memperoleh data kinerja pengeringan yang lebih konsisten. Setiap pengujian dilakukan menggunakan bahan baku bunga mawar pada kondisi proses yang sama, dengan kapasitas oven maksimum 3,2 kg dan bukaan katup LPG sebesar 40%. Kondisi tersebut digunakan untuk memperoleh proses pengeringan yang relatif merata sesuai pengoperasian oven.

Data primer diperoleh melalui pengukuran langsung selama proses pengeringan. Parameter yang diamati meliputi massa bahan, kadar air, dan suhu ruang pengering. Massa bahan diukur pada interval pengamatan selama proses berlangsung, sedangkan suhu ruang pengering dicatat setiap 5 menit menggunakan indikator suhu yang terpasang pada oven. Pengukuran berkala dilakukan untuk memperoleh perubahan suhu dan massa bahan sebagai fungsi waktu hingga proses pengeringan selesai. Kadar air awal dan akhir bunga mawar ditentukan melalui pengujian laboratorium menggunakan metode oven sesuai SNI 01-2891-1992. Konsumsi LPG ditentukan berdasarkan data debit penggunaan bahan bakar pada bukaan katup 40% selama proses pengeringan.

Data dari setiap ulangan digunakan untuk menghitung kadar air, rendemen, susut bobot, kebutuhan energi, efisiensi pengeringan, kapasitas efektif pengeringan, dan konsumsi bahan bakar. Hasil pengukuran dari tiga ulangan kemudian digunakan sebagai dasar evaluasi kinerja oven LPG. Penggunaan tiga ulangan dimaksudkan untuk meningkatkan keterandalan data dan memungkinkan konsistensi hasil pengeringan pada kondisi operasi yang sama untuk dievaluasi. Beberapa parameter kinerja mesin pengering bunga mawar yang dianalisis antara lain:

Kadar Air Bunga Mawar Sebelum dan Sesudah Proses

Perhitungan kadar air metode oven dihitung menggunakan standar SNI 01-2891-1992 dimana kehilangan bobot pada pemanasan 105 °C dianggap sebagai kadar air yang hilang pada sampel (Badan Standardisasi Nasional, 1992).

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{B-C}{B-A} \quad (1)$$

A = berat cawan kosong (gram)

B = berat cawan + sampel sebelum dikeringkan (gram)

C = berat cawan + sampel setelah dikeringkan (gram)

Rendemen dan Susut Bobot Bunga Mawar

Rendemen dan susut bobot dihitung pada persamaan 2 dan 3 (Thoriq & Widyasanti, 2019)

$$\text{Rendemen} = \frac{m_f}{m_0} \times 100 \% \quad (2)$$

$$\text{Susut Bobot} = \frac{m_0 - m_f}{m_0} \times 100 \% \quad (3)$$

Dimana rendemen bunga mawar dalam satuan (%), susut bobot dalam satuan (gram), m_0 adalah bobot awal sampel sebelum pengeringan dan m_f adalah bobot akhir sampel setelah pengeringan.

Energi untuk Memanaskan dan Menaikkan Suhu Bahan (Q₁)

Energi untuk memanaskan dan menaikkan suhu bahan menggunakan persamaan 4 (Alit & Susana, 2025)

$$Q_1 = m_0 \times C_p \times (T_r - T_1) \quad (4)$$

Dimana Q_1 adalah energi untuk memanaskan dan menaikkan suhu bahan (kJ), T_r adalah suhu rata-rata selama proses pengeringan ($^{\circ}\text{C}$), T_1 adalah suhu awal ruang pengering ($^{\circ}\text{C}$) dan C_p adalah panas spesifik bahan (kJ/kg $^{\circ}\text{C}$) yang dihitung menggunakan persamaan 5 (Ulya et al., 2024) :

$$C_p = 4.187 \times (0.6 \times K_a + 0.4) \quad (5)$$

Nilai C_p merupakan kalor spesifik bunga (J/kg $^{\circ}\text{C}$) dan K_a = Kadar air bunga (%).

Energi untuk Menguapkan Air Bahan (Q₂)

Energi untuk menguapkan air bahan dihitung menggunakan persamaan 6 (Alit & Susana, 2025) :

$$Q_2 = m_u \times H_{fg} \quad (6)$$

Nilai Q_2 merupakan energi untuk menguapkan air bahan (kJ), H_{fg} adalah panas laten penguapan bahan pada suhu rata-rata pengeringan (kJ/kg) yang diperoleh dari tabel properti termodinamika pada suhu rata-rata ruang pengering, m_u adalah bobot uap air bunga mawar.

Kebutuhan Energi untuk Proses Pengeringan Bunga Mawar

Kebutuhan energi untuk proses pengeringan bunga mawar merupakan penjumlahan dari nilai Q_1 dan nilai Q_2 (Alit & Susana, 2025).

Energi Pembakaran LPG (Q_g)

Jumlah panas yang digunakan selama proses pengeringan (Q_g) dihitung berdasarkan massa bahan bakar LPG yang digunakan dan nilai kalor LPG. Massa bahan bakar ditentukan dari selisih massa tabung LPG sebelum dan sesudah proses pengeringan, dengan terlebih dahulu mengetahui massa tabung kosong. Nilai kalor LPG yang digunakan dalam perhitungan adalah sebesar 47120,8 kJ/kg mengacu pada data Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi (Dirjen Migas, 2024). Besarnya energi panas kemudian dihitung menggunakan persamaan 7 (Alit & Susana, 2025) :

$$Q_g = m_{bb} \times N_{kbb} \quad (7)$$

Dimana m_{bb} adalah selisih massa tabung gas sebelum proses pengeringan dan sesudah pengeringan. N_{kbb} adalah nilai kalor LPG.

Efisiensi Pengeringan (η_p) dan Konsumsi Energi Spesifik

Efisiensi pengeringan dan Konsumsi energi spesifik dilakukan menggunakan persamaan 8 dan 9 (Alit & Susana, 2025)

$$\eta_p = \frac{Q_3}{Q_g} \times 100 \quad (8)$$

$$KES = \frac{Q_g}{mu} \quad (9)$$

Kapasitas Efektif Pengeringan

Kapasitas efektif menunjukkan kemampuan oven dalam melakukan proses pengeringan bunga mawar persatuan waktu. Kapasitas efektif pengeringan dihitung menggunakan persamaan 10 (Wulandani & Utari, 2013) :

$$K_{ep} = \frac{mf}{\Delta t} \quad (10)$$

K_{ep} merupakan kapasitas efektif pengeringan (kg/jam), mf adalah berat bunga mawar setelah proses pengeringan (kg) dan Δt adalah waktu pengeringan bunga mawar (detik).

Laju Konsumsi Bahan Bakar LPG

Laju konsumsi bahan bakar LPG merupakan banyaknya bahan bakar yang digunakan selama proses pengeringan persatuan waktu yang dihitung menggunakan persamaan 11 (Wulandani & Utari, 2013) :

$$V_g = \frac{(B_{g1} - B_{tg}) - (B_{g2} - B_{tg})}{\Delta t} \quad (11)$$

V_g adalah konsumsi bahan bakar LPG (kg/jam), B_{g1} adalah berat tabung gas+isi sebelum pengeringan (kg), B_{g2} adalah berat tabung gas+isi setelah proses pengeringan (kg), dan B_{tg} adalah berat tabung gas kosong (kg).

Laju Penurunan Berat Bunga Mawar selama Proses Pengeringan (Wulandani & Utari, 2013)

Laju penurunan berat bunga mawar selama proses pengeringan merupakan berkurangnya berat bunga mawar selama proses pengeringan persatuan waktu yang dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\frac{dM}{dt} = \frac{mf - m_0}{\Delta t} \quad (12)$$

Analisis NPV

Net Present Value adalah nilai bersih yang merupakan selisih antara present value manfaat dan present value biaya.

$$NPV = \sum \frac{Bt - Ct}{(1+i)} \quad (13)$$

Dimana :

Bt = Penerimaan yang diperoleh dari tahun t

Ct = Biaya yang dikeluarkan pada tahun t

N = Umur teknis proyek

t = Tahun proyek

i = Discount rate / tingkat suku bunga

Analisis IRR

Metode pengukuran Internal Rate of Return (IRR) dilakukan dengan melakukan uji coba secara terus menerus dengan menggunakan interpolasi antar suku bunga yang menghasilkan Net Present Value (NPV) negatif yang kecil. Nilai percobaan pertama dan kedua untuk tingkat *discount rate* dinotasikan sebagai I_1 dan I_2 . Nilai percobaan pertama untuk NPV dilambangkan dengan NPV_1 dan yang kedua dilambangkan dengan NPV_2 , Asalkan salah satu dari NPV tidak jauh dari nol, maka perkiraan IRR yang terdekat dapat diperoleh dengan memecahkan persamaan berikut :

$$IRR = i' \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} (i' - i'') \quad (14)$$

Keterangan:

NPV1 = *Net Present Value* yang bernilai positif kecil

NPV2 = *Net Present Value* yang bernilai negatif kecil

i' = *Discount rate* yang menghasilkan NPV positif terkecil

i'' = *Discount rate* yang menghasilkan NPV negatif terkecil.

Net Benefit/Cost Ratio (Net B/C Ratio)

$$Net \frac{B}{C} Ratio = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}} \quad (15)$$

Keterangan

B= Keuntungan

C= biaya

i = *discount rate* (suku bunga)

t= periode

Break Even Point (BEP)

BEP merupakan titik kritis dimana total pendapatan sama dengan total biaya. BEP dapat ditentukan berdasarkan tingkat produksi. BEP atas dasar produksi:

$$BEP_{(V)} = \frac{FC}{P-V} \quad (16)$$

Keterangan:

FC = Biaya tetap (Rp)

VC = Biaya tidak tetap (Rp)

C = Produksi (Kg)

P = Unit penjualan (Rp)

S = Penjualan total (Rp)

V = Biaya variabel per satuan (Rp)

Pay Back Period (PBP)

$$PBP = \frac{Investasi}{Kas Bersih/tahun} \times 1 \text{ tahun} \quad (17)$$

Kriteria penilaian:

PBP > periode maksimum: usaha tidak layak

PBP < periode maksimum: usaha layak

Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas digunakan untuk mengetahui sejauh mana analisis kelayakan bisnis tetap dapat dijalankan jika tujuan dan kendala, serta nilai variabelnya berubah. Metode yang digunakan untuk pengujian sensitivitas adalah metode *switching value* (nilai pengganti). Analisis nilai pengganti digunakan untuk mengetahui sejauh mana perubahan nilai penjualan dan biaya variabel yang akan menghasilkan keuntungan normal, yaitu *Net B/C Ratio* sama dengan 1 NPV dengan 0 atau mendekati, IRR sama dengan tingkat suku bunga yang berlaku dan PBP sama dengan periode yang digunakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konstruksi Teknologi Oven LPG

Pengeringan sampel bunga mawar dilakukan dengan menggunakan mesin oven dengan bahan bakar LPG. Komponen dari mesin oven LPG terdapat pada Gambar 1.

Mesin oven LPG adalah inovasi teknologi pengeringan bunga mawar berbasis sistem tertutup yang dirancang untuk meningkatkan mutu dan efisiensi proses produksi teh bunga mawar. Oven ini menggunakan susunan 4 rak dengan bahan plat aluminium berlubang. Sistem pemanas menggunakan *atmosferic burner* dengan dual solenoid. Terdapat termometer digital (PID) untuk mengukur suhu ruang oven dan sekaligus digunakan sebagai pemanasan otomatis dilengkapi dengan blower 40 watt 220 volt dengan bahan konstruksi pipa profil kotak dan plat besi yang dilengkapi peredam panas *glasswool* ketebalan 2 cm dan dilengkapi box panel listrik untuk kontrol. Dengan sistem otomatisasi ini,

suhu dapat dikendalikan pada rentang 50– 70°C dengan kelembapan relatif di bawah 15%, sehingga pengeringan berlangsung optimal tanpa merusak kandungan bioaktif, warna, maupun aroma alami bunga mawar. Kapasitas mesin oven LPG yang dikembangkan adalah 2.800 gr/batch, disesuaikan dengan kebutuhan produksi usaha teh bunga mawar. Pada aplikasinya mesin ini mampu mengeringkan bunga mawar sejumlah 3.200 gram/batch selama 5 jam.



Gambar 1. Komponen mesin oven LPG

Deskripsi:

1. Lampu Kuning: Indikator busi pemantik dan listrik masuk
2. Lampu Merah: tanda alarm jika *burner* tidak menyala
3. Lampu Biru: indikator *burner* menyala
4. *Airflow*: untuk sirkulasi udara dari bawah ke atas di dalam ruangan oven
5. *Ignition*: pematik *burner*
6. LCD: untuk mengetahui suhu ruang dan suhu mesin
7. Tombol untuk mengatur suhu
8. Rak/*trayer*
9. *Blower*
10. Indikator tekanan gas
11. Pengatur tekanan gas
12. Selang gas
13. Pipa tembaga saluran gas
14. Tungku *burner*
15. Modul pemantik sensor dan alarm
16. Kipas pendorong *burner*
17. Kabel *grounding*
18. Kabel power

Tabel 1. Kinerja proses mesin oven LPG

No	Komponen	Hasil (Mean $\pm$ SD)	Satuan
1	Bobot awal	3,2 $\pm$ 0,22	Kg
2	Bobot akhir	0,48 $\pm$ 0,01	Kg
3	Kadar air bahan awal (b/b)	88,31 $\pm$ 0,18	%
4	Kadar air bahan setelah proses (b/b)	8,80 $\pm$ 0,17	%
5	Rendemen	15,00 $\pm$ 0,22	%
6	Susut Bobot	85,00 $\pm$ 0,22	%
7	Waktu pengeringan	313 $\pm$ 3	menit
8	Panas spesifik mawar Energi untuk memanaskan dan menaikkan suhu bahan (Q1)	3,89	kJ/kg ⁰ C
9	Bobot uap air mawar Panas laten	266,61	kJ
10	penguapan bahan pada suhu rata-rata Energi untuk menguapkan air bahan (Q2)	2,72	Kg
11	Kebutuhan energi untuk proses pengeringan (Q3)	2.390,64	kJ/kg
12	Laju penurunan berat sampel selama proses pengeringan	6.502,54	kJ
13	Energi pembakaran LPG (Qg)	6.769,16 $\pm$ 67,34	kJ
14	Suhu awal ruang pemanggang	8,69 $\pm$ 0,11	gram/ menit
15	Suhu akhir ruang pemanggang	78.467,07	kJ
16	Suhu ruang rata-rata Efisiensi pengeringan η_p	25	⁰ C
17	Konsumsi energi spesifik (KES)	50	⁰ C
18	Kapasitas efektif pengeringan (Kep)	46,40 $\pm$ 0,40	⁰ C
19	Laju konsumsi bahan bakar LPG (Vg)	8,62	%
20		6.894,88	kJ/kg uap air
21		0.09 $\pm$ 0,002	kg/jam
22		0.08 $\pm$ 0,002	kg/jam

Sumber: Data primer diolah (2026)

Hasil pengujian tiga kali ulangan menunjukkan bahwa proses pengeringan bunga mawar menggunakan oven berbahan bakar LPG berlangsung relatif konsisten. Kadar air bahan menurun dari 88,31 $\pm$ 0,18% menjadi 8,80 $\pm$ 0,17%, dengan massa bahan berkurang dari 3,20 $\pm$ 0,02 kg menjadi 0,48 $\pm$ 0,01 kg. Penurunan massa tersebut menghasilkan rendemen sebesar 15,00 $\pm$ 0,22% dan susut bobot sebesar 85,00 $\pm$ 0,22%. Proses pengeringan berlangsung selama 313 $\pm$ 3 menit pada suhu rata-rata 46,60 $\pm$ 0,40⁰C. Laju penurunan massa, kebutuhan energi pengeringan, kapasitas efektif, dan konsumsi LPG masing-masing sebesar 8,69 $\pm$ 0,11 g/min, 6.769,16 $\pm$ 67,34 kJ, 0,090 $\pm$ 0,002 kg/jam, dan 0,080 $\pm$ 0,002 kg/jam. Nilai simpangan yang relatif kecil pada parameter utama menunjukkan konsistensi proses pengeringan pada kondisi operasi yang sama.

Laju Penurunan Kadar Air Bunga Mawar dan Profil Suhu Selama Proses Pengeringan

Laju penurunan berat sampel dihitung berdasarkan penurunan kadar air bahan selama proses pengeringan. Penguapan kadar air yang terjadi selama proses pengeringan menyebabkan berat bunga mawar menurun. Pada penelitian ini sampel mawar basah diuji untuk mengetahui kadar air awal pada bahan. Kadar air bahan awal (b/b) yaitu 88,31 $\pm$ 0,18%, sedangkan setelah proses pengeringan memiliki kadar air 8,80 $\pm$ 0,17%. Tingginya kadar air pada sampel mawar segar dapat dipengaruhi oleh tingkat maturitas atau stadium panen (Wanjiku et al., 2023). Pengujian kadar air bahan setelah proses pengeringan diperlukan untuk meningkatkan umur simpan dan mempertahankan kualitas bahan selama proses penyimpanan (Hely et al., 2018).

Penurunan kadar air dari 88,31 $\pm$ 0,18% menjadi 8,80 $\pm$ 0,17% menunjukkan bahwa oven berbahan bakar LPG mampu menyediakan panas yang cukup untuk mendorong penguapan air dari jaringan bunga mawar. Pada proses pengeringan konvektif, energi panas dari pembakaran LPG ditransfer ke udara pengering dan selanjutnya dari udara ke permukaan bahan melalui konveksi. Panas tersebut kemudian merambat ke bagian dalam jaringan bunga melalui konduksi, meningkatkan tekanan uap air di dalam bahan dan mendorong perpindahan air menuju permukaan. Air yang telah mencapai permukaan selanjutnya diuapkan dan dibawa keluar dari ruang pengering oleh aliran udara.

Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar air bunga mawar kering yang diperoleh setelah proses pengeringan sebesar 8,80 $\pm$ 0,17% (basis basah). Nilai ini sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan batas maksimum kadar air pada produk teh kering yang ditetapkan oleh (Badan Standardisasi Nasional, 2013) dalam SNI 3836:2013, yaitu sebesar 8%. Dengan demikian, kadar air akhir produk dapat dikategorikan mendekati batas standar, tetapi belum dapat dinyatakan memenuhi persyaratan mutu. Selisih sebesar 0,8% menunjukkan bahwa proses pengeringan masih memerlukan penyempurnaan untuk mencapai kadar air yang dipersyaratkan.

Beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa kadar air akhir bahan hasil pengeringan bunga dapat bervariasi tergantung pada metode dan kondisi pengeringan yang digunakan. Penelitian oleh Karyadi et al. (2024) melaporkan bahwa kadar air akhir kelopak mawar yang dikeringkan dengan metode yang berbeda dapat berada pada kisaran 5–12% (basis basah), sehingga nilai kadar air hasil pengeringan seringkali dipengaruhi oleh suhu, waktu pengeringan, serta distribusi panas selama proses berlangsung. Oleh karena itu, kadar air sebesar 8,80 $\pm$ 0,17% pada penelitian ini masih berada dalam rentang kadar air produk mawar kering yang dilaporkan pada penelitian

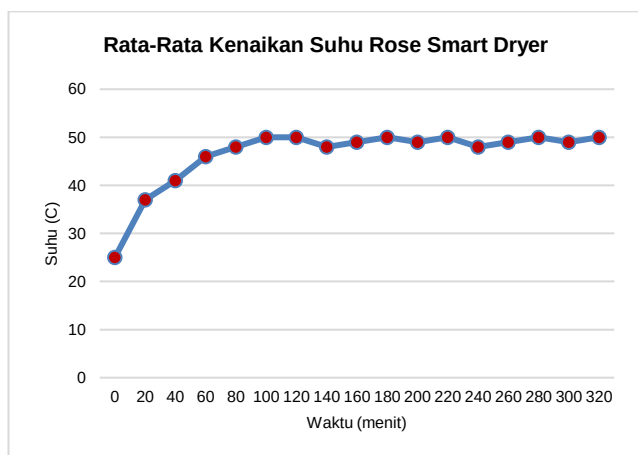
sebelumnya, meskipun sedikit melebihi batas maksimum standar teh kering.

Kenaikan suhu pada mesin oven LPG dapat dilihat pada Gambar 2. Suhu awal mesin pengering yakni 25°C dan dicatat kenaikannya setiap 20 menit. Pada pengeringan sampel mawar suhu yang dikehendaki yakni 50°C . Hal ini dikarenakan pada suhu tersebut tepat untuk mempertahankan warna dan kandungan fenolik dibandingkan suhu tinggi (Xu et al., 2022). Selama 20 menit sekali pintu mesin pengering dibuka untuk meratakan mawar, selama itu suhu mesin mengalami penurunan dan dilakukan pencatatan sehingga diperoleh rata-rata suhu pengering $46,60 \pm 0,40^{\circ}\text{C}$.

Suhu ruang pengering sebesar $46,60 \pm 0,40^{\circ}\text{C}$ menunjukkan bahwa proses berlangsung pada kondisi suhu relatif rendah untuk proses pengeringan. Kondisi ini memberikan energi panas yang cukup untuk menguapkan air tanpa menggunakan suhu tinggi yang berpotensi mempercepat degradasi komponen sensitif pada bunga mawar. Karyadi et al. (2024) menunjukkan bahwa metode pengeringan memberikan pengaruh terhadap karakteristik fisik dan kimia teh mawar; pada pengeringan kabinet, karakteristik pengeringan dapat dijelaskan menggunakan model kinetika orde pertama. Hasil tersebut memperkuat bahwa karakteristik perpindahan air pada bunga mawar tidak hanya ditentukan oleh suhu, tetapi juga oleh kondisi bahan dan mekanisme transportasi air selama pengeringan. Dibandingkan dengan penelitian Kaveh et al. (2025), yang mengevaluasi pengeringan bunga mawar menggunakan metode konvektif pada suhu $50\text{--}70^{\circ}\text{C}$, penelitian ini menggunakan suhu operasi yang lebih rendah, yaitu sekitar $46,60 \pm 0,40^{\circ}\text{C}$. Perbedaan kondisi tersebut menunjukkan bahwa oven LPG yang digunakan dalam penelitian ini dapat mencapai kadar air akhir yang mendekati batas mutu teh kering dengan kondisi suhu yang relatif rendah untuk proses pengeringan.

Rendemen dan Bobot Bunga Mawar

Pada percobaan ini mesin mampu menampung sampel mawar sebanyak 3,2 kg/batch. Terdapat 4 trayer pada mesin pengering, masing-masing trayer menampung 0,8 kg sampel mawar. Berdasarkan hasil percobaan, dari sampel mawar basah 3,2 kg selama proses pengeringan menghasilkan sebanyak 0,48 kg sampel mawar kering. Hal ini sejalan dengan penelitian Yanel et al. (2024) bahwa pengeringan menyebabkan sampel mengalami penurunan berat. Rendemen mawar setelah proses pengeringan yaitu 15% dan susut bobot sebesar $85,00 \pm 0,22$. Kadar air yang tinggi pada mawar yaitu $88,31 \pm 0,18\%$ menyebabkan nilai susut bobot yang besar pula (Vishwanatah et al., 2025).



Gambar 2. Lama Waktu Pengeringan dan Rata-Rata Suhu Mesin Oven LPG

Pada proses pengeringan bunga mawar, hubungan antara kadar air dan susut bobot bersifat berbanding lurus. Semakin besar penurunan kadar air selama pengeringan, maka semakin besar pula susut bobot yang terjadi. Hal ini disebabkan karena sebagian besar komponen yang hilang selama proses pengeringan adalah air bebas dan air terikat yang terdapat dalam jaringan kelopak mawar. Ketika panas diberikan melalui mesin pengering, air di dalam bahan mengalami penguapan sehingga massa total bahan berkurang (Chen et al., 2022).

Kinerja Proses Pengeringan

Pada penelitian ini, bunga mawar segar memiliki kadar air awal sebesar $88,31 \pm 0,18\%$ (basis basah) dengan berat bahan awal $3,2 \pm 0,22$ kg. Setelah proses pengeringan menggunakan mesin oven LPG, kadar air sampel menurun menjadi $8,80 \pm 0,17\%$, dengan berat akhir bahan sebesar $0,48 \pm 0,01$ kg. Rendemen sebesar 15% dan susut bobot sebesar $85,00 \pm 0,22\%$, juga mengindikasikan bahwa sebagian besar massa bahan yang hilang merupakan air yang teruapkan selama proses pengeringan.

Kinerja mesin pengering bunga mawar dapat dianalisis melalui parameter kebutuhan energi pengeringan, laju penguapan air, serta konsumsi bahan bakar selama proses pengeringan. Berdasarkan hasil perhitungan, energi yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu bahan (Q1) sebesar 266,61 kJ, sedangkan energi yang digunakan untuk proses penguapan air dari bahan (Q2) mencapai 6502,54 kJ dengan bobot uap air yang dihasilkan sebesar 2,72 kg dan panas laten penguapan bahan sebesar 2390,64 kJ/kg. Total kebutuhan energi untuk proses pengeringan (Q3) sebesar $6.769,16 \pm 67,34$ kJ, yang menunjukkan bahwa sebagian besar energi pengeringan digunakan untuk proses penguapan air dari jaringan bahan.

Laju penurunan massa sebesar $8,69 \pm 0,11$ gram/menit menunjukkan bahwa penguapan air berlangsung relatif stabil selama proses pengeringan. Pada tahap awal, kandungan air yang relatif tinggi menyebabkan tekanan uap antara bahan dan udara pengering cukup besar sehingga perpindahan massa berlangsung lebih cepat. Seiring menurunnya kadar air, air yang tersisa semakin sulit bermigrasi dari bagian dalam jaringan ke permukaan sehingga laju pengeringan cenderung menurun. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Kaveh et al. (2025) yang melaporkan bahwa proses pengeringan bunga mawar dipengaruhi oleh mekanisme perpindahan panas dan massa, dimana energi panas yang diberikan selama pengeringan sebagian besar digunakan untuk menguapkan air dari jaringan tanaman. Peningkatan suhu pengeringan dapat mempercepat laju penguapan air sehingga waktu pengeringan menjadi lebih singkat dan efisiensi energi meningkat. Selain itu, konsumsi energi pengeringan berkaitan erat dengan jumlah air yang diuapkan dari bahan selama proses berlangsung.

Kebutuhan energi pengeringan sebesar $6.769,16 \pm 67,34$ kJ menunjukkan besarnya energi yang diperlukan untuk mengurangi kandungan air bahan selama proses pengeringan. Energi tersebut tidak seluruhnya digunakan untuk penguapan air karena sebagian panas hilang melalui dinding ruang pengering, udara buang, komponen oven, dan pemanasan bahan. Oleh karena itu, efisiensi pengeringan sebesar 8,62% menunjukkan bahwa masih terdapat proporsi energi yang belum dikonversi menjadi energi efektif untuk penguapan air. Kondisi tersebut merupakan karakteristik penting pada sistem pengering berbasis pembakaran langsung karena efisiensi sangat dipengaruhi oleh perpindahan panas antara sumber panas, udara pengering, dan bahan serta kehilangan panas dari sistem.

Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan efisiensi oven tidak harus dilakukan dengan menaikkan suhu pengeringan,

tetapi dapat diarahkan pada pengurangan kehilangan panas dan peningkatan kontak antara udara panas dengan bahan. Perbaikan isolasi ruang pengering, pengaturan distribusi aliran udara, pengendalian laju pembakaran LPG, dan pemanfaatan kembali sebagian panas udara buang berpotensi meningkatkan pemanfaatan energi tanpa meningkatkan beban termal bahan. Kaveh et al. (2025) juga menempatkan konsumsi energi dan hubungan antara panas, kerja, dan suhu sebagai parameter penting dalam mengevaluasi teknologi pengeringan bunga mawar, menunjukkan bahwa efisiensi energi perlu dipertimbangkan bersama kualitas produk dalam pemilihan teknologi pengeringan.

Analisis Kehilangan Panas

Efisiensi pengeringan oven LPG sebesar 8,62% menunjukkan bahwa hanya sebagian energi input yang teridentifikasi sebagai energi efektif untuk proses penguapan air. Selisih sebesar 91,38% tidak dapat secara langsung dikategorikan seluruhnya sebagai kehilangan panas karena energi input juga digunakan untuk memanaskan bahan, rak, dinding ruang pengering, dan komponen oven. Selain itu, sebagian energi dapat terbawa oleh udara keluar dan berpindah ke lingkungan melalui dinding, pintu, sambungan, serta bagian lain dari ruang pengering. Oleh karena itu, nilai tersebut lebih tepat diinterpretasikan sebagai proporsi energi masuk yang belum terkonversi menjadi energi efektif penguapan air. Pada pengeringan konvektif, rendahnya efisiensi energi dapat berkaitan dengan kebutuhan energi untuk memanaskan sistem serta kehilangan panas dan energi melalui aliran udara buang. Kaveh et al. (2025) menunjukkan bahwa teknologi dan kondisi operasi pengeringan berpengaruh nyata terhadap konsumsi energi dan efisiensi energi pada pengeringan bunga mawar.

Secara termal, energi kimia LPG dikonversi menjadi energi panas melalui pembakaran dan kemudian ditransfer ke udara pengering. Panas tersebut berpindah dari udara ke permukaan bahan melalui konveksi dan selanjutnya menuju bagian internal bahan melalui konduksi. Pada saat yang sama, air bergerak dari bagian internal menuju permukaan bahan akibat adanya gradien kadar air dan tekanan uap, kemudian diuapkan ke lingkungan pengering. Pada tahap lanjut pengeringan, perpindahan air menjadi semakin terbatas karena kandungan air menurun dan hambatan perpindahan massa internal meningkat. Penelitian pada bunga mawar menunjukkan bahwa peningkatan temperatur dapat meningkatkan laju penghilangan air dan mempercepat proses pengeringan karena meningkatkan perpindahan panas dan massa antara udara pengering dan bahan (Kaveh et al., 2025).

Dalam sistem oven LPG yang digunakan pada penelitian ini, energi yang tidak teridentifikasi sebagai energi efektif penguapan berpotensi berasal dari beberapa jalur, yaitu pemanasan komponen oven, kehilangan panas melalui dinding ruang pengering, perpindahan panas dari permukaan oven pada lingkungan, kebocoran udara panas melalui pintu dan sambungan, serta energi yang terbawa oleh udara keluar. Namun demikian, kontribusi kuantitatif masing-masing komponen tersebut belum dapat dipisahkan karena penelitian ini belum melakukan pengukuran temperatur permukaan oven, temperatur udara masuk dan keluar, laju aliran udara, serta karakteristik termal setiap komponen. Dengan demikian, 91,38% tersebut tidak digunakan sebagai estimasi kehilangan panas spesifik, tetapi sebagai indikasi adanya energi input yang belum termanfaatkan secara efektif dalam proses pengeringan.

Temuan tersebut menunjukkan bahwa peningkatan efisiensi energi dapat diarahkan pada pengurangan kehilangan panas dan peningkatan efektivitas transfer panas

pada bahan. Salah satu modifikasi yang potensial adalah peningkatan isolasi termal pada dinding, bagian atas, pintu, dan sambungan ruang pengering. Isolasi yang lebih baik dapat mengurangi perpindahan panas dari ruang pengering menuju lingkungan dan membantu mempertahankan temperatur operasi sehingga energi dari LPG dapat lebih banyak dimanfaatkan untuk pengeringan. Selain itu, pengurangan kebocoran udara panas dan peningkatan keseragaman distribusi udara di dalam ruang pengering berpotensi meningkatkan pemanfaatan energi. Strategi tersebut relevan karena penelitian terdahulu pada bunga mawar menunjukkan bahwa efisiensi energi sangat dipengaruhi oleh karakteristik teknologi pengeringan dan kondisi operasi yang digunakan (Kaveh et al., 2025).

Kapasitas Efektif dan Laju Konsumsi LPG

Kapasitas efektif pengeringan merupakan banyaknya sampel yang dikeringkan persatuan waktu proses pengeringan. Konsumsi LPG merupakan banyaknya gas yang terpakai selama proses pengeringan berlangsung. Selama proses pengeringan, mesin memiliki kapasitas efektif pengeringan sebesar 0,09 kg/jam, dengan laju konsumsi bahan bakar LPG sebesar 0,08 kg/jam dan menghasilkan energi pembakaran LPG sebesar 78.467,07 kJ. Proses pengeringan sampel bunga mawar yakni selama 313 ± 3 menit, nilai kapasitas efektif ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain kapasitas ruang pengering, distribusi panas di dalam ruang pengering, serta kadar air awal bahan yang relatif tinggi sehingga membutuhkan waktu pengeringan yang lebih lama untuk mencapai kadar air akhir yang diinginkan.

Nilai kapasitas pengeringan dan konsumsi bahan bakar tersebut menunjukkan bahwa proses pengeringan dipengaruhi oleh keseimbangan antara suplai energi panas dan kebutuhan energi untuk menguapkan air dari bahan. Penelitian Kaveh et al. (2025) mengenai teknologi pengeringan bunga menunjukkan bahwa kapasitas pengering dan konsumsi energi sangat dipengaruhi oleh sistem pemanasan, aliran udara, serta karakteristik bahan yang dikeringkan. Sistem pengering yang memiliki distribusi panas yang baik akan mampu meningkatkan kapasitas pengeringan sekaligus menekan konsumsi energi selama proses berlangsung. Selain itu, penelitian Salamatullah et al. (2024) juga melaporkan bahwa efisiensi sistem pengeringan bunga mawar sangat dipengaruhi oleh metode pengeringan dan pengendalian suhu, yang berperan dalam meningkatkan kinerja pengering serta efisiensi penggunaan energi.

Kapasitas efektif sebesar $0,090 \pm 0,002$ kg/jam dan konsumsi LPG sebesar $0,080 \pm 0,002$ kg/jam menunjukkan bahwa kinerja oven perlu dipertimbangkan bersama kapasitas produksi dan biaya energi dalam penerapan pada skala usaha kecil menengah. Konsumsi bahan bakar merupakan salah satu komponen biaya operasional yang secara langsung memengaruhi biaya pengeringan dan pada akhirnya memengaruhi kelayakan finansial usaha. Dengan demikian, keberhasilan teknologi pengeringan tidak cukup dinilai berdasarkan kemampuan mencapai kadar air target, tetapi perlu dievaluasi secara terpadu berdasarkan kualitas proses, kebutuhan energi, kapasitas pengolahan, konsumsi bahan bakar, dan konsekuensi ekonominya.

Integrasi antara evaluasi teknis dan finansial dalam penelitian ini memberikan perspektif yang lebih komprehensif terhadap adopsi oven LPG pada agroindustri teh bunga mawar. Hasil tersebut menunjukkan bahwa optimasi teknologi pada penelitian selanjutnya perlu diarahkan tidak hanya pada peningkatan efisiensi pengeringan, tetapi juga pada pengurangan konsumsi LPG, peningkatan kapasitas pengeringan, dan pengendalian biaya produksi sehingga peningkatan kinerja teknis dapat

memberikan manfaat ekonomi yang nyata bagi pelaku usaha.

Analisis Kelayakan Finansial

Suatu usaha didirikan untuk memperoleh keuntungan agar dapat mempertahankan usahanya, maka usaha dapat dikatakan layak jika usaha tersebut bisa memenuhi kriteria investasi dan memperoleh keuntungan sesuai dengan yang diharapkan. Dalam penelitian ini, asumsi yang digunakan disusun berdasarkan kondisi riil usaha teh mawar, meliputi kapasitas produksi, frekuensi produksi, biaya tenaga kerja, umur ekonomis peralatan, serta estimasi penerimaan usaha. Menurut Husnan dan Suwarsono (2019), penyusunan asumsi yang realistis akan menghasilkan estimasi arus kas yang lebih akurat sehingga keputusan investasi menjadi lebih dapat dipertanggungjawabkan. Pada analisis kelayakan finansial ini terdapat beberapa asumsi terkait biaya investasi, biaya operasional dan lain-lain, serta harga jual dan penerimaan yaitu pada Tabel 2.

Umur ekonomis peralatan merupakan salah satu asumsi penting dalam analisis kelayakan finansial karena menentukan besarnya biaya penyusutan (depresiasi), kebutuhan reinvestasi, serta besarnya arus kas yang dikeluarkan selama umur proyek. Dalam penelitian ini, umur ekonomis setiap peralatan ditetapkan berdasarkan karakteristik penggunaan, intensitas operasional, dan perkiraan masa manfaat ekonominya. Pendekatan ini digunakan agar analisis arus kas dapat menggambarkan kondisi operasional usaha secara lebih realistis selama periode investasi.

Komponen investasi terbesar adalah mesin pengering mawar dengan nilai investasi awal sebesar Rp10.000.000 yang dikeluarkan pada tahun ke-0. Mesin ini diasumsikan memiliki umur ekonomis minimal lima tahun, sehingga selama periode analisis tidak memerlukan penggantian atau reinvestasi. Hal tersebut menunjukkan bahwa mesin pengering merupakan aset tetap utama yang memiliki daya tahan tinggi dan dirancang untuk penggunaan jangka panjang. Meskipun tidak dilakukan reinvestasi selama lima

tahun, mesin tetap memerlukan pemeliharaan rutin agar kapasitas dan kualitas pengeringan tetap optimal. Brigham & Houston (2022) menjelaskan bahwa aset tetap dengan nilai investasi yang besar umumnya memiliki umur manfaat lebih panjang dibandingkan peralatan pendukung, sehingga biaya pemeliharaan lebih diutamakan daripada penggantian aset selama masih mampu beroperasi secara efisien.

Berbeda dengan mesin pengering, mesin sealer memiliki nilai investasi yang relatif kecil, yaitu Rp. 276.000, dengan umur ekonomis selama tiga tahun. Oleh karena itu, pada tahun ketiga dilakukan reinvestasi sebesar nilai investasi awal sebagai bentuk penggantian alat yang telah mengalami penurunan kinerja akibat penggunaan secara terus-menerus. Penggantian mesin sealer diperlukan untuk menjaga kualitas pengemasan produk, karena kemasan yang rapat dan kedap udara berpengaruh terhadap mutu, keamanan pangan, dan umur simpan teh mawar.

Peralatan pendukung berupa panci, baskom, dan gunting memiliki total nilai investasi sebesar Rp. 213.500 dengan umur ekonomis selama 2 tahun. Selama periode analisis dilakukan reinvestasi pada tahun ke-2 dan tahun ke-4 sesuai dengan masa manfaat peralatan tersebut. Umur ekonomis yang relatif pendek disebabkan oleh tingginya frekuensi penggunaan serta kondisi operasional yang menyebabkan keausan lebih cepat dibandingkan mesin utama. Walaupun nilai investasinya relatif kecil, keberadaan peralatan ini sangat penting karena digunakan dalam proses sortasi, pencucian, penirisan, hingga pengemasan bahan baku. Oleh sebab itu, penggantian secara berkala menjadi bagian dari strategi pemeliharaan untuk menjaga kelancaran proses produksi. Sementara itu, timbangan kue memiliki nilai investasi sebesar Rp45.000 dengan umur ekonomis selama lima tahun, sehingga penggantian dilakukan pada tahun ke-5. Meskipun nilai investasinya paling kecil dibandingkan peralatan lainnya, timbangan memiliki fungsi penting dalam menjamin ketepatan takaran bahan baku maupun berat produk akhir. Komponen biaya operasional dapat dilihat pada Tabel 3 dan biaya lain-lain dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 2. Biaya investasi alat

No	Jenis Investasi	Tahun					
		0	1	2	3	4	5
1	Mesin pengering mawar	10.000.000	-	-	-	-	-
2	Mesin sealer	276.000	-	-	-	-	-
3	Timbangan kue	45.000	-	-	-	-	45.000
4	Panci	170.000	-	170.000	-	170.000	-
5	Baskom	20.000	-	20.000	-	20.000	-
6	Gunting	23.500	-	23.500	-	23.500	-
	Jumlah	10.534.50	-	213.500	-	213.500	45.000

Sumber: Data primer diolah (2026)

Tabel 3. Biaya operasional

No	Jenis Pengeluaran	Jumlah Unit)	Satuan Ukuran)	Harga Per-Unit	Jumlah Harga
1	Bunga mawar	1	kresak besar	50.000	50.000
2	Tea bag	15	pcs	300	4.500
3	Pouch tea	15	pcs	400	6.000
4	Toples tabung	15	pcs	3.500	52.500
5	Stiker	15	pcs	500	7.500
6	Plastik kemasan	1	pack	20.000	20.000
7	Tenaga kerja	3	orang	20.000	60.000
	Jumlah				200.500
				Biaya Per Unit Produksi	10.025

Sumber: Data primer diolah (2026)

Tabel 4. Biaya lain-lain

No	Jenis Biaya	Jumlah Unit	Biaya Per-Unit	Jumlah Biaya	Biaya 1 Tahun Produksi
1	Listrik	1	35.000	35.000	420.000
2	Gas	1	22.000	22.000	264.000
Jumlah				57.000	684.000

Sumber: Data primer diolah (2026)

Tabel 5. Laporan Arus Kas

Tahun ke	Investasi	Operasional	Biaya Lain-Lain	Total Cost	Benefit	Net Benefit
0	10.534.500	200.500	684.000	11.419.000	4.800.000	(6.619.000)
1	-	200.500	684.000	884.500	4.800.000	3.915.500
2	213.500	200.500	684.000	1.098.000	4.800.000	3.702.000
3	-	200.500	684.000	884.500	4.800.000	3.915.500
4	213.500	200.500	684.000	1.098.000	4.800.000	3.702.000
5	45.000	200.500	684.000	929.500	4.800.000	3.870.500
Jumlah	11.006.500	1.203.000	4.104.000	16.313.500	28.800.000	12.486.500
Rata-Rata	1.834.417	200.500	684.000	2.718.917	4.800.000	2.081.083

Sumber: Data primer diolah (2026)

Tabel 6. Nilai NPV Usaha Teh Bunga Mawar

Tahun Ke-	Benefit (Rp)	Total Cost (Rp)	Net Benefit (Rp)	DF 10%	NPV (Rp)
0	4.800.000	11.419.000	(6.619.000)	1	(6.619.000)
1	4.800.000	884.500	3.915.500	0,909091	3.559.545
2	4.800.000	1.098.000	3.702.000	0,826446	3.059.504
3	4.800.000	884.500	3.915.500	0,751315	2.941.773
4	4.800.000	1.098.000	3.702.000	0,683013	2.528.516
5	4.800.000	929.500	3.870.500	0,620921	2.403.276
Jumlah	28.800.000	16.313.500	12.486.500	4,790787	7.873.614

Sumber: Data primer diolah (2026)

Kapasitas produksi usaha ditetapkan sebesar 20 unit produk setiap siklus produksi dengan biaya variabel langsung sebesar Rp10.025 per unit. Kapasitas tersebut disesuaikan dengan ketersediaan bahan baku bunga mawar, bahan pengemas, serta kemampuan produksi pada skala usaha mikro. Karakteristik tersebut menunjukkan bahwa usaha masih menerapkan sistem produksi berskala kecil (*small-scale agroindustry*) yang lebih mengutamakan kualitas produk dibandingkan volume produksi. Hasil ini sejalan dengan penelitian Nugroho et al. (2021) pada industri teh herbal kombinasi *Euphorbia hirta* dan teh hitam yang menyatakan bahwa kapasitas produksi pada tahap awal pengembangan usaha disesuaikan dengan kemampuan penyediaan bahan baku dan permintaan pasar agar biaya produksi tetap efisien serta risiko kerugian dapat diminimalkan.

Biaya tenaga kerja dalam penelitian ini diasumsikan menggunakan tiga orang tenaga kerja dengan upah sebesar Rp20.000 per orang untuk setiap siklus produksi sehingga total biaya tenaga kerja mencapai Rp60.000 per siklus. Jumlah tenaga kerja tersebut menunjukkan bahwa usaha teh mawar masih bersifat padat karya (*labour intensive*), dimana sebagian besar proses produksi seperti sortasi bahan baku, pengeringan, pengemasan, dan pelabelan masih dilakukan secara manual. Penggunaan tenaga kerja lokal juga menjadi strategi untuk menekan biaya investasi sekaligus meningkatkan efisiensi operasional usaha.

Berdasarkan biaya investasi, biaya produksi dan biaya-lain-lain di atas maka dapat disusun Laporan Arus Kas dalam 5 tahun yang menghitung biaya total per tahun, benefit

(keuntungan) per tahun dan keuntungan bersih (net benefit), Laporan arus Kas dalam 5 tahun ini yang dijadikan dasar perhitungan kelayakan finansial (NPV, IRR, *Net B/C Ratio*, BEP, PBP dan Analisis Sensitivitas), Laporan Arus Kas disajikan pada Tabel 5.

Pada skenario dasar, penerimaan usaha ditetapkan sebesar Rp4.800.000 per tahun, yang diperoleh dari 240 unit produk dengan harga jual Rp20.000 per unit. Volume tersebut setara dengan 12 siklus produksi per tahun atau 20 unit per siklus. Skenario dasar ini digunakan sebagai pendekatan konservatif untuk menggambarkan operasi usaha pada tingkat produksi awal, bukan sebagai batas kapasitas teknis oven. Dengan kapasitas 20 unit per siklus, peningkatan frekuensi produksi memungkinkan volume tahunan ditingkatkan hingga 480 unit atau 720 unit apabila didukung oleh permintaan pasar dan ketersediaan bahan baku.

Beberapa kriteria investasi yang digunakan untuk mengukur kelayakan suatu usaha yaitu: NPV, IRR, *Net B/C Ratio*, BEP, PBP dan Analisis Sensitivitas. Suatu usaha dapat dikatakan layak jika nilai NPV yang dihasilkan menunjukkan angka positif, tingkat IRR yang diperoleh lebih besar dari tingkat suku bunga yang berlaku nilai *Net B/C Ratio* lebih dari satu, dan *Payback Period* atau masa kembali modal tidak dalam waktu yang lama.

1. Kriteria Investasi NPV

Net Present Value (NPV) adalah nilai bersih dari usaha yang dilihat pada waktu sekarang, dimana usaha dikatakan layak jika nilai NPV > 0 dan apabila NPV < 0 maka usaha tersebut tidak layak.

Tabel 7. Nilai IRR Usaha Teh Bunga Mawar

Total Biaya (Rp)	Net Benefit (Rp)	DF 51%	NPV -51%	DF 40%	NPV -40%
11.419.000	(2.222.000)	1	(2.222.000)	0,740741	(1.645.926)
884.500	5.440.000	0,662252	3.602.649	0,761228	4.141.080
1.098.000	5.440.000	0,438577	2.385.860	0,780344	4.245.072
884.500	5.440.000	0,290449	1.580.040	0,798139	4.341.874
1.098.000	5.440.000	0,19235	1.046.384	0,814667	4.431.790
929.500	5.440.000	0,127384	692.970	0,82999	4.515.147
16.313.500	24.978.000	3	7.085.903	5	20.029.037

Tabel 8. Nilai *Net B/C Ratio* Usaha Teh Bunga Mawar

Tahun Ke-	Benefit (Rp)	Total Cost (Rp)	Net Benefit (Rp)	DF 10%	NPV	
					(-)	(+)
0	4.800.000	11.419.000	(6.619.000)	1	6.619.000)	
1	4.800.000	884.500	3.915.500	0,909091		3.559.545
2	4.800.000	1.098.000	3.702.000	0,826446		3.059.504
3	4.800.000	884.500	3.915.500	0,751315		2.941.773
4	4.800.000	1.098.000	3.702.000	0,683013		2.528.516
5	4.800.000	929.500	3.870.500	0,620921		2.403.276
Jumlah	28.800.000	16.313.500	12.486.500	4,790787	(6.619.000)	14.492.614
<i>Net B/C Ratio</i>						2,19

Tabel 9. Nilai PBP usaha teh bunga mawar

Tahun Ke	Benefit (Rp)	Total Biaya (Rp)	Net Benefit (Rp)	Net Benefit Kumulatif (Rp)
0	4.800.000	11.419.000	(6.619.000)	(6.619.000)
1	4.800.000	884.500	3.915.500	(2.703.500)
2	4.800.000	1.098.000	3.702.000	998.500
3	4.800.000	884.500	3.915.500	4.914.000
4	4.800.000	1.098.000	3.702.000	8.616.000
5	4.800.000	929.500	3.870.500	12.486.500
Jumlah	28.800.000	16.313.500	12.486.500	17.692.500

2. Kriteria Investasi IRR

$$IRR = 40 \frac{20.029.037}{20.029.037 - 7.085.903} (51 - 40) = 50,93\%$$

Tabel 2 menjelaskan bahwa nilai NPV pada usaha teh bunga mawar mencapai Rp. 7.873.614. Selain itu, nilai NPV yang positif menunjukkan bahwa usaha teh bunga mawar berhasil menciptakan nilai tambah ekonomi sesuai dengan prinsip kelayakan investasi, dengan nilai sebesar Rp 7.873.614. Dewi et al. (2025) menyebutkan usaha yang memiliki NPV positif memiliki peluang untuk memberikan manfaat ekonomi secara berkelanjutan. Walaupun nilainya tergolong relatif kecil, angka tersebut tetap menjadi indikator positif bahwa proyek mampu menghasilkan keuntungan melebihi biaya investasi awal serta mendukung perkembangan usaha di masa mendatang. Oleh karena itu, usaha teh bunga mawar dapat dikategorikan sebagai investasi yang prospektif dan layak untuk dijalankan. Sehingga baik bagi kelangsungan usaha teh bunga mawar yang sedang berjalan. Selama umur usaha 5 tahun dengan tingkat *discount rate* 10%. Dengan demikian, berdasarkan kriteria perhitungan NPV teh bunga mawar ini layak untuk dilaksanakan atau dijalankan. IRR merupakan *discount rate* yang membuat besarnya NPV investasi sama dengan nol dinyatakan dalam persen. IRR juga dianggap sebagai tingkat keuntungan atas investasi bersih dari suatu usaha.

Berdasarkan Tabel 7 nilai IRR dari usaha teh bunga mawar sebesar 50,93% per tahun. Artinya, pada *discount*

factor 50,93% per tahun menyebabkan nilai NPV sebesar nol rupiah. IRR yang diperoleh lebih tinggi dari tingkat suku bunga yang berlaku (10% per tahun). Berdasarkan perhitungan IRR usaha teh bunga mawar secara finansial layak untuk dilanjutkan. Hasil analisis menunjukkan bahwa IRR usaha teh bunga mawar sebesar 50,93% jauh melampaui tingkat diskonto sebesar 10%. Berdasarkan kriteria kelayakan investasi, suatu usaha dianggap layak jika IRR melebihi biaya modal. Nilai IRR yang tinggi ini menunjukkan bahwa usaha teh bunga mawar mampu menghasilkan pengembalian yang jauh melebihi tingkat minimum yang diharapkan, oleh karena itu usaha ini dapat dianggap aman secara finansial dan menguntungkan. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Nurcahyo et al. (2025) terhadap UMKM Minuman Jus yang menunjukkan IRR sebesar 25,20% melebihi tingkat diskonto yang digunakan. Hasil ini menegaskan bahwa usaha dengan IRR diatas tingkat diskonto memiliki prospek yang baik dan layak secara finansial. Oleh karena itu, IRR sebesar 50,93% usaha teh bunga mawar memperkuat bukti bahwa usaha ini memiliki daya tarik investasi yang kuat serta kapasitas yang signifikan untuk pertumbuhan dan pengembangan di masa depan.

3. Kriteria Investasi *Net B/C Ratio*

Net B/C Ratio adalah perbandingan antara jumlah NPV positif dengan jumlah NPV negatif. NPV positif menunjukkan bahwa pada tahun tertentu benefit lebih besar dibandingkan

dengan biaya, sehingga usaha berada dalam kondisi menguntungkan. Sementara NPV negatif menunjukkan bahwa pada tahun tertentu benefit lebih kecil dibandingkan biaya sehingga usaha masih dalam kondisi rugi. Berdasarkan hal tersebut maka *Net B/C Ratio* menunjukkan perbandingan antara menguntungkan dan merugi dari suatu usaha.

Berdasarkan Tabel 8. Hasil perhitungan *Net B/C Ratio* menunjukkan nilai lebih besar dari 1 yaitu sebesar 2,19 yang artinya usaha teh bunga mawar akan memberikan manfaat bersih 2,19 lipat dari total biaya yang dikeluarkan. *Net B/C* ini menunjukkan bahwa manfaat bersih yang diperoleh lebih besar dibandingkan biaya yang dikeluarkan sehingga mampu menutup pengeluaran biaya investasi (Sukendar, N.M.C. & Dewi, N.L.M.I.M., 2023). Berdasarkan nilai *Net B/C* maka perbandingan antara rugi dan untung adalah 1 : 2,19. Pendapatan yang diperoleh usaha teh bunga mawar lebih besar 2,19 kali lipat dibandingkan dengan biaya yang dikeluarkan.

4. Kriteria Investasi BEP

Nilai BEP Rupiah dan BEP unit dapat dilihat pada hasil perhitungan berikut:

$$\begin{aligned} \text{BEP (unit)} &= \frac{\text{Biaya Tetap}}{\text{Harga Jual Per Unit} - \text{Biaya Variabel Per Unit}} \\ &= \frac{1.104.550}{20.000 - 3.685} \\ &= 122 \\ \text{BEP (Rp)} &= \frac{\text{Biaya Tetap}}{1 - \left(\frac{\text{Biaya Variabel Per Unit}}{\text{Harga Jual Per unit}} \right)} \\ &= \frac{1.104.550}{1 - \left(\frac{3.685}{20.000} \right)} \\ &= 1.354.065 \end{aligned}$$

Usaha ini akan mencapai titik balik modal ketika volume produksi atau penjualan teh dengan penerimaan Rp 1.354.000 dalam 1 tahun. Sedangkan untuk BEP unit yang diproduksi 122 unit. Pada usaha teh bunga mawar dalam 1 tahun sudah mampu menghasilkan 240 unit dengan penerimaan Rp 4.800.000, nilai tersebut sudah lebih besar daripada BEP, dengan demikian, perhitungan analisis aspek keuangan ini menunjukkan bahwa usaha teh bunga mawar layak untuk dijalankan. Analisis BEP secara umum dapat memberikan informasi terkait pola hubungan antara volume penjualan, biaya, dan tingkat keuntungan yang akan diperoleh pada level penjualan tertentu. Analisis BEP dapat dirasakan manfaatnya apabila titik BEP dapat dipertahankan selama periode tertentu (Manuho et al., 2021). Pada tingkat penjualannya, usaha teh bunga mawar dalam 1 tahun diupayakan untuk terjual lebih dari 122 unit, agar dapat menjaga posisi yang menguntungkan di setiap tahunnya.

5. Kriteria Investasi BPP

BPP adalah suatu analisis yang digunakan untuk mengetahui jangka waktu yang diperlukan untuk mengembalikan modal investasi usaha, diukur dalam satuan tahun. Semakin cepat waktu pengembalian semakin baik untuk diusahakan. Berdasarkan Tabel 5. nilai BPP dari usaha teh bunga mawar adalah 2 tahun 5 bulan yang artinya investasi yang ditanamkan pada awal pendirian usaha dapat kembali dalam jangka waktu 2 tahun 5 bulan. Berdasarkan uraian tersebut dapat dinyatakan bahwa produksi usaha teh bunga mawar jika ditinjau secara finansial layak dilanjutkan.

Nilai ini melebihi masa manfaat aset yang digunakan, yaitu 5 tahun. Berdasarkan kriteria kelayakan investasi, suatu proyek dianggap layak jika masa pengembalian modalnya lebih pendek dari atau sama dengan masa manfaat aset. Sehingga pengembalian modal pada tahun ke

2 dianggap wajar. Dewi et al. (2025) menyatakan bahwa meskipun masa pengembalian modal melebihi umur aset, toleransi terhadap penyimpangan kecil masih dapat diterima sebagai dasar kelayakan investasi. Hal ini menunjukkan bahwa modal masih dapat dikembalikan dalam waktu singkat, terutama dengan potensi penjualan yang stabil. Oleh karena itu, meskipun periode pengembalian modal sedikit melebihi umur ekonomis aset, usaha teh bunga mawar tetap layak secara finansial.

6. Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas usaha ini menggunakan metode switching value yang menunjukkan bahwa usaha teh bunga mawar masih memperoleh keuntungan meskipun terjadi perubahan pada variabel utama seperti peningkatan biaya produksi dan penurunan harga jual. Analisis sensitivitas digunakan untuk mengukur tingkat kepekaan kelayakan usaha terhadap perubahan parameter input seperti biaya dan harga, yang sangat berpengaruh terhadap nilai NPV (Aisyah & Fachrizal, 2020; Putra & Sakinah, 2024).

Analisis sensitivitas ini menggunakan parameter peningkatan harga bahan baku dan penurunan harga jual dalam rentang 10% hingga 52%. Pada tingkat perubahan sebesar 10%, nilai NPV masih lebih besar dari nol, yang menunjukkan bahwa usaha tetap menguntungkan. Hal ini sesuai dengan penelitian pada UMKM yang menunjukkan bahwa nilai NPV positif menandakan usaha layak dan tetap mampu bertahan terhadap perubahan kecil pada variabel biaya maupun produksi (Putri et al., 2025; Sapna et al., 2025). Namun, ketika terjadi peningkatan biaya bahan baku hingga 52%, nilai NPV menjadi kurang dari nol ($\text{NPV} < 0$), sehingga usaha mengalami kerugian. Kondisi ini menunjukkan bahwa kenaikan biaya input memiliki dampak signifikan terhadap penurunan kelayakan usaha, karena biaya produksi merupakan komponen utama yang menentukan profitabilitas usaha kecil (Aisyah & Fachrizal, 2020). Sementara itu, pada penurunan harga jual sebesar 10%, usaha masih menunjukkan nilai NPV positif. Akan tetapi, apabila penurunan harga jual mencapai 35%, nilai NPV menjadi negatif. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian sensitivitas yang menyatakan bahwa penurunan harga jual secara signifikan dapat menyebabkan penurunan pendapatan hingga melewati batas kelayakan usaha, terutama jika tidak diimbangi dengan efisiensi biaya (Ahlia et al., 2025; Putra & Sakinah, 2024). Dengan demikian, batas maksimum penurunan harga jual yang masih dapat ditoleransi adalah sebesar 34% atau sekitar Rp13.200 per unit agar usaha tetap menguntungkan. Hal ini menegaskan bahwa harga jual dan biaya bahan baku merupakan variabel kritis dalam analisis sensitivitas dan menjadi faktor utama dalam menjaga keberlanjutan usaha (Putri et al., 2025; Sapna et al., 2025).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, kinerja pengeringan bunga mawar menggunakan oven berbahan bakar LPG mampu menurunkan kadar air dari $88,31 \pm 0,18\%$ menjadi $8,80 \pm 0,17\%$ dalam waktu 313 ± 3 menit pada suhu rata-rata $46,60 \pm 0,40^\circ\text{C}$, dengan rendemen $15,00 \pm 0,22\%$ dan susut bobot $85,00 \pm 0,22\%$. Meskipun kadar air akhir telah mendekati batas maksimum 8,00% yang ditetapkan dalam SNI 3836:2013, nilai tersebut belum memenuhi persyaratan standar sehingga diperlukan penambahan waktu atau optimasi kondisi pengeringan. Dari sisi energi, total kebutuhan energi pengeringan sebesar $6769,16 \pm 67,34$ kJ didominasi oleh energi untuk penguapan air, dengan efisiensi pengeringan sebesar 8,62% dan konsumsi energi

spesifik 6894,88 kJ/kg uap air. Kapasitas efektif pengeringan sebesar $0,09 \pm 0,002$ kg/jam dengan konsumsi LPG $0,08 \pm 0,002$ kg/jam mengindikasikan bahwa oven LPG mampu memberikan kinerja yang relatif stabil dan terkontrol, meskipun masih terdapat peluang peningkatan efisiensi terutama pada distribusi panas dan optimasi waktu pengeringan agar kadar air akhir dapat memenuhi standar mutu secara konsisten.

Dari aspek finansial, usaha teh bunga mawar berbasis teknologi oven LPG terbukti layak untuk dikembangkan, yang ditunjukkan oleh nilai NPV sebesar Rp7.873.614 ($NPV > 0$), IRR sebesar 50,93% (lebih tinggi dari tingkat diskonto 10%), Net B/C Ratio sebesar 2,19 (> 1), serta Payback Period selama 2 tahun 5 bulan. Selain itu, titik impas (BEP) berada pada 122 unit atau Rp1.354.065 per tahun, yang lebih rendah dibandingkan kapasitas produksi aktual, sehingga usaha berada pada posisi menguntungkan. Hasil analisis sensitivitas menunjukkan bahwa kelayakan usaha cukup tahan terhadap perubahan moderat, namun sangat sensitif terhadap kenaikan biaya bahan baku dan penurunan harga jual dalam skala besar, sehingga kedua variabel tersebut menjadi faktor kunci dalam menjaga keberlanjutan usaha.

Penelitian ini berkontribusi melalui pengembangan kerangka evaluasi terpadu yang mengintegrasikan kinerja pengeringan termal, efisiensi energi, dan kelayakan finansial dalam penilaian teknologi pengeringan agroindustri teh herbal. Pendekatan ini memberikan dasar pengambilan keputusan yang lebih komprehensif bagi pengembangan agroindustri bernilai tambah, sekaligus menjadi acuan bagi usaha kecil dan menengah dalam memilih teknologi pengeringan yang efisien dan layak secara ekonomi. Penelitian selanjutnya disarankan mengkaji penggunaan sumber energi alternatif, optimasi parameter pengeringan, serta integrasi analisis mutu produk dan dampak lingkungan untuk mendukung pengembangan teknologi pengeringan yang lebih berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Majelis Diktilitbang PP Muhammadiyah atas dukungan pendanaan melalui Program Hibah RisetMu dengan nomor kontrak 0259.800/I.3/D/2025 sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian, baik dalam penyediaan bahan, fasilitas, maupun dukungan teknis selama proses penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahlia, I. S., Sitompul, F. K. T., & Wijaya, I. (2025). Analisis Break Even Point dengan Sensitivitas Harga Pada Usaha Budidaya Tanaman Nilam. *Balance: Jurnal Akuntansi Dan Manajemen*, 4(2), 1194–1203.
- Aisyah, S., & Fachrizal, M. H. (2020). Analisis Finansial dan Sensitivitas Usaha Penggilingan Padi. *Paradigma Agribisnis*, 3(1), 50–63.
- Alit, I. B., & Susana, I. G. B. (2025). Thermal Performance of LPG Stove as Heat Source of Rotary Dryer for Drying Corn for Small Farmers. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 14(2), 537–546.
- Amalia, R. N., Rahmiwati, A., Fajar, N. A., & Sari, N. (2024). Preferensi pangan fungsional dan implikasinya terhadap kesehatan masyarakat: Tinjauan sistematis. *Jurnal SAGO Gizi Dan Kesehatan*, 5(2), 456. <https://doi.org/10.30867/gikes.v5i2.1654>
- Astiawati, Setiawan, I., & Isyanto, A. Y. (2022). Analisis Kelayakan Finansial Agroindustri Nata de Coco (Studi

Kasus Agroindustri Nata de Coco di Desa Kedungwuluh Kecamatan Padaherang Kabupaten Pangandaran). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa AGROINFO GALUH*, 9(1), 326–334. <https://jurnal.unigal.ac.id/agroinfoagaluh/article/view/6729>

- Azizah, M., Bintoro, M., Kurniasari, L., & Sabiku, D. F. (2025). Inovasi Pengembangan Produk Olahan Mawar Melalui Pembuatan Teh Kuncup Mawar di KWT Nawasena, Desa Karangpring Kecamatan Sukorambi, Kabupaten Jember. *Journal of Community Development*, 5(3), 808–813.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Jember. (2024). *Kabupaten Jember dalam Angka 2024*. BPS Kabupaten Jember.
- Badan Standardisasi Nasional. (1992). SNI 01-2891-1992: Cara Uji Makanan dan Minuman. *Bsn*, 01-2891–19, 1–36.
- Badan Standardisasi Nasional. (2013). *SNI 3836-2013 teh-kering*.
- Bhattacharjee, S., Mohanty, P., Sahu, J. K., & Sahu, J. N. (2024). A critical review on drying of food materials: Recent progress and key challenges. *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 158, 107863. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.icheatmasstransfer.2024.107863>
- Brigham, E. F., & Houston, J. F. (2022). *Fundamentals of Financial Management* (16th ed.). Cengage Learning.
- Carbone, R., Caracciolo, F., Di Vita, G., D'Amico, M., & Spina, D. (2025). Consumer Trends in the Herbal Tea Market: A Systematic Literature Review. *Food Reviews International*, 00(00), 1–19. <https://doi.org/10.1080/87559129.2025.2493224>
- Chen, T., Zhang, W., Liu, Y., Song, Y., Wu, L., Liu, C., & Wang, T. (2022). Water Status and Predictive Models of Moisture Content during Drying of Soybean Dregs Based on LF-NMR. *Molecules*, 27(14), 4421. <https://doi.org/10.3390/molecules27144421>
- Dewi, A. K., Indri, M., Din, M., & Munawarah, M. (2025). Business Feasibility Analysis for MSMEs (Case Study of Arfer Outlet in Palu City). *Journal of Entrepreneurial and Business Diversity*, 3(2), 438–445.
- Fariha, G. F., & Hardjono, H. (2023). Pembuatan Minyak Atsiri Bunga Mawar Menggunakan Metode Ultrasonik. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 9(4), 491–498. <https://doi.org/10.33795/distilat.v9i4.4227>
- Fitriani, A., Wiendiyati, & Bano, M. (2018). Analisis Kelayakan Finansial Usaha Agroindustri Berbasis Jagung dan Kacang Tanah (Studi Kasus Pada Salah Satu Industri Rumah Tangga di Kota Kupang). *Buletin EXCELLENTIA*, 7(2), 168–174.
- Hely, E., Zaini, M. A., & Alamsyah, A. (2018). PENGARUH LAMA PENGERINGAN TERHADAP SIFAT FISIKO KIMIA TEH DAUN KERSEN (Muntingia calabura L.). *Jurnal Agrotek UMMat*, 5(1), 1. <https://doi.org/10.31764/agrotek.v5i1.225>
- Karyadi, J. N. W., Imaniar, D. I., Akbar, M. A., Marfu'ah, S., Ayuni, D., & Bintoro, N. (2024). The Effect of Various Drying Methods on the Quality of Rose (Rosa damascena) Tea. *AgriTECH*, 44(1), 1. <https://doi.org/10.22146/agritech.64918>
- Kaveh, M., Zomorodi, S., Ghaysari, B., El-Mesery, H. S., Sharifian, F., ElMesiry, A. H., & Salem, A. (2025). Impact of various drying technologies for evaluation of drying kinetics, energy consumption, physical and bioactive properties of Rose flower. *Scientific Reports*, 15(1), 9245. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-94300-x>

- Manuho, P., Makalare, Z., Mamangkey, T., & Budiarmo, N. S. (2021). Analisis Break Even Point (BEP). *Jurnal Ipteks Akuntansi Bagi Masyarakat*, 5(1), 21–28.
- Nurcahyo, Z., Jaliati, Y. P., Pakpahan, A. A., Rumondang, A., Muryadin, D. R., Legawa, J. R., Rahmawati, N., Dewi, F. R., Sinaga, A. R., & Heviawati, S. (2025). Analisis Kelayakan Usaha Pada UMKM King Juice Farhan Malabar Bogor. *Jurnal Akuntansi, Manajemen Dan Ekonomi*, 4(1), 1–9.
- Onwude, D. I., Hashim, N., Janius, R. B., Nawi, N. M., & Abdan, K. (2016). Modeling the Thin-Layer Drying of Fruits and Vegetables: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(3), 599–618.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1111/1541-4337.12196>
- Putra, M. F. D., & Sakinah, Y. P. (2024). Analisis Sensitivitas Pada Kelayakan Finansial Usahatani Seraiwangi di Kota Solok (Studi Kasus: Kelompok Tani Kalumpang Saiyo). *Jurnal Manajemen Kewirausahaan Dan Teknologi (JUMAKET)*, 1(2), 98–115.
- Putri, N. A., Dewi, A. M., Arzeti, I. S., Raditya, M., Suwandi, M. A., & Sinaga, A. R. (2025). Analisis Kelayakan UMKM Gudhas Salad Menggunakan Metode Capital Budgeting. *Account: International Journal for Accountancy, Finance and Banking*, 12(1), 2739–2750.
- Salamatullah, A. M., Ahmed, M. A., Hayat, K., Husain, F. M., Arzoo, S., Alzahrani, A., Alotaibi, A., Alyahya, H. K., & Ahmad, S. R. (2024). Different drying techniques effect on the bioactive properties of rose petals. *Journal of King Saud University - Science*, 36(1), 103025. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2023.103025>
- Sapna, S., Ramadhan, I. C., & Margana, R. R. (2025). Analisis Kelayakan Investasi Mesin Menggunakan Metode NPV, IRR, dan Payback Period di Salah Satu UMKM Pabrik Roti di Bandung. *Industri Inovatif*, 15(1), 51–58.
- Thoriq, A., & Widyasanti, A. (2019). Analisis Kinerja Pemanggangan Ubi Cilembu (*Ipomoea Batatas L*) Menggunakan Oven Berbahan Bakar Liquified Petroleum Gas (LPG). *Teknik Pertanian Lampung*, 8(1), 57–64.
- Ulya, K. N., Darmawati, E., & Wulandani, D. (2024). Application of Ice Gel For Edible Flowers Distribution Packaging of Butterfly Pea. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 12(2), 172–183.
<https://doi.org/10.19028/jtep.012.2.172-183>
- VISHWANATHA, K., K., S., & K., M. (2025). Quantifying the Correlation between Seed Moisture Content and Seed Weight Across Diverse Crop Varieties: A Comprehensive Analysis. *International Journal of Plant & Soil Science*, 37(9), 649–666.
<https://doi.org/10.9734/ijpss/2025/v37i95742>
- Wanjiku, G. J., Geoffrey Kingori, G., & James Kirimi, K. (2023). Effect of Harvesting Stage on Cowpea Leaf Nutrient Composition. *Plant*, 11(2), 50–59.
<https://doi.org/10.11648/j.plant.20231102.12>
- Wardhana, D. I., Aulia, A. N., Mananda, A. B., Setiawan, A. P., & Lestari, S. A. (2025). Location selection, added value analysis, and financial feasibility of developing a non-smoking tobacco agroindustry in Jember District. *AGROMIX*, 16(2), 205–215.
- Widodo, N. C., Aziz, A., Munawaroh, Z. A., Anzhari, H., & Karlina, D. L. (2024). Tinjauan Analisis Manfaat dan Dampak Sinar UV-C dalam Bidang Pangan dan Pertanian. *Jupiter: Publikasi Ilmu Keteknikan Industri, Teknik Elektro Dan Informatika*, 2(6), 43–50.
<https://doi.org/10.61132/jupiter.v2i6.611>
- Wisnumurti, Y. W., Warji, W., Tamrin, T., & Kuncoro, S. (2023). Pengeringan Kakao Menggunakan Rumah Pengering Hybrid. *Jurnal Agricultural Biosystem Engineering*, 2(2), 325.
<https://doi.org/10.23960/jabe.v2i2.7548>
- Wulandani, D., & Utari, S. (2013). Analisis Pengeringan Sawut Ubi Jalar (*Ipomoea batatas L .*) Menggunakan Pengering Efek Rumah Kaca (ERK). 1(1), 151–158.
<https://doi.org/10.19028/jtep.01.1.%25p>
- Xu, H., Wu, M., Zhang, T., Gao, F., Zheng, Z., & Li, Y. (2022). Effects of different pulsed vacuum drying strategies on drying kinetics, phenolic composition, and antioxidant capacity of chrysanthemum (*Imperial chrysanthemum*). *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 15(4), 236–242.
<https://doi.org/10.25165/j.ijabe.20221504.7359>
- Yanel, K., Hendra, S., Saferi, R., & Sulaiman, S. (2024). Analysis of the Performance of Moisture Reduction Rate in a Horizontal Mill Type Coffee Dryer Using a Suction Blower. *SINTEK JURNAL: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 18(1), 38–43.
<https://doi.org/10.24853/sintek.18.1.38-43>

Halaman ini sengaja dikosongkan