

# RANCANG BANGUN ALAT PENGERING BAHAN MAKANAN BERBASIS *WINGS DRYING SYSTEM* DENGAN DUA SUMBER PANAS

Hendri Aldi Puswadi<sup>1)</sup>, Sunyoto<sup>2)</sup>

<sup>1) 2)</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Kampus UNNES Gd E5, Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229. <sup>1)</sup>Email: [hendrialdi8@gmail.com](mailto:hendrialdi8@gmail.com)

## Abstrak

Permasalahan umum alat pengering yaitu penyebaran udara panas tidak merata. Tujuan penelitian untuk mendesain, mengetahui keefektifan, dan menganalisis efisiensi alat. Penelitian menggunakan model pengembangan ADDIE (*Analyze, Design, Develop, Implement, dan Evaluate*). Teknik analisis data yang digunakan adalah statistik deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan desain alat pengering dapat menyebarkan udara panas merata. Keefektifan menggunakan LPG (*Liquid Petroleum Gas*) maupun listrik menunjukkan hasil akhir kadar air bahan yaitu 10%. Efisiensi waktu menggunakan LPG pada suhu 40°C, 50°C, dan 60°C membutuhkan waktu 150 menit, 75 menit, dan 65 menit dengan efisiensi biaya produksi besarnya Rp. 4.900,00; Rp. 7.000,00; dan Rp. 7.700,00. Efisiensi waktu menggunakan listrik pada suhu 40°C, 50°C, dan 60°C membutuhkan waktu 210 menit, 180 menit, dan 165 menit dengan efisiensi biaya produksi besarnya Rp. 2.567,70; Rp. 2.200,90; dan Rp. 2.017,50. Waktu pengeringan paling efisien dengan LPG yaitu 65 menit pada suhu 60°C dan biaya produksi paling efisien dengan listrik yaitu Rp. 2.017,50 pada suhu 60°C.

**Kata kunci:** efektif, efisien, listrik, LPG, pengering.

## Abstract

*A common problem with the dryer is the uneven distribution of hot air. The research objective was to design, determine the effectiveness, and analyze the efficiency of the tool. This research uses the ADDIE development model (Analyze, Design, Develop, Implement, and Evaluate). The data analysis technique used is descriptive statistics. The results showed that the design of the dryer can spread hot air evenly. The effectiveness of using LPG (Liquid Petroleum Gas) and electricity shows the final result of the water content of the material is 10%. Time efficiency using LPG at temperatures of 40°C, 50°C, and 60°C takes 150 minutes, 75 minutes, and 65 minutes with a production cost efficiency of Rp. 4,900.00; Rp. 7,000.00; and Rp. 7,700.00. Time efficiency using electricity at temperatures of 40°C, 50°C, and 60°C takes 210 minutes, 180 minutes, and 165 minutes with a production cost efficiency of Rp. 2,567.70; Rp. 2,200.90; and Rp. 2,017.50. The most efficient drying time with LPG is 65 minutes at 60°C and the most efficient production cost with electricity is Rp. 2,017.50 at 60°C.*

**Keywords:** dryer, effectiveness, efficiency, electricity, LPG.

## 1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan ekonomi di Indonesia tidak dapat dilepaskan dari peran dan sumbangsih unit usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM). Salah satu produksi paling populer di kalangan UMKM adalah makanan kering. Untuk membuat makanan menjadi kering diperlukan proses yang dinamakan pengeringan.

Pengeringan merupakan salah satu cara untuk mengeluarkan atau menghilangkan sebagian air dari suatu bahan dengan cara menguapkan sebagian besar air yang dikandung melalui penguapan energi panas. Metode pengeringan ada dua yaitu metode alamiah dan buatan. Metode alamiah memanfaatkan sumber panas alami seperti sinar matahari. Sedangkan, metode buatan memanfaatkan bantuan alat atau mesin dengan sumber panas buatan seperti *Liquid Petroleum Gas* (LPG) dan listrik. Metode pengeringan buatan lebih efektif dan efisien untuk digunakan di era modern. (Misha, 2018) pengeringan menggunakan metode semi-kontinyu direkomendasikan untuk meningkatkan

waktu pengeringan dan keseimbangan distribusi udara panas.

Alat pengering membantu mempercepat waktu pengeringan, penggunaan yang tidak bergantung cuaca, dan kebersihan produk terjaga. Permasalahan yang sering ditemukan pada alat pengering adalah penyebaran udara panas yang tidak merata di ruang pengering.

(Rahbini, 2016) melengkapi pengering dengan *double blower* sebagai penghembus panas dari LPG mampu menurunkan kadar air bengkang dari 84% menjadi 8,46% selama 6 jam dengan prinsip perpindahan panas konveksi paksa. (Arhamsyah, 2018) menggunakan pengering gabah dilengkapi elemen pemanas listrik dapat mengurangi penggunaan waktu dan tenaga petani. (Naim, 2019) menghasilkan oven yang dapat dijalankan dengan dua sumber panas yaitu listrik sebagai sumber panas utama dan LPG sebagai sumber panas alternatif sehingga dapat bekerja efektif.

Dalam rangka mewujudkan perancangan teknologi terapan, maka penelitian ini dimaksudkan untuk

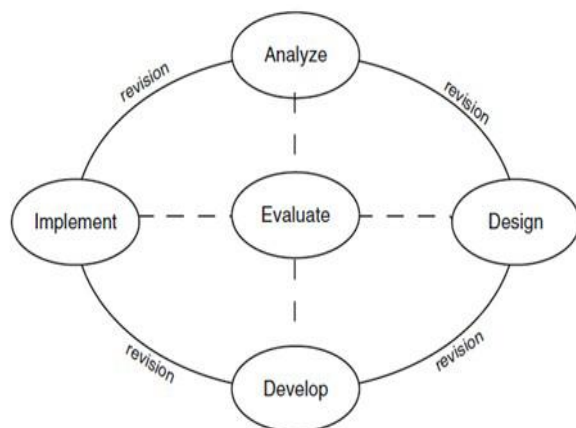
mengembangkan alat pengering bahan makanan yang efektif dan efisien menggunakan dua sumber panas yaitu *LPG* dan listrik.

## 2. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian yaitu (a) mendesain alat pengering bahan makanan yang efektif dan efisien (b) mengetahui keefektifan alat pengering bahan makanan dengan sumber panas *LPG* dan listrik (c) menganalisis efisiensi alat pengering bahan makanan dengan sumber panas *LPG* dan listrik.

## 3. METODE PENELITIAN

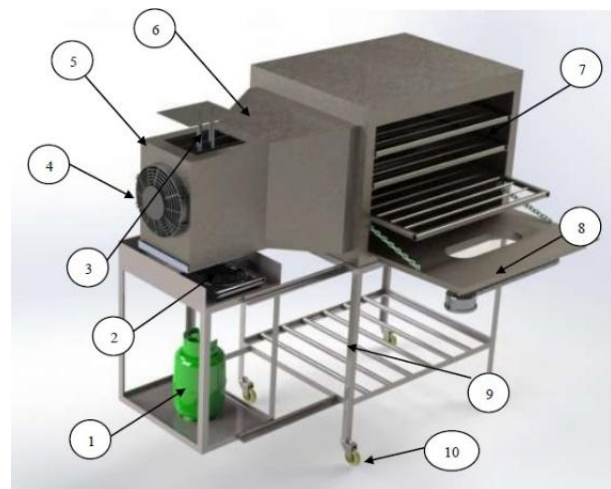
Metode penelitian dan pengembangan atau dalam bahasa Inggrisnya *Research and Development* (R&D) adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut (Sugiyono, 2016). Model pengembangan yang digunakan pada penelitian ini yaitu Model pengembangan ADDIE (*Analyze, Design, Develop, Implement, Evaluate*).



Gambar 1. Model Pengembangan ADDIE (Cahyadi, 2019)

Tahap analisis dilaksanakan dengan mengamati permasalahan yang sering ditemukan pada alat pengering yang ada di lingkungan masyarakat yaitu penyebaran udara yang tidak merata. Permasalahan tersebut disebabkan karena tidak adanya sistem penyebaran yang efektif.

Tahap desain dilakukan dengan membuat rancangan alat pengering menggunakan *software* desain yaitu *Inventor* atau *Solidworks*. Desain harus melalui proses validasi oleh ahli terlebih dahulu supaya mendapatkan hasil yang dapat menjadi solusi dari permasalahan yang ditemukan pada alat pengering di masyarakat. Berikut ditunjukkan Gambar 2 adalah desain alat pengering yang akan dikembangkan berbasis *wings drying system*.



Gambar 2. Desain *wings dryer*

Keterangan:

- |                      |                     |
|----------------------|---------------------|
| 1. Tabung <i>LPG</i> | 6. Sudu pengarah    |
| 2. Kompor gas        | 7. Rak pengering    |
| 3. <i>Heater</i>     | 8. Pintu            |
| 4. <i>Blower</i>     | 9. Rangka penyangga |
| 5. Ruang pemanas     | 10. Roda penggerak  |

Tahap pengembangan (*develop*) merupakan proses perakitan alat pengering sesuai dengan desain yang telah direncanakan. Tahap implementasi yaitu melakukan pengujian keefektifan dan efisiensi dari alat pengering. Keefektifan alat diukur dari kualitas pengeringan serta efisiensi alat diukur dari waktu pengeringan dan biaya produksi yang dipengaruhi oleh suhu pengeringan dan sumber panas (*LPG* dan listrik). Tahapan yang terakhir yaitu evaluasi, dilakukan untuk meninjau kembali setiap tahapan pada model pengembangan *ADDIE* sehingga apabila ada ketidaksesuaian dapat diperbaiki.

Uji coba produk menggunakan singkong sebagai obyek uji coba dengan memperhatikan parameter penelitian yang dikelompokkan dalam variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrol. Variabel bebas meliputi sumber panas (*LPG* dan listrik) dan suhu pengeringan (40°C, 50°C, dan 60°C). Variabel terikat meliputi kualitas pengeringan, waktu pengeringan, dan biaya produksi. Variabel kontrol meliputi kadar air singkong (10%), tebal irisan singkong (1 mm), daya *heater* (500 Watt), massa sampel (260 gram), kecepatan aliran udara (2 m/s), voltase listrik (1200 Watt), dan temperatur lingkungan (30°C).

Jenis data yang diambil merupakan data kuantitatif berupa nilai kadar air bahan, waktu pengeringan, dan biaya produksi. Teknik analisis data menggunakan teknik analisis statistik deskriptif yaitu mendeskripsikan data hasil pengujian tanpa bermaksud membuat ke-

simpulan secara umum. Untuk menghitung biaya produksi dapat menggunakan persamaan berikut:

Biaya LPG (3kg):

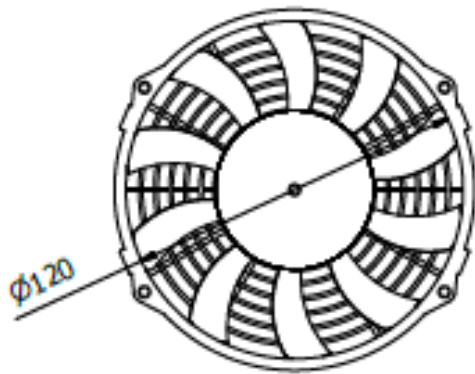
Berat selisih (kg) x 7.000 rupiah/kg

Biaya listrik (1200 Watt):

Konsumsi listrik (kWh) x 1.467,28 rupiah/kWh.

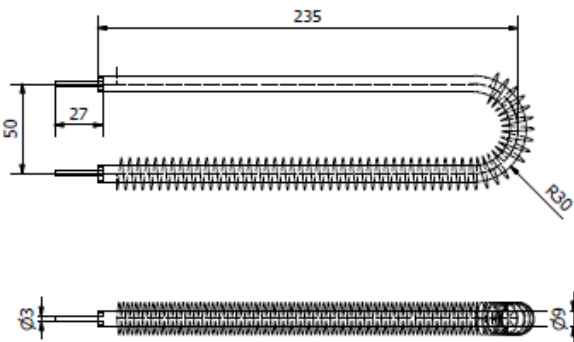
#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode perpindahan panas yang digunakan pada saat pengeringan yaitu konveksi paksaan (*forced convection*). Konveksi paksaan yaitu adanya perpindahan panas akibat hembusan udara dengan *blower* (Osman, 2018). *Blower* menciptakan kecepatan udara panas dari sumber panas (LPG dan listrik). Makin tinggi kecepatan putar *blower* maka semakin tinggi tingkat pengeringan produk (Sulistijowati, 2019). Tipe *blower* yang digunakan *Axial fan* AC 200/240 V 50/60 Hz 0,14A 21W 2P dengan ukuran 120 mm x 120 mm.



Gambar 3. *Blower*

Temperatur yang dibutuhkan untuk pengeringan mencapai 60°C sehingga membutuhkan *heater* yang dapat memberikan temperatur mencapai 60°C. Gambar 4 merupakan jenis *heater* yang digunakan untuk penelitian karena dapat memberikan temperatur mencapai 70°C dengan daya *heater* 500 Watt.



Gambar 4. *Heater*

Diketahui massa jenis singkong adalah 416 kg/m<sup>3</sup>. Singkong dipotong menjadi bentuk kepingan diameter 50 mm dan tebal 100 mm.

Volume tiap kepingan singkong adalah:

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

$$V = 3,14 \times 25^2 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$$

$$V = 196250 \text{ mm}^3$$

Masing-masing rak memiliki jumlah kepingan singkong yang sama. Jumlah kepingan tiap rak (x) yaitu:

$$x = (\text{panjang rak/diameter chip}) \times (\text{lebar rak/diameter chip})$$

$$x = (600/50) \times (450/50)$$

$$x = 12 \times 9$$

$$x = 108$$

Total kepingan yang ada di 3 rak adalah 3 x 108 = 324. Sehingga massa singkong di semua rak yaitu:

$$m = \rho \cdot V \cdot 324$$

$$m = 416 \text{ kg/m}^3 \cdot 196250 \text{ mm}^3 \cdot 324$$

$$m = 26,5 \text{ kg}$$

Massa sampel untuk penelitian adalah sebagai berikut:

Volume tiap kepingan singkong adalah:

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

$$V = 3,14 \times 25^2 \text{ mm} \times 1 \text{ mm}$$

$$V = 1962,5 \text{ mm}^3$$

Masing-masing rak memiliki jumlah kepingan singkong yang sama. Jumlah kepingan tiap rak (x) yaitu:

$$x = (\text{panjang rak/diameter chip}) \times (\text{lebar rak/diameter chip})$$

$$x = (600/50) \times (450/50)$$

$$x = 12 \times 9$$

$$x = 108$$

Total kepingan yang ada di 3 rak adalah 3 x 108 = 324. Sehingga massa singkong di semua rak yaitu:

$$m = \rho \cdot V \cdot 324$$

$$m = 416 \text{ kg/m}^3 \cdot 1962,5 \text{ mm}^3 \cdot 324$$

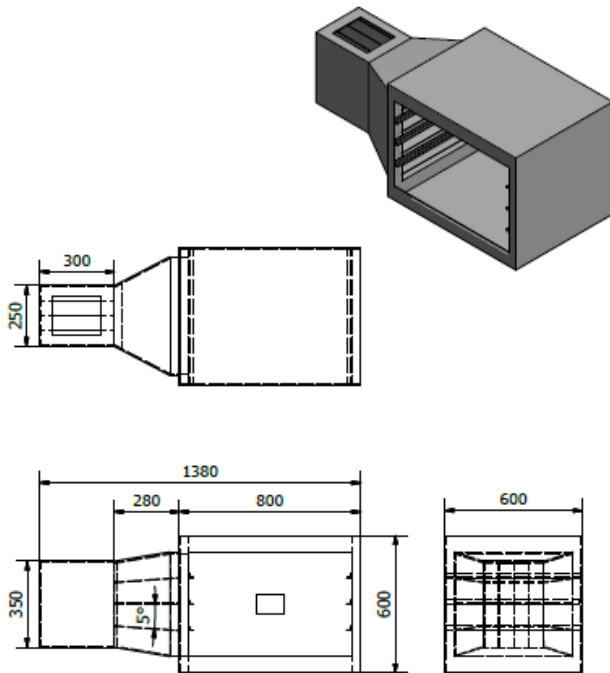
$$m = 0,26 \text{ kg}$$

$$m = 260 \text{ gram}$$

Badan pengering terdiri dari bagian ruang pemanas, sudu pengarah, dan ruang pengering. Ruang pemanas merupakan tempat pelepasan panas dari sumber panas yaitu *heater* dan kompor gas. Panas yang dilepaskan kemudian dihembuskan oleh *blower* menuju sudu pengarah. Ruang pemanas juga ditambahkan plat-plat yang disusun sejajar vertikal dimaksudkan untuk mempercepat perpindahan panas. Ukuran ruang pemanas yaitu 300 mm x 250 mm x 350 mm.

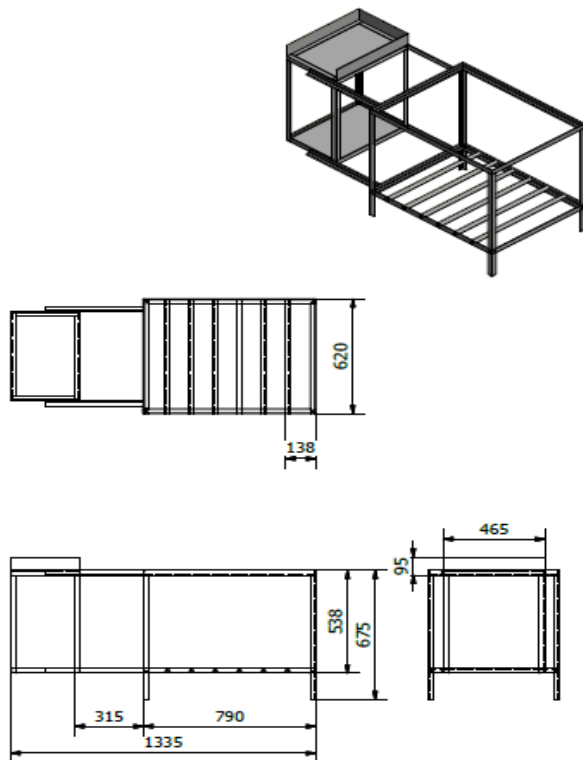
Luasan *inlet* sudu pengarah yaitu 250 mm x 350 mm dengan jarak sudut antar sudu pengarah 5°. Volume ruang pengering disesuaikan dengan ukuran yang po-

puler di pasaran yaitu 800 mm x 600 mm x 600 mm. Jumlah rak pengering sebanyak 3 lapis dengan dimensi 600 mm x 450 mm.



Gambar 5. Badan pengering

Rangka penyangga didesain dengan tinggi menyesuaikan tinggi rata-rata orang Indonesia. Tinggi rata-rata orang Indonesia adalah 160 cm. Sehingga tinggi pengering yang ergonomis  $\pm 120$  cm – 130 cm. Mengacu pada tinggi badan pengering yaitu 60 cm, maka dimensi rak penyangga dapat ditunjukkan pada Gambar 6:



Gambar 6. Rangka penyangga

Tabel 1. Spesifikasi *wings dryer*

Nama Bagian	Keterangan
Ruang pengering	800 mm x 600 mm x 600 mm
Rak pengering	3 lapis
Ruang pemanas	304 mm x 250 mm x 350 mm
Sumber panas	LPG dan listrik
Material <i>body</i>	Galvalum dan <i>stainless steel</i>
<i>Blower</i>	AC200/240V 50/60Hz 0,14A 21W 2P
Sudut antar sudu pengarah	5°
Rangka penyangga	1335 mm x 620 mm x 675 mm
Material rangka penyangga	Plat besi siku
Daya <i>heater</i>	500 Watt
Kapasitas produksi	26,5 kg/proses
Cerobong udara	140 mm x 120 mm

Berdasarkan uraian perancangan desain alat pengering berbasis *wings drying system* sehingga dihasilkan inovasi pengembangan alat pengering bahan makanan yang dinamakan "*wings dryer*".



Gambar 7. *Wings dryer*

Selanjutnya, untuk mengetahui penyebaran panas di dalam ruang pengering dapat dilakukan uji coba pengeringan pada beban kosong. Pengukuran dapat menggunakan thermometer. Hasil uji coba pengeringan pada beban kosong dapat dilihat pada Tabel 2:

Waktu (menit)	Sumber panas	Suhu (°C)		
		Rak 1	Rak 2	Rak 3
20	LPG	45	45	45
20	Listrik	38	38	38

Tabel 2. Pengeringan pada beban kosong

Berdasarkan Tabel 2, dapat dijelaskan bahwa desain alat pengering yang dikembangkan mampu menyebarkan panas yang merata pada masing-masing rak selama proses pengeringan.

Uji keefektifan untuk mengetahui kualitas pengeringan yang mampu dihasilkan oleh alat pengering yang dikembangkan. Parameter yang digunakan adalah kadar air bahan makanan (singkong). Kadar air akhir singkong yang direkomendasikan menurut SNI 01-2905-1992 harus di bawah 14%. Alat pengering diuji untuk mengubah kadar air irisan singkong yang awalnya 62% menjadi 10%. Untuk mengukur kadar air bahan digunakan alat yaitu *moisture meter*. Pengukuran dilakukan dengan mengambil sampel irisan singkong dari masing-masing rak pengering.



Gambar 8. Pengukuran kadar air

Selain pengukuran menggunakan alat bantu *moisture meter*, untuk mengetahui kadar air singkong juga dapat menggunakan perhitungan dengan persamaan:

$$Wf = \frac{(Wb - Wk)}{Wb} \times 100\%$$

Keterangan:

Wf = Kadar air singkong yang diperkirakan

Wb = Berat singkong sebelum dikeringkan (gram)

Wk = Berat singkong setelah dikeringkan (gram)

Diketahui berat singkong sebelum dikeringkan adalah 260 gram. Setelah singkong dikeringkan beratnya menjadi 234 gram. Maka untuk menghitung kadar air singkong sebagai berikut:

$$Wf = \frac{(Wb - Wk)}{Wb} \times 100\%$$

$$Wf = \frac{(260 - 234)}{260} \times 100\%$$

$$Wf = \frac{26}{260} \times 100\%$$

$$Wf = 0,1 \times 100\%$$

$$Wf = 10\%$$

Uji efisiensi untuk menganalisis waktu pengeringan serta biaya produksi yang dibutuhkan untuk mencapai pengeringan yang diinginkan. Pengujian dilakukan dengan cara mengeringkan irisan singkong hingga kadar air menjadi 10%, kemudian akan diperoleh waktu pengeringan yang dibutuhkan. Setelah itu, dapat dihitung biaya produksi berdasarkan rumus persamaan yang telah ditentukan. Hasil uji efisiensi dapat dilihat pada Tabel 3:

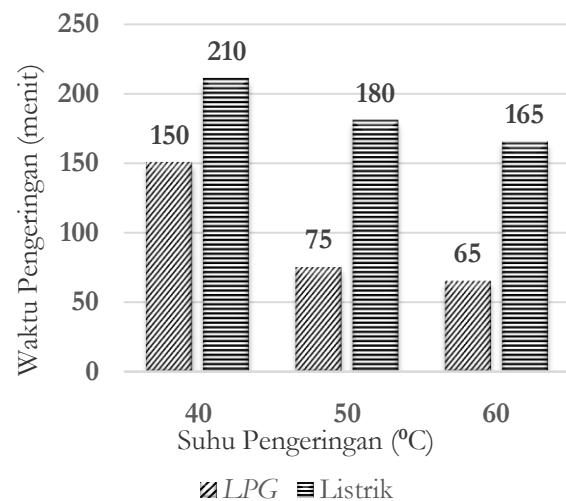
Tabel 3. Pengeringan untuk kadar air singkong 10%

Sumber Panas	Suhu Pengeringan		
	40°C	50°C	60°C
LPG	T= 150	T= 75	T= 65
	B= 4900	B= 7000	B= 7700
Listrik	T= 210	T= 180	T= 165
	B= 2567,7	B= 2200,9	B= 2017,5

Keterangan:

T: Waktu pengeringan (menit)

B: Biaya produksi (rupiah)



Gambar 9. Diagram waktu pengeringan

Laju penguapan air (40°C) LPG

$$= \frac{\text{Uap air yang dikeluarkan (gram)}}{\text{Waktu pengeringan (jam)}}$$

$$= \frac{26 \text{ gram}}{2,5 \text{ jam}}$$

$$= 10,4 \text{ gram/jam.}$$

Laju penguapan air (50°C) LPG

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Uap air yang dikeluarkan (gram)}}{\text{Waktu pengeringan (jam)}} \\ &= \frac{26 \text{ gram}}{1,25 \text{ jam}} \\ &= 20,8 \text{ gram/jam.} \end{aligned}$$

Laju penguapan air (60°C) LPG

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Uap air yang dikeluarkan (gram)}}{\text{Waktu pengeringan (jam)}} \\ &= \frac{26 \text{ gram}}{1,08 \text{ jam}} \\ &= 24,07 \text{ gram/jam.} \end{aligned}$$

Laju penguapan air (40°C) Listrik

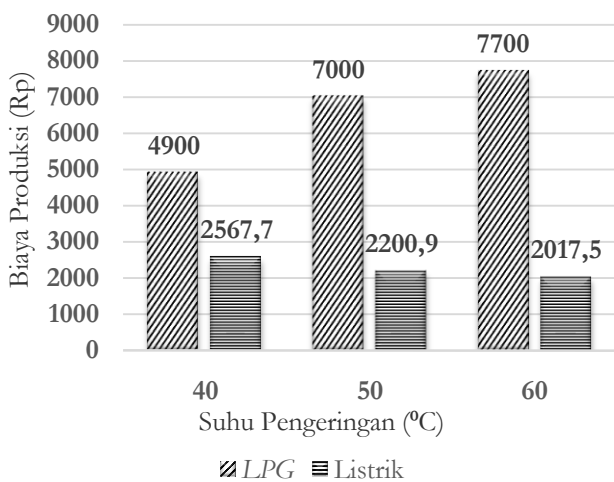
$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Uap air yang dikeluarkan (gram)}}{\text{Waktu pengeringan (jam)}} \\ &= \frac{26 \text{ gram}}{3,5 \text{ jam}} \\ &= 7,42 \text{ gram/jam.} \end{aligned}$$

Laju penguapan air (50°C) Listrik

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Uap air yang dikeluarkan (gram)}}{\text{Waktu pengeringan (jam)}} \\ &= \frac{26 \text{ gram}}{3 \text{ jam}} \\ &= 8,67 \text{ gram/jam.} \end{aligned}$$

Laju penguapan air (60°C) Listrik

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Uap air yang dikeluarkan (gram)}}{\text{Waktu pengeringan (jam)}} \\ &= \frac{26 \text{ gram}}{2,75 \text{ jam}} \\ &= 9,45 \text{ gram/jam.} \end{aligned}$$



Gambar 10. Diagram biaya produksi

- Perhitungan biaya produksi pada suhu pengeringan 40°C (LPG)  
 $B = \text{Konsumsi LPG} \times \text{harga LPG per 1 kg}$   
 $B = 0,7 \text{ kg} \times 7000 \text{ rupiah/kg}$   
 $B = 4.900 \text{ rupiah.}$

- Perhitungan biaya produksi pada suhu pengeringan 50°C (LPG)  
 $B = \text{Konsumsi LPG} \times \text{harga LPG per 1 kg}$   
 $B = 1 \text{ kg} \times 7000 \text{ rupiah/kg}$   
 $B = 7000 \text{ rupiah.}$
- Perhitungan biaya produksi pada suhu pengeringan 60°C (LPG)  
 $B = \text{Konsumsi LPG} \times \text{harga LPG per 1 kg}$   
 $B = 1,1 \text{ kg} \times 7.000 \text{ rupiah/kg}$   
 $B = 7700 \text{ rupiah.}$
- Perhitungan biaya produksi pada suhu pengeringan 40°C (Listrik)  
 $B = \text{Daya heater} \times T \times \text{biaya listrik per kWh}$   
 $B = 500 \text{ Watt} \times 3,5 \text{ h} \times 1467,28 \text{ rupiah/kWh}$   
 $B = 1750 \text{ Wh} \times 1467,28 \text{ rupiah/kWh}$   
 $B = 1,75 \text{ kWh} \times 1467,28 \text{ rupiah/kWh}$   
 $B = 2567,7 \text{ rupiah.}$
- Perhitungan biaya produksi pada suhu pengeringan 50°C (Listrik)  
 $B = \text{Daya heater} \times T \times \text{biaya listrik per kWh}$   
 $B = 500 \text{ Watt} \times 3 \text{ h} \times 1467,28 \text{ rupiah/kWh}$   
 $B = 1500 \text{ Wh} \times 1467,28 \text{ rupiah/kWh}$   
 $B = 1,5 \text{ kWh} \times 1467,28 \text{ rupiah/kWh}$   
 $B = 2200,9 \text{ rupiah}$
- Perhitungan biaya produksi pada suhu pengeringan 60°C (Listrik)  
 $B = \text{Daya heater} \times T \times \text{biaya listrik per kWh}$   
 $B = 500 \text{ Watt} \times 2,75 \text{ h} \times 1467,28 \text{ rupiah/kWh}$   
 $B = 1375 \text{ Wh} \times 1467,28 \text{ rupiah/kWh}$   
 $B = 1,375 \text{ kWh} \times 1467,28 \text{ rupiah/kWh}$   
 $B = 2017,5 \text{ rupiah}$

## 5. SIMPULAN

- Dihasilkan desain alat pengering bahan makanan berbasis *wings drying system* dengan dua sumber panas yaitu LPG dan listrik. Alat pengering yang dikembangkan dinamakan *wings dryer* dengan spesifikasi alat seperti pada Tabel 4:

Tabel 4. Spesifikasi alat pengering

Spesifikasi Alat Pengering yang Dikembangkan		
2) H		
a	Ruang pengering	800 mm x 600 mm x 600 mm
s	Rak pengering	3 lapis
l	Ruang pemanas	304 mm x 250 mm x 350 mm
u	Sumber panas	LPG dan listrik
j	Material <i>body</i>	Galvalum dan <i>stainless steel</i>
i	<i>Blower</i>	AC200/240V 50/60Hz 0,14A 21W 2P
k	Sudut antar sudu pengarah	5°
e	Rangka penyangga	1335 mm x 620 mm x 675 mm
f	Material rangka penyangga	Plat besi siku
e	Daya <i>heater</i>	500 Watt
t	Cerobong udara	140 mm x 120 mm
i	Kapasitas produksi	26,5 kg/proses
f	Massa sampel	260 gram/proses
a	Kadar air bahan setelah dikeringkan	10%
n	Suhu pengeringan paling efektif dan efisien	60°C
a	Waktu pengeringan paling efisien ( <i>LPG</i> )	65 menit/proses
t	Biaya produksi paling efisien (listrik)	Rp. 2.017,50/proses

pengering dengan sumber panas *LPG* dan listrik memiliki kemampuan yang sama yaitu mampu mengeringkan bahan makanan dari kadar air 62% menjadi 10% pada suhu pengeringan 40°C, 50°C, dan 60°C. Dengan demikian, alat pengering yang dikembangkan dapat digunakan secara efektif baik menggunakan sumber panas *LPG* maupun listrik.

- 3) Hasil uji efisiensi waktu menggunakan panas *LPG* yang mengeringkan bahan makanan berupa irisan singkong setebal 1 mm pada suhu berturut-turut 40°C, 50°C, dan 60°C membutuhkan waktu masing-masing 150 menit, 75 menit, dan 65 menit. Sementara itu, efisiensi biaya yang dikeluarkan berturut-turut Rp. 4.900,00; Rp. 7.000,00; dan Rp. 7.700,00. Sedangkan, hasil uji efisiensi waktu menggunakan panas listrik membutuhkan waktu berturut-turut 210 menit, 180 menit, dan 165 menit dengan efisiensi biaya yang dikeluarkan berturut-turut Rp. 2.567,70; Rp. 2.200,90; dan Rp. 2.017,50. Dengan demikian hasil uji efisiensi dari segi waktu yang paling efisien yaitu 65 menit (*LPG*) pada suhu 60°C. Sedangkan hasil uji efisiensi dari segi biaya yang

paling efisien yaitu Rp. 2.017,50 (listrik) pada suhu 60°C.

## 6. REKOMENDASI

- 1) Sebaiknya pengering dilapisi *glaswall* supaya panas di dalam ruang pengering lebih maksimal.
- 2) Apabila ingin waktu pengeringan yang lebih cepat, pengusaha sebaiknya menggunakan pengeringan dengan sumber panas *LPG* pada suhu 60°C.
- 3) Apabila ingin biaya produksi yang lebih rendah, pengusaha sebaiknya menggunakan pengeringan dengan sumber panas listrik pada suhu 60°C.

## 7. DAFTAR PUSTAKA

- Arhamsyah *et al.* 2018. Modifikasi Mesin Pengering Dengan Memanfaatkan Udara Panas dari Elemen Pemanas Listrik. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian* (4): 196-208.
- Cahyadi, R.A. 2019. Pengembangan Bahan Ajar Berbasis ADDIE Model. *Islamic Education Journal* 3(1): 35-43.
- Misha, Suhaimi *et al.* 2018. A Study of Drying Uniformity in a New Design of Tray Dryer. *Jour-*

*nal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences* 52 (2): 129-138.

- Naim, Muhammad *et al.* 2019. Rancang Bangun Oven Kue dengan Dua Sumber Panas. *Jurnal Dinamika* 10(2): 40-46.
- Osman, Jesika E., Akhyan, A., dan Hakim, L. 2018. Rancang Bangun Oven Pintar. *Prosiding 6<sup>th</sup> Applied Business and Engineering Conference*. Bengkalis. 197-206.
- Rahbini *et al.* 2016. Rancang Bangun Alat Pendingin Tipe Rak Sistem Double Blower. *Prosiding SENTLA* (8). Politeknik Negeri Malang. Malang. 6-10.
- Sugiyono. 2016. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sulistijowati, Rieny. 2019. Electric Blower Pada Pendingin Ikan Tipe Mekanik. *DJKI*. Nomor paten: S28201900495. Tanggal paten: 21 Januari 2019.