

**PENGARUH PARAMETER – PARAMETER SOP ALAT MINI SPRAY  
DRYER TERHADAP KUALITAS BUBUK KOPI INSTAN**

***THE EFFECT OF PARAMETER – PARAMETER SOP MINI SPRAY  
DRYER TOWARDS THE QUALITY OF INSTANT COFFEE POWDER***

Mohammad Lutfiyanto<sup>1</sup>, Nelly Ana Mufarida<sup>2</sup>, Andik Irawan<sup>3</sup>  
Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah  
Jember

Jl. Karimata No. 49 Telepon 336728 Kotak Pos 104 Jember

E-mail : moh.lutfiyanto18@gmail.com

**ABSTRAK**

Alat pengeringan *spray dryer* merupakan salah satu jenis alat pengering yang dioperasikan secara kontinyu. Pengeringan semprot merupakan pengeringan yang dapat mengubah umpan dari keadaan fluida menjadi butiran-butiran dan kemudian diubah lagi menjadi partikel-partikel kering melalui penyemprotan secara terus menerus dalam media pengering panas. Pada penelitian ini penulis menggunakan parameter – parameter seperti temperatur, kecepatan udara, pembukaan *trigger spray gun* dan tekanan pada kompresor yang akan diterapkan untuk pengeringan bahan kopi instan. Variabel – variabel disajikan pada Tabel 4.1 – 4.6, dengan jumlah 9 variasi per Tabel dengan nilai untuk temperatur menggunakan suhu 130 °C, 180 °C dan 200 °C, variabel kecepatan udara bernilai 0,13 m<sup>3</sup>/s, 0,093 m<sup>3</sup>/s dan 0,076 m<sup>3</sup>/s, pembukaan *trigger spray gun* dengan variasi 90°, 140°, dan 180°. Serta untuk variabel tekanan pada kompresor dengan nilai 0,5, 1, dan 1,5 Bar. Semua variabel pada parameter temperatur yaitu 130 °C, 180 °C dan 200 °C, dianggap sudah mampu membuat hasil bahan kopi instan dengan kadar air < 4 %. Dari hasil analisa perhitungan maka, efisiensi pengeringan untuk kategori terendah yaitu pada variabel 1 Tabel 4.2 sebesar 4,4 %, sedangkan untuk kategori paling efisien jatuh pada variabel 9 Tabel 4.6 sebesar 26,6 %. Untuk efisiensi keseluruhan sistem untuk kategori terendah yaitu pada variabel 1 Tabel 4.2 pula sebesar 2,7 %, sedangkan untuk kategori paling efisien juga jatuh pada variabel 9 Tabel 4.6 sebesar 18,7 %. Pengeringan dengan alat *mini spray dryer* ini membutuhkan banyak energi, yaitu pada pemanas atau *heater gun* yang mempunyai daya 2000 watt untuk dapat mencapai suhu ruang pengering sebesar 130 °C. Untuk *heater gun* dengan daya 2500 watt dapat mencapai suhu ruang pengering sebesar 180 °C, dan dengan daya 3000 watt dapat mencapai suhu ruang pengering sebesar 200 °C. Semua variabel – variabel pada parameter temperatur yaitu 130 °C, 180 °C dan 200 °C, dianggap sudah mampu membuat hasil bahan kopi instan dengan kadar air < 4 %.

Kata kunci : bubuk kopi instan, *mini spray dryer*, metode pengeringan, parameter operasi alat.

## ABSTRACT

*Spray drying tools are one of the most continuous operated dryers. Spray drying is a drying process which can convert the feed from the fluid state to granules and then converted again into dry particles by continuous spraying in a hot-drying medium. In this study the authors use parameters – parameters such as temperature, air velocity, trigger spray gun opening and pressure on the compressor to be applied for drying the instant coffee ingredients. The variables are presented in Table 4.1 – 4.6, with a total of 9 variations in the Table with values for temperatures using temperatures of 130 °C, 180 °C and 200 °C, variable air velocity valued at 0,13 m<sup>3</sup>/s, 0,093 m<sup>3</sup>/s and 0,076 m<sup>3</sup>/s, opening of trigger spray gun with variation of 90°, 140°, and 180°. And for variable pressure on the compressor with a value of 0.5, 1, and 1.5 Bar. All the variables at the temperature parameters are 130 °C, 180 °C and 200 °C, considered to have been able to make instant coffee ingredients with water content <4%. From result of calculation analysis hence, the efficiency of drying for the lowest category is on variable 1 Table 4.2 equal to 4,4%, while for the most efficient category fall in variable 9 Table 4.6 equal to 26,6%. For the overall efficiency of the system for the lowest category is on the variable 1 Table 4.2 also by 2.7%, while for the most efficient category also fall in variable 9 Table 4.6 of 18.7%. Drying with this mini spray dryer requires a lot of energy, ie in a heater or a heater gun that has a power of 2000 watts to be able to reach a drying room temperature of 130 °C. For a 2500 watt heater gun can reach a dryer room temperature of 180 °C, and with 3000 watts of power can reach a drying room temperature of 200 °C. All the variables at the temperature parameters are 130 °C, 180 °C and 200 °C, considered to have been able to make instant coffee ingredients with water content <4%.*

*Keywords: instant coffee powder, mini spray dryer, drying method, instrument operation parameters.*

## 1. PENDAHULUAN

Kopi adalah salah satu minuman terfavorit di dunia, dengan sedikit kandungan kafein yang menyegarkan, rasanya yang beda dan aroma dari senyawa volatil seperti 4-(4-hydroxyphenyl)-2-butanone, akan membuat kopi terasa nikmat. Bagi anda yang tidak memiliki cukup waktu luang untuk menikmati seduhan biji kopi, kopi instan lah solusinya. Kopi instan yang cukup stabil pertama kali diproduksi ilmuan jepang bernama Satori Kato, pada tahun 1901. Selama Perang

Dunia II, kopi instan mulai terkenal diantara tentara-tentara U.S setelah *Nestlé* memasarkan brand *Nescafé* sejak tahun 1910an. Kopi ini persiapannya lebih sederhana dibanding bentuk kopi yang lain. Kopi instan dapat dibuat dalam bentuk tepung atau granula (Anonim, Kopi Instan dan Proses Pembuatannya \_ 2010).

Dengan mengkesampingkan aroma dan rasanya, banyak orang menginginkan kopi karena sensasi menyegarkan dari suatu komponen alkaloid yang disebut *caffeine*. Menurut *National Nutrient Database for Standard Reference*, kopi instan memiliki sekitar dua per tiga kandungan kafein kopi asli. Untuk lebih tepatnya, 8 gr kopi asli akan mengandung 95mg kafein, sedangkan pada takaran yang sama kopi instan hanya mengandung 62mg kafein saja. Tapi, bagaimanapun juga kandungan kafein turut dipengaruhi oleh spesies biji kopi, kandungan biji dan proses pengolahannya (Anonim, Kopi Instan dan Proses Pembuatannya \_ 2010).

Pengeringan kopi instan pada mulanya dilakukan dengan menggunakan alat pengering yang disebut dengan *drum dryer*. Seiring dengan perkembangan teknologi, *drum dryer* sudah agak jarang digunakan sebagai alat pengering kopi instan disebabkan oleh kapasitas produksi yang rendah, kualitas yang dihasilkan kurang baik, serta biaya operasi yang cukup tinggi. Sebagai penggantinya, saat ini telah banyak dioperasikan alat pengering semprot atau *spray dryer* (Hartadi, N., Bhaskara, M.A., Wisnu, H., Kristianto, D., Alfyandi, Yaniari Y.S.P, \_ 2011).

Alat pengeringan *spray dryer* merupakan salah satu jenis alat pengering yang dioperasikan secara kontinyu. Pengeringan semprot merupakan pengeringan yang dapat mengubah umpan dari keadaan fluida menjadi butiran-butiran dan kemudian diubah lagi menjadi partikel-partikel kering melalui penyemprotan secara terus menerus dalam media pengering panas. Earle (1969) menyatakan bahwa alat pengering semprot dapat digunakan untuk mengeringkan larutan kental. Larutan disemprotkan dengan kecepatan tinggi secara sentrifugal sehingga zat cair akan menguap segera karena kontak permukaan yang besar dengan udara kering bersuhu tinggi. Di dalam sebuah pengering semprot, bahan cair atau bahan padat disemprotkan dalam bentuk tebaran halus ke dalam aliran

panas, proses pengeringan terjadi dengan sangat cepat, sehingga proses ini sangat berguna untuk berbagai bahan yang akan mengalami kerusakan bila dipanasi selama waktu yang lama. Produk yang dihasilkan oleh pengering semprot dapat berupa bubuk, butiran-butiran atau gumpalan. Hal ini tergantung dari sifat fisik dan kimia bahan yang dikeringkan, kondisi dan desain dari alat pengering semprot yang digunakan. (Zuhra, Sofyana, Cut Erlina\_2012)

Dalam produksi bubuk kopi instan, diperlukan adanya alat pengering seperti apa yang disampaikan diatas yaitu *spray dryer*. Kebanyakan produsen penghasil bubuk kopi instan ataupun produk bubuk kering lain, hanya industri sekala besar saja. Dikarenakan proses produksi yang mahal, alat yang digunakan pula juga mahal. Podusen ataupun industri sekala kecil yang ingin merasakan pasar dari produk bubuk kering maupun bubuk kopi instan, sangat terhalang oleh biaya yang dirasa cukup tinggi. Ditinjau dari bahan alat *spray dryer* seperti plat *stainlees steel* yang harganya jauh dari plat lain. Seperti hal nya konsumsi listrik yang besar dan harus menggunakan daya listrik yang tinggi. Dimensi umum dari sebuah alat pengering yaitu *spray dryer* cukup besar dan memerlukan lahan yang luas pula sebagai tempatnya.

Dari permasalahan tersebut, penulis menggunakan sebuah mesin *mini spray dryer* yang sudah dirancang dan dibuat dengan kapasitas 1 ℓ/jam. Mesin tersebut mempunyai dimensi dan daya listrik yang tidak terlalu besar, serta menekan biaya bahan – bahan yang dipakai pada beberapa komponennya. Dengan diameter ruang pengering 17,5 cm dan tinggi keseluruhan 120 cm, dan daya listrik sebesar 2300 watt yang cukup untuk industri sekala kecil ataupun menengah. Namun mesin *mini spray dryer* yang digunakan masih belum diketahui efisiensinya, seperti hasil pengeringan, waktu pengeringan maupun panas yang dihasilkan dari sumber panas. Maka dari itu, diperlukan adanya optimalisasi mesin tersebut agar hasil sesuai kriteria. Metode penelitian menggunakan parameter – parameter seperti temperatur, kecepatan udara dan tekanan, serta variabel – variabel dari parameter yang nantinya akan diuji di mesin tersebut. Diharapkan dengan adanya mesin *mini spray dryer* yang sudah dibuat dan diteliti dengan

hasilnya yang optimal, dapat membantu industri skala kecil ataupun menengah disisi biaya operasi maupun pembelian alat tersebut.

## **2. METODE PENELITIAN**

### **2.1 Alat dan Bahan yang Digunakan**

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. *Unit Mini Spray Dryer* kapasitas 1 ℓ/jam
2. *Stop Watch*
3. Thermometer
4. Kompresor
5. Timbangan
6. Gelas ukur
7. *Anemometer*
8. Sendok
9. Plastik
10. *Moisture analyzer*
11. Kopi bubuk
12. Susu bubuk
13. *Cream Power*
14. Gula bubuk

### **2.2 Pembuatan Bahan**

Adapun pembuatan bahan sebelum diproses sebagai berikut :

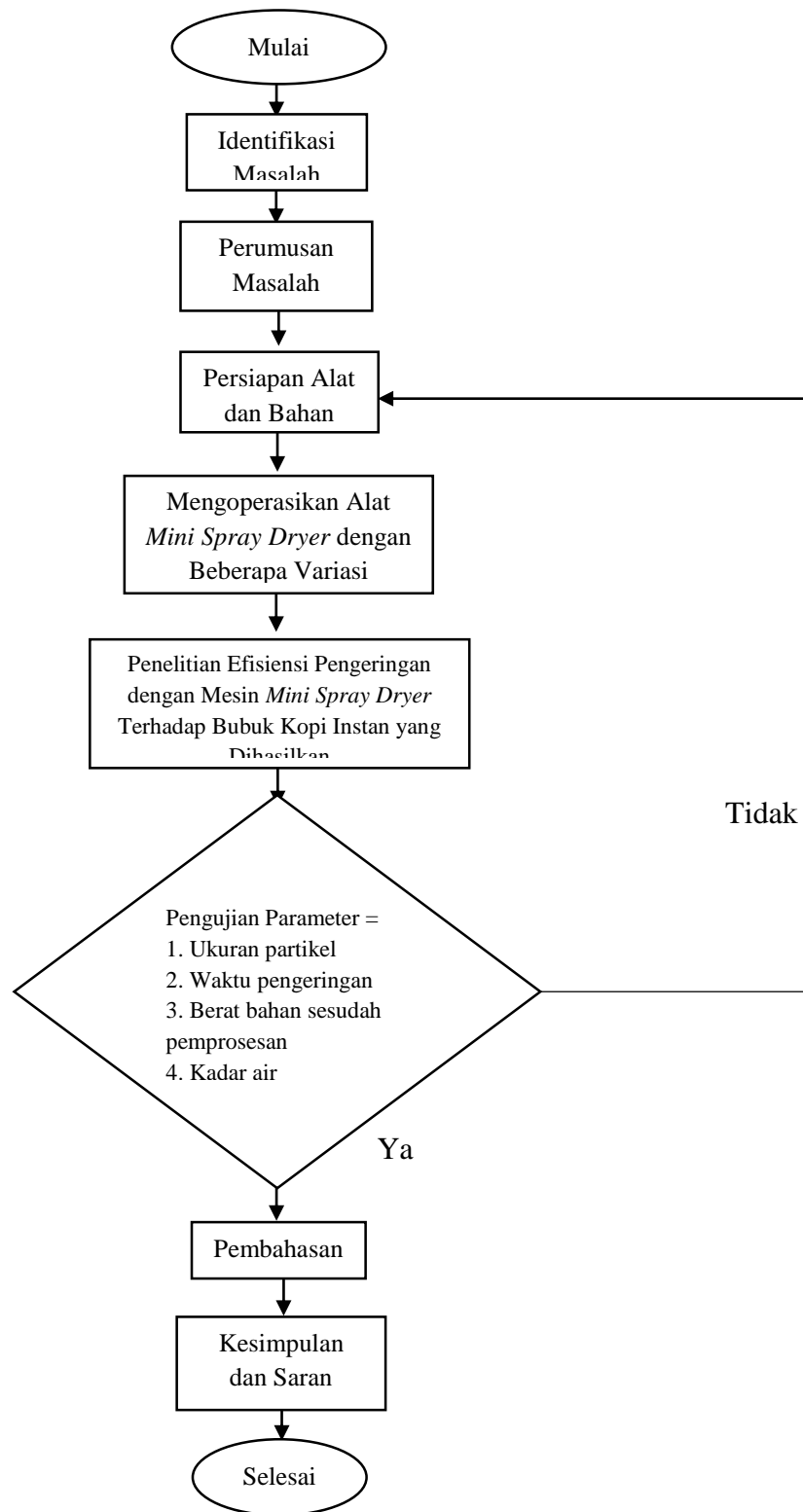
1. Penyaringan bubuk kopi dengan cara :
  - a. Mencampurkan bubuk kopi dengan air panas.
  - b. Penyaringan kopi sampai dikira tidak ada ampas.
2. Pembuatan bahan selain kopi seperti :
  - a. Bubuk susu
  - b. *Cream powder*
  - c. Bubuk gula

Semua bahan diatas dicampur dengan air panas, sehingga mudah larut.

3. Mencampurkan semua bahan.

### 2.3 Diagram Alir

Secara garis besar, tahapan penelitian yang dilakukan mengikuti diagram alir Gambar 2.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

## 2.4 Parameter – parameter operasi

### 1. Temperatur

1. 130 °C
3. 180 °C
4. 200 °C

### 2. Tekanan

1. 0,5 Bar
2. 1 Bar
3. 1,5 Bar

### 3. Kecepatan udara

Variabel (1)

Diketahui :

Debit udara,  $Q_{du} = 145 \text{ } \ell/\text{min} = 2,4 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$

Diameter dalam selang (1)  $d_1 = 6 \text{ mm}$

Diameter dalam selang (2)  $d_2 = 8 \text{ mm}$

Luas penampang ( $A_1$ ) =  $2 \cdot \pi \cdot r = 2 \cdot 3,14 \cdot 3 = 18,84 \text{ mm}^2 = 0,018 \text{ m}^2$

Luas penampang ( $A_2$ ) =  $2 \cdot \pi \cdot r = 2 \cdot 3,14 \cdot 4 = 25,12 \text{ mm}^2 = 0,025 \text{ m}^2$

$$Q_{du} = v \cdot A$$

$$v = \frac{Q_{du}}{A}$$

$$v = \frac{2,4 \times 10^{-3}}{1,8 \times 10^{-2}}$$
$$= 0,13 \text{ m}^3/\text{s}$$

Maka kecepatan udara pada saluran terakhir adalah :

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

$$0,018 \cdot 0,13 = 0,025 \cdot v_2$$

$$v_2 = \frac{0,018 \cdot 0,13}{0,025}$$

$$v_2 = 0,093 \text{ m}^3/\text{s}$$

Variabel (2)

Diketahui :

Debit udara,  $Q_{du} = 145 \text{ } \ell/\text{min} = 2,4 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$

Diameter dalam selang (1)  $d_1 = 8 \text{ mm}$

Diameter dalam selang (2)  $d_2 = 6 \text{ mm}$

Luas penampang ( $A_1$ ) =  $2 \cdot \pi \cdot r = 2 \cdot 3,14 \cdot 4 = 25,12 \text{ mm}^2 = 0,025 \text{ m}^2$

Luas penampang ( $A_2$ ) =  $2 \cdot \pi \cdot r = 2 \cdot 3,14 \cdot 3 = 18,84 \text{ mm}^2 = 0,018 \text{ m}^2$

$$Q_{du} = v \cdot A$$

Maka kecepatan udara pada saluran terakhir adalah :

$$v = \frac{Q_{du}}{A}$$

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

$$v = \frac{2,4 \times 10^{-3}}{2,5 \times 10^{-2}}$$

$$0,025 \cdot 0,096 = 0,018 \cdot v_2$$

$$= 0,096 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$v_2 = \frac{0,025 \cdot 0,096}{0,018}$$

$$v_2 = 0,13 \text{ m}^3/\text{s}$$

Variabel (3)

Diketahui :

Debit udara,  $Q_{du} = 145 \text{ l}/\text{min} = 2,4 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$

Diameter dalam selang (1)  $d_1 = 8 \text{ mm}$

Diameter dalam selang (2)  $d_2 = 10 \text{ mm}$

Luas penampang ( $A_1$ ) =  $2 \cdot \pi \cdot r = 2 \cdot 3,14 \cdot 4 = 25,12 \text{ mm}^2 = 0,025 \text{ m}^2$

Luas penampang ( $A_2$ ) =  $2 \cdot \pi \cdot r = 2 \cdot 3,14 \cdot 5 = 31,4 \text{ mm}^2 = 0,0314 \text{ m}^2$

$$Q_{du} = v \cdot A$$

Maka kecepatan udara pada saluran terakhir adalah

:

$$v = \frac{Q_{du}}{A}$$

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

$$v = \frac{2,4 \times 10^{-3}}{2,5 \times 10^{-2}}$$

$$0,025 \cdot 0,096 = 0,0314 \cdot v_2$$

$$= 0,096 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$v_2 = \frac{0,025 \cdot 0,096}{0,0314} = 0,076 \text{ m}^3/\text{s}$$



**2.4.1 Parameter – parameter operasi dengan suhu 130 °C dan kecepatan udara 0,093 m<sup>3</sup>/s**

Tabel 2.1 Parameter - Parameter Operasi Alat *Spray Dryer* dengan suhu 130 °C dan kecepatan udara 0,093 m<sup>3</sup>/s

	NO	Parameter – Parameter				Hasil Pengujian													
		Temperatur (°C)	Kecepatan Udara (m <sup>3</sup> /s)	Tekanan Kompresor (Bar)	Pengatur <i>Trigger Spray Gun</i>	Ukuran Partikel (nm)			Waktu (min)			Massa (gram)			Kadar Air (%)				
						1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
Variabel – Variabel	1	130	0,093	0,5	90°														
	2	130	0,093	0,5	140°														
	3	130	0,093	0,5	180°														
	4	130	0,093	1	90°														
	5	130	0,093	1	140°														
	6	130	0,093	1	180°														
	7	130	0,093	1,5	90°														
	8	130	0,093	1,5	140°														
	9	130	0,093	1,5	180°														

**2.4.2 Parameter – parameter operasi dengan suhu 180 °C dan kecepatan udara 0,13 m<sup>3</sup>/s**

Tabel 2.2 Parameter - Parameter Operasi Alat *Spray Dryer* dengan suhu 180 °C dan kecepatan udara 0,13 m<sup>3</sup>/s

	NO	Parameter – Parameter				Hasil Pengujian													
		Temperatur (°C)	Kecepatan Udara (m <sup>3</sup> /s)	Tekanan Kompresor (Bar)	Pengatur <i>Trigger Spray Gun</i>	Ukuran Partikel (nm)			Waktu (min)			Massa (gram)			Kadar Air (%)				
						1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
Variabel – Variabel	1	180	0,13	0,5	90°														
	2	180	0,13	0,5	140°														
	3	180	0,13	0,5	180°														
	4	180	0,13	1	90°														
	5	180	0,13	1	140°														
	6	180	0,13	1	180°														
	7	180	0,13	1,5	90°														
	8	180	0,13	1,5	140°														
	9	180	0,13	1,5	180°														

**2.4.3 Parameter – parameter operasi dengan suhu 200 °C dan kecepatan udara 0,076 m<sup>3</sup>/s**

Tabel 2.3 Parameter - Parameter Operasi Alat *Spray Dryer* dengan suhu 200 °C dan kecepatan udara 0,076 m<sup>3</sup>/s

	NO	Parameter – Parameter				Hasil Pengujian											
		Temperatur (°C)	Kecepatan Udara (m <sup>3</sup> /s)	Tekanan Kompresor (Bar)	Pengatur <i>Trigger Spray Gun</i>	Ukuran Partikel (nm)			Waktu (min)			Massa (gram)			Kadar Air (%)		
						1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Variabel – Variabel	1	200	0,076	0,5	90°												
	2	200	0,076	0,5	140°												
	3	200	0,076	0,5	180°												
	4	200	0,076	1	90°												
	5	200	0,076	1	140°												
	6	200	0,076	1	180°												
	7	200	0,076	1,5	90°												
	8	200	0,076	1,5	140°												
	9	200	0,076	1,5	180°												

**2.4.4 Parameter – parameter operasi dengan suhu 200 °C dan kecepatan udara 0,13 m<sup>3</sup>/s**

Tabel 2.4 Parameter - Parameter Operasi Alat *Spray Dryer* dengan suhu 200 °C dan kecepatan udara 0,13 m<sup>3</sup>/s

	NO	Parameter – Parameter				Hasil Pengujian											
		Temperatur (°C)	Kecepatan Udara (m <sup>3</sup> /s)	Tekanan Kompresor (Bar)	Pengatur <i>Trigger Spray Gun</i>	Ukuran Partikel (nm)			Waktu (min)			Massa (gram)			Kadar Air (%)		
						1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Variabel – Variabel	1	200	0,13	0,5	90°												
	2	200	0,13	0,5	140°												
	3	200	0,13	0,5	180°												
	4	200	0,13	1	90°												
	5	200	0,13	1	140°												
	6	200	0,13	1	180°												
	7	200	0,13	1,5	90°												
	8	200	0,13	1,5	140°												
	9	200	0,13	1,5	180°												

**2.4.5 Parameter – parameter operasi dengan suhu 180 °C dan kecepatan udara 0,093 m<sup>3</sup>/s**

Tabel 2.5 Parameter - Parameter Operasi Alat *Spray Dryer* dengan suhu 180 °C dan kecepatan udara 0,093 m<sup>3</sup>/s

	NO	Parameter – Parameter				Hasil Pengujian													
		Temperatur (°C)	Kecepatan Udara (m <sup>3</sup> /s)	Tekanan Kompresor (Bar)	Pengatur <i>Trigger Spray Gun</i>	Ukuran Partikel (nm)			Waktu (min)			Massa (gram)			Kadar Air (%)				
						1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
Variabel – Variabel	1	180	0,093	0,5	90°														
	2	180	0,093	0,5	140°														
	3	180	0,093	0,5	180°														
	4	180	0,093	1	90°														
	5	180	0,093	1	140°														
	6	180	0,093	1	180°														
	7	180	0,093	1,5	90°														
	8	180	0,093	1,5	140°														
	9	180	0,093	1,5	180°														

**2.4.6 Parameter – parameter operasi dengan suhu 130 °C dan kecepatan udara 0,076 m<sup>3</sup>/s**

Tabel 2.6 Parameter - Parameter Operasi Alat *Spray Dryer* dengan suhu 130 °C dan kecepatan udara 0,076 m<sup>3</sup>/s

	NO	Parameter – Parameter				Hasil Pengujian													
		Temperatur (°C)	Kecepatan Udara (m <sup>3</sup> /s)	Tekanan Kompresor (Bar)	Pengatur <i>Trigger Spray Gun</i>	Ukuran Partikel (nm)			Waktu (min)			Massa (gram)			Kadar Air (%)				
						1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
Variabel – Variabel	1	130	0,076	0,5	90°														
	2	130	0,076	0,5	140°														
	3	130	0,076	0,5	180°														
	4	130	0,076	1	90°														
	5	130	0,076	1	140°														
	6	130	0,076	1	180°														
	7	130	0,076	1,5	90°														
	8	130	0,076	1,5	140°														
	9	130	0,076	1,5	180°														

Adapun langkah kerja pengambilan data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

Penelitian ini menggunakan mesin *spray dryer* mini dengan dua heater, serta memiliki *drying chamber* berdiameter 17,5 cm dan tingginya 54 cm.

#### 1. Pembuatan Bahan

Pembuatan bahan sesuai dengan sup bab 3.3

##### a. Starter : Adonan selain kopi

- Susu = 25 gr dengan 100 ml Air
- Bubuk krim = 25 gr dengan 100 ml Air
- Bubuk gula = 20 gr dengan 50 ml Air

##### b. Kopi

- Kopi = 50 gr dengan 250 ml Air  
Setelah penyaringan didapat 150 ml

##### c. Campurkan kedua bahan menjadi satu kemudian didapat 550 ml

#### 2. Menyiapkan alat

- Mesin spray dryer
- Dua heater 1500 watt
- Kompresor ¼ Hp
- Wadah penampung stanlees

#### 3. Menghidupkan dua heater

4. Tunggu hingga suhu dalam tabung mesin spray dryer menjadi  $200^{\circ}C$ , agar pengeringan dan atomisasi dikira lebih optimal.

5. Sembari menunggu suhu optimal, hidupkan kompresor.

6. Setelah suhu mencapai  $200^{\circ}C$ , masukkan bahan ke dalam tabung spray gun, kemudian semprotkan secara berkala.

7. Ketika bahan disemprotkan, suhu turun sampai  $120^{\circ}C$ , maka semprotkan bahan secara berkala. Ketika suhu turun dibawah  $150^{\circ}C$  hentikan penyemprotan, dan tunggu suhu sampai normal kembali diatas  $150^{\circ}C$  kemudian penyemprotan dilanjutkan.

8. Dari prosedur pengoperasian mesin pada no. 8, banyak varian operasi yang peneliti lakukan sesuai pada Tabel 2.1.

9. Wadah yang berada dibawah *cyclon* harus tertutup untuk menghindari hasil yang terbuang, namun harus diberikan lubang buang sehingga panas keluar sehingga tidak terjadi kelebihan panas.
10. Setelah proses penyemprotan selesai, maka hasil dapat diambil di wadah penampung.
11. Kemudian penimbangan bahan yang sudah melalui mesin *spray dryer*.
12. Melihat kadar air bahan apakah sudah memenuhi standar kopi instan. Dengan membandingkan bahan sebelum proses dan sesudah proses.

### **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **3.1 Data Hasil Pengamatan**

Setelah melakukan penelitian pada pengeringan bahan kopi instan dengan beberapa parameter – parameter operasi seperti suhu pengeringan yaitu 130 °C, 180 °C, dan 200 °C. Dengan beberapa variabel tekanan yaitu 0,5 Bar, 1 Bar, dan 1,5 Bar, serta dengan menggunakan selang yang bervariasi maka diperoleh kecepatan udara yaitu 0,076 (m<sup>3</sup>/s), 0,093 (m<sup>3</sup>/s), dan 0,13 (m<sup>3</sup>/s). Kemudian dengan variabel pembukaan *trigger spray gun* untuk mengatomisasi bahan yaitu 90° (1/3), 140° (1/2), dan 180° (Penuh). Dari semua parameter – parameter tersebut, pengujian dilakukan pada setiap variabel dengan tiga kali pengujian . Bahan yang diujikan yaitu campuran kopi instan dengan volume 100 ml pada setiap variabel yang diujikan, maka diperoleh data seperti yang terlihat pada lampiran.

#### **3.2 Data Hasil Pengujian**

Dari hasil pengambilan sampel bahan kopi instan yang telah melewati proses pengujian selama 8 jam penelitian, selanjutnya data tersebut diukur dengan *stopwath*, timbangan, *moisture analyzer* (alat ukur kadar air), dan alat ukur partikel.

#### **3.3 Analisa**

Dari data hasil pengukuran dan pengamatan pada setiap parameter, maka untuk mengetahui beberapa pengaruh dari beberapa variabel seperti pengaruh variabel – variabel terhadap waktu pengeringan, pengaruh variabel – variabel terhadap ukuran partikel, variabel – variabel terhadap kadar air bahan, dan variabel – variabel terhadap berat dengan bahan 200 ml atau 50 gram dapat dilihat pada Tabel 3.1 sampai Tabel 3.6.

Tabel 3.1 Hasil Uji Parameter – Parameter Operasi Alat *Mini Spray Dryer*  
 Dengan Suhu 130° C Dan Kecepatan Udara 0,093 m<sup>3</sup>/s

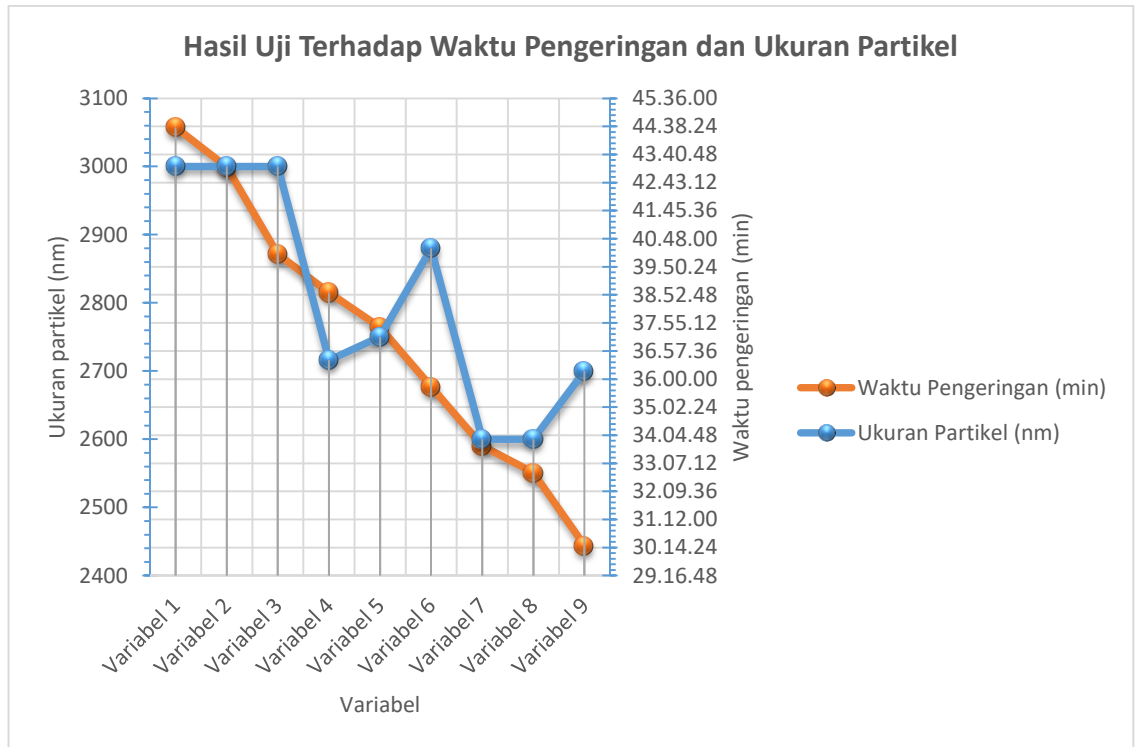
	NO	Parameter – Parameter				Hasil Pengujian											
		Temperatur (°C)	Kecepatan Udara (m <sup>3</sup> /s)	Tekanan Kompresor (Bar)	Penggatur <i>Trigger Spray Gun</i>	Ukuran Partikel (nm)			Waktu (min)			Massa (gram)			Kadar Air (%)		
						1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Variabel – Variabel	1	130	0,093	0,5	90°	3000	3000	3000	44:32	44:41	44:36	13	13	13	3,99	3,98	3,99
	2	130	0,093	0,5	140°	3000	3000	3000	43:11	43:20	43:15	13	13	13	4,37	4,39	4,39
	3	130	0,093	0,5	180°	3000	3000	3000	40:10	40:21	40:18	12	12	12	4,49	4,49	4,48
	4	130	0,093	1	90°	2700	2750	2700	39:02	38:50	39:01	13,5	13,5	13,5	3,88	3,88	3,87
	5	130	0,093	1	140°	2750	2750	2750	37:40	37:48	37:51	13	13	13	3,94	3,94	3,94
	6	130	0,093	1	180°	2880	2880	2880	36:01	35:10	36:02	13	13	13	4,31	4,31	4,31
	7	130	0,093	1,5	90°	2600	2600	2600	33:40	33:48	33:41	15	15	15	3,37	3,17	3,17
	8	130	0,093	1,5	140°	2600	2600	2600	32:50	32:48	32:46	15	15	15	3,46	3,45	3,46
	9	130	0,093	1,5	180°	2700	2700	2700	30:11	30:20	30:24	14	14	14	3,67	3,67	3,66

4

Dari Tabel diatas, terlihat bahwa pengujian setiap variabel – variabel dilakukan sebanyak tiga kali. Maka didapatkan tiga hasil untuk ukuran partikel, waktu pengeringan, berat bubuk dengan bahan awal 200 ml, dan kadar air bubuk. Variabel yang diujikan berjumlah sembilan dan memiliki parameter – parameter yang berbeda. Dari tiga hasil uji pada setiap variabel, maka didapatkan rata – rata yang menjadi hasil utama pada setiap variabel seperti pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Hasil Uji Rata – Rata Pada Tabel 3.1

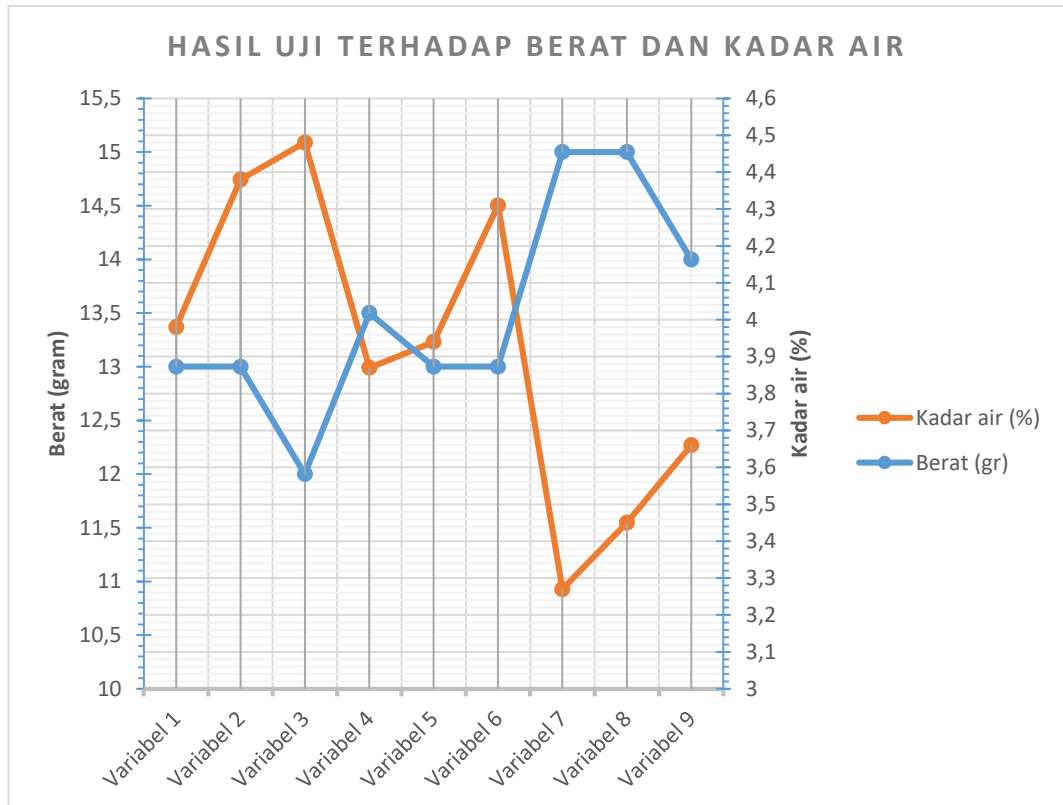
	NO	Parameter – Parameter				Hasil Pengujian			
		Temperatur (°C)	Kecepatan Udara (m <sup>2</sup> /s)	Tekanan Kompresor (Bar)	Pengatur <i>Trigger Spray Gun</i>	Ukuran Partikel (nm)	Waktu (min)	Massa (gram)	Kadar Air (%)
Variabel – Variabel	1	130	0,093	0,5	90°	3000	44.36	13	3,98
	2	130	0,093	0,5	140°	3000	43.15	13	4,38
	3	130	0,093	0,5	180°	3000	40.16	12	4,48
	4	130	0,093	1	90°	2716	38.57	13,5	3,87
	5	130	0,093	1	140°	2750	37.46	13	3,94
	6	130	0,093	1	180°	2880	35.44	13	4,31
	7	130	0,093	1,5	90°	2600	33.43	15	3,23
	8	130	0,093	1,5	140°	2600	32.48	15	3,45
	9	130	0,093	1,5	180°	2700	30.18	14	3,66



Gambar 3.1 Hasil uji terhadap waktu pengeringan dan ukuran partikel sesuai Tabel 3.2

Pada Gambar 3.1 terlihat bahwa pengeringan bahan 200 ml paling lama yaitu pada Variabel 1 sebesar 44:36 menit, disebabkan pembukaan *triger spray gun* yang hanya 90° sehingga bahan yang keluar sedikit, dengan tekanan 0,5 Bar. Sedangkan waktu pengeringan yang paling cepat diperoleh pada Variabel 9 sebesar 30:18 menit, disebabkan tekanan 1,5 Bar dengan pembukaan *triger spray gun* sebesar 180° sehingga bahan yang dikeluarkan juga cukup banyak. Ukuran partikel yang diperoleh paling besar juga ditunjukkan pada Variabel 1,2, dan 3 sebesar 3000 nm, dikarenakan oleh tekanan yang hanya 0,5 Bar. Sedangkan perolehan ukuran partikel yang paling kecil ditunjukkan pada Variabel 7, dan 8 sebesar 2600 nm. Perolehan partikel paling kecil disebabkan oleh faktor tekanan yang besar, serta pembukaan *triger spray gun* yang sedikit, sehingga bahan yang dikeringkan cukup lama, namun berpengaruh pada waktu pengeringan.





Gambar 3.2 Hasil uji terhadap berat dan kadar air sesuai Tabel 3.2

Pada Gambar 3.2 terlihat bahwa kadar air bahan paling besar diperoleh pada Variabel 3 sebesar 4,48 %. Sedangkan kadar air bahan paling kecil diperoleh pada Variabel 7 sebesar 3,27 %. Hal itu disebabkan tekanan yang tinggi dan pembukaan *trigger spray gun* yang sedikit untuk mencapai berat kandungan air bahan yang paling sedikit. Untuk berat bahan paling sedikit diperoleh pada Variabel 3 sebesar 12 gram, sedangkan berat bahan yang paling besar juga diperoleh pada Variabel 7, dan 8 sebesar 15 gram, disebabkan tekanan yang tinggi dan kecepatan udara yang sama. Pengaruh dari pembukaan *trigger spray gun* yang sedikit menyebabkan bahan yang dikeringkan bertahap dan pengeringan efektif dengan semprotan bahan yang relatif sedikit. Dari semua variabel pada Tabel 3.1, parameter yang sama terdapat pada temperatur dan kecepatan udara. Parameter yang berbeda pada setiap variabel terdapat pada pembukaan *trigger spray gun* dan tekanan kompresor dengan nilai yang berbeda pula.

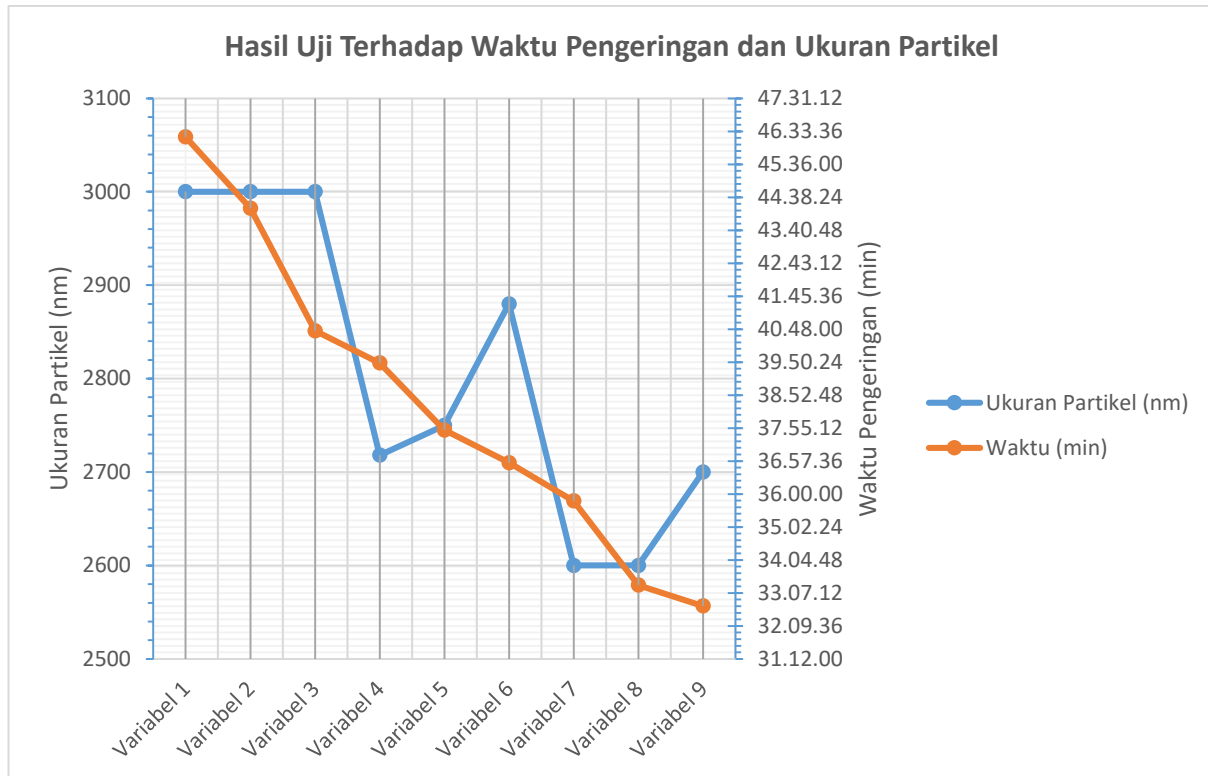
Tabel 3.3 Hasil Uji Parameter – Parameter Operasi Alat *Mini Spray Dryer*  
 Dengan Suhu 130° C Dan Kecepatan Udara 0,076 m<sup>3</sup>/s

	NO	Parameter – Parameter				Hasil Pengujian											
		Temperatur (°C)	Kecepatan Udara (m <sup>3</sup> /s)	Tekanan Kompresor (Bar)	Pengatur <i>Trigger Spray Gun</i>	Ukuran Partikel (nm)			Waktu (min)			Massa (gram)			Kadar Air (%)		
						1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Variabel – Variabel	1	130	0,076	0,5	90°	3000	3000	3000	46:33	46:40	45:58	11,5	11,5	11,5	4,31	4,33	4,33
	2	130	0,076	0,5	140°	3000	3000	3000	44:21	44:26	44:11	11,5	11,5	11,5	4,81	4,81	4,81
	3	130	0,076	0,5	180°	3000	3000	3000	40:46	40:49	40:40	11	11	11	5,2	5,1	5,1
	4	130	0,076	1	90°	2700	2750	2700	39:59	39:40	39:48	13	13	13	3,99	3,98	3,93
	5	130	0,076	1	140°	2750	2750	2750	37:58	37:50	37:47	12,6	12,6	12,6	4,21	4,22	4,21
	6	130	0,076	1	180°	2880	2880	2880	36:57	36:52	36:55	12	12	12	4,55	4,56	4,57
	7	130	0,076	1,5	90°	2600	2600	2600	35:51	35:48	35:45	14	14	14	3,44	3,36	3,36
	8	130	0,076	1,5	140°	2600	2600	2600	33:24	33:20	33:19	14	14	14	3,69	3,69	3,68
	9	130	0,076	1,5	180°	2700	2700	2700	32:48	32:45	32:41	13,3	13,3	13,3	3,96	3,97	3,96

Dari Tabel diatas, terlihat bahwa pengujian setiap variabel – variabel dilakukan sebanyak tiga kali. Maka didapatkan tiga hasil untuk ukuran partikel, waktu pengeringan, berat bubuk dengan bahan awal 200 ml, dan kadar air bubuk. Variabel yang diujikan berjumlah sembilan dan memiliki parameter – parameter yang berbeda. Dari tiga hasil uji pada setiap variabel, maka didapatkan rata – rata yang menjadi hasil utama pada setiap variabel seperti pada Tabel 3.3.

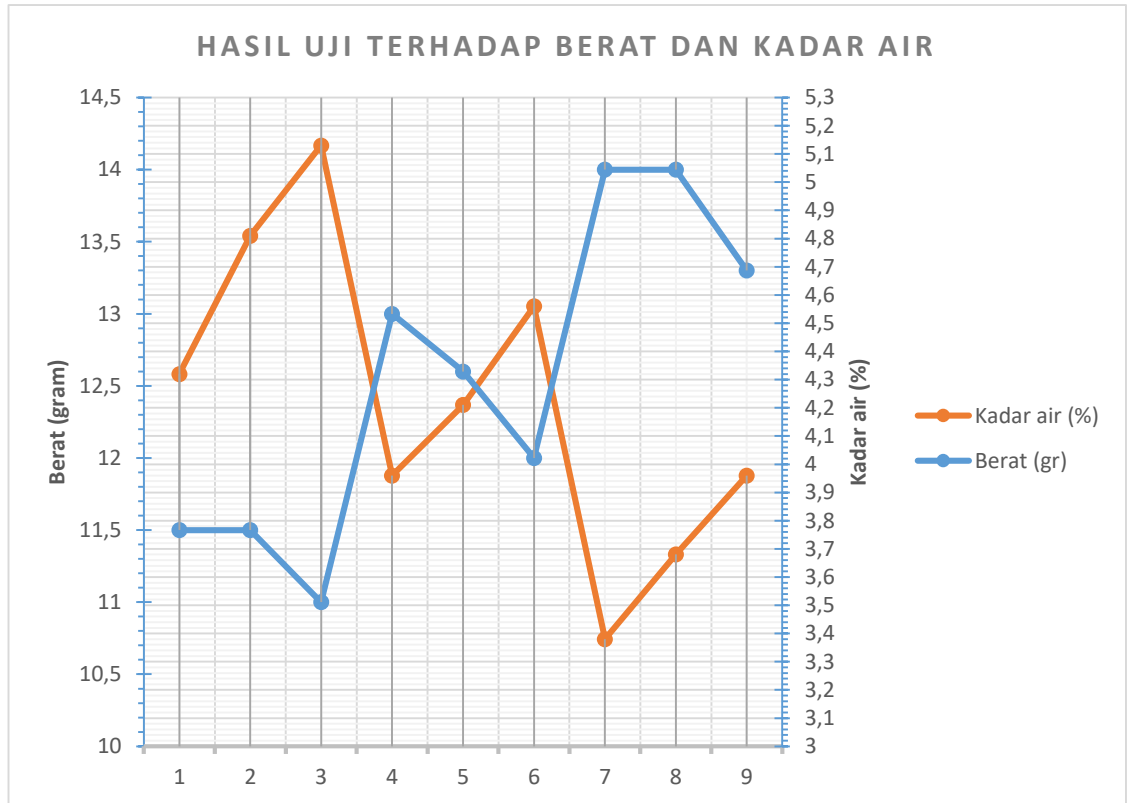
Tabel 3.4 Hasil Uji Rata – Rata Pada Tabel 4.3

	NO	Parameter – Parameter				Hasil Pengujian			
		Temperatur (°C)	Kecepatan Udara (m <sup>3</sup> /s)	Tekanan Kompresor (Bar)	Pengatur <i>Trigger Spray Gun</i>	Ukuran Partikel (nm)	Waktu (min)	Massa (gram)	Kadar Air (%)
Variabel – Variabel	1	130	0,076	0,5	90°	3000	46.23	11,5	4,32
	2	130	0,076	0,5	140°	3000	44.19	11,5	4,81
	3	130	0,076	0,5	180°	3000	40.45	11	5,13
	4	130	0,076	1	90°	2718	39.49	13	3,96
	5	130	0,076	1	140°	2750	37.51	12,6	4,21
	6	130	0,076	1	180°	2880	36.54	12	4,56
	7	130	0,076	1,5	90°	2600	35.48	14	3,38
	8	130	0,076	1,5	140°	2600	33.21	14	3,68
	9	130	0,076	1,5	180°	2700	32.44	13,3	3,96



Gambar 3.3 Hasil uji terhadap waktu pengeringan dan ukuran partikel sesuai Tabel 3.4

Pada Gambar 3.3 terlihat bahwa pengeringan bahan 200 ml paling lama yaitu pada Variabel 1 sebesar 44:23 menit, disebabkan pembukaan *triger spray gun* yang hanya 90° sehingga bahan yang keluar sedikit, dengan tekanan 0,5 Bar. Sedangkan waktu pengeringan yang paling cepat diperoleh pada Variabel 9 sebesar 32:44 menit, disebabkan tekanan 1,5 Bar dengan pembukaan *triger spray gun* sebesar 180° sehingga bahan yang dikeluarkan juga cukup banyak. Ukuran partikel yang diperoleh paling besar juga ditunjukkan pada Variabel 1,2, dan 3 sebesar 3000 nm, dikarenakan oleh tekanan yang hanya 0,5 Bar. Sedangkan perolehan ukuran partikel yang paling kecil ditunjukkan pada Variabel 7, dan 8 sebesar 2600 nm. Perolehan partikel paling kecil disebabkan oleh faktor tekanan yang besar, serta pembukaan *triger spray gun* yang sedikit, sehingga bahan yang dikeringkan cukup lama, namun berpengaruh pada waktu pengeringan.



Gambar 3.4 Hasil uji terhadap berat pengeringan dan kadar air sesuai Tabel 3.4

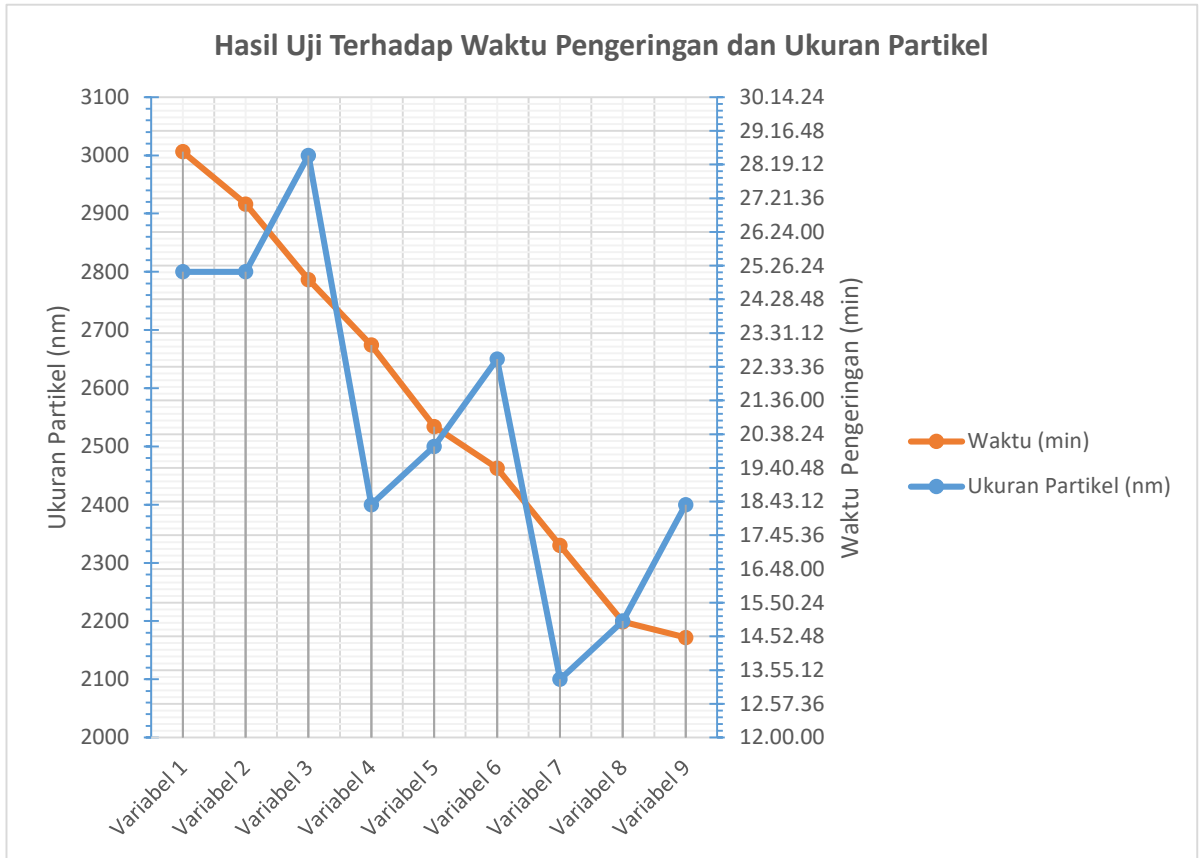
Pada Gambar 3.4 terlihat bahwa kadar air bahan paling besar diperoleh pada Variabel 3 sebesar 5,13 %. Sedangkan kadar air bahan paling kecil diperoleh pada Variabel 7 sebesar 3,38 %. Hal itu disebabkan tekanan yang tinggi dan pembukaan *triger spray gun* yang sedikit untuk mencapai berat kandungan air bahan yang paling sedikit. Untuk berat bahan paling sedikit diperoleh pada Variabel 3 sebesar 11 gram, sedangkan berat bahan yang paling besar juga diperoleh pada Variabel 7, dan 8 sebesar 14 gram, disebabkan tekanan yang tinggi dan kecepatan udara yang sama. Pengaruh dari pembukaan *triger spray gun* yang sedikit menyebabkan bahan yang dikeringkan bertahap dan pengeringan efektif dengan semprotan bahan yang relatif sedikit. Dari semua variabel pada Tabel 4.2, parameter yang sama terdapat pada temperatur dan kecepatan udara. Parameter yang berbeda pada setiap variabel terdapat pada pembukaan *triger spray gun* dan tekanan kompresor dengan nilai yang berbeda pula.

Tabel 3.5 Hasil Uji Parameter – Parameter Operasi Alat *Mini Spray Dryer*  
 Dengan Suhu 180° C Dan Kecepatan Udara 0,13 m<sup>3</sup>/s

	NO	Parameter – Parameter				Hasil Pengujian											
		Temperatur (°C)	Kecepatan Udara (m <sup>3</sup> /s)	Tekanan Kompresor (Bar)	Pengatur <i>Trigger Spray Gun</i>	Ukuran Partikel (nm)			Waktu (min)			Massa (gram)			Kadar Air (%)		
						1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Variabel – Variabel	1	180	0,13	0,5	90°	2800	2800	2800	28:51	28:30	28:42	17	17	17	2,65	2,64	2,64
	2	180	0,13	0,5	140°	2800	2800	2800	27:10	27:16	27:09	16,2	16,2	16,2	2,79	2,78	2,79
	3	180	0,13	0,5	180°	3000	3000	3000	25:08	24:58	25:02	16	16	16	2,87	2,88	2,88
	4	180	0,13	1	90°	2400	2400	2400	23:15	23:06	23:11	18,5	18,5	18,5	2,41	2,42	2,41
	5	180	0,13	1	140°	2500	2500	2500	20:51	20:55	20:48	17,5	17,5	17,5	2,68	2,68	2,69
	6	180	0,13	1	180°	2650	2650	2650	19:32	19:40	19:49	17	17	17	2,72	2,76	2,75
	7	180	0,13	1,5	90°	2100	2100	2100	17:26	17:22	17:37	19	19	19	2,25	2,25	2,13
	8	180	0,13	1,5	140°	2200	2200	2200	15:20	15:31	15:02	18,3	18,3	18,3	2,33	2,33	2,32
	9	180	0,13	1,5	180°	2400	2400	2400	14:51	14:55	14:47	18	18	18	2,52	2,52	2,52

Tabel 3.6 Hasil Uji Rata – Rata Pada Tabel 3.5

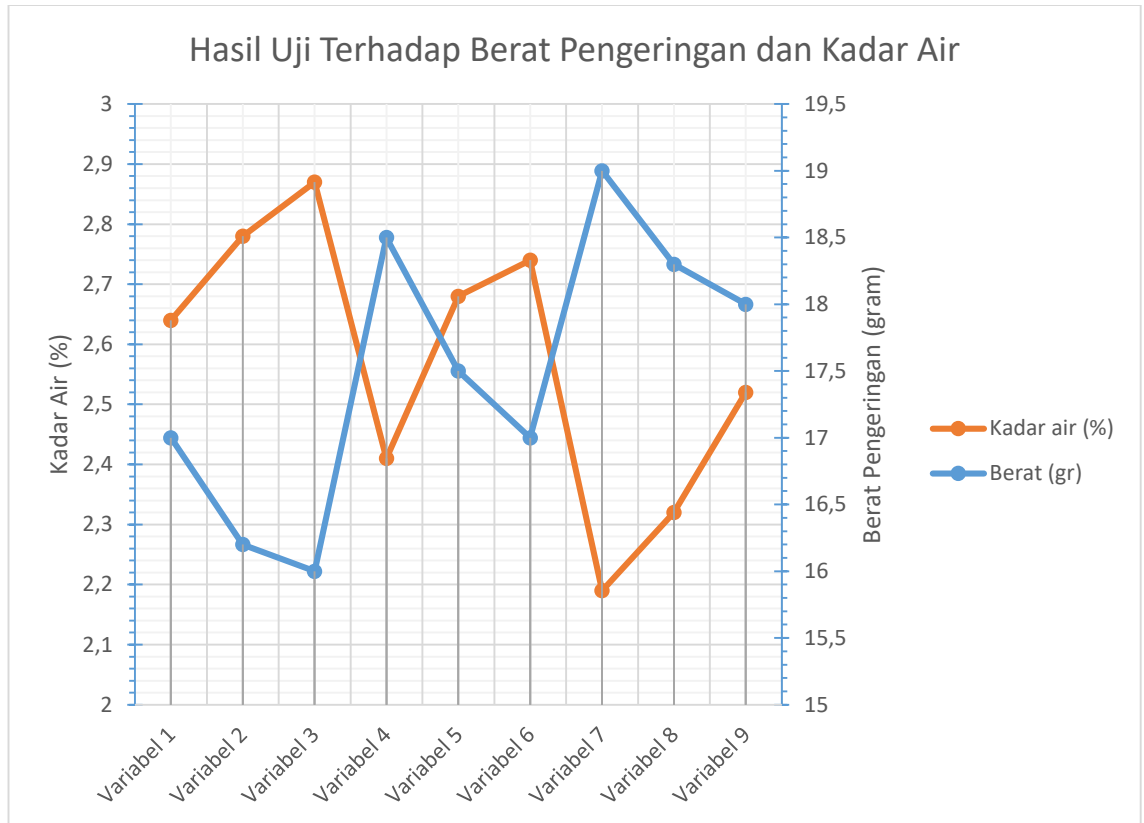
	NO	Parameter – Parameter				Hasil Pengujian			
		Temperatur (°C)	Kecepatan Udara (m <sup>3</sup> /s)	Tekanan Kompresor (Bar)	Pengatur <i>Trigger Spray Gun</i>	Ukuran Partikel (nm)	Waktu (min)	Massa (gram)	Kadar Air (%)
Variabel – Variabel	1	180	0,13	0,5	90°	2800	28.41	17	2,64
	2	180	0,13	0,5	140°	2800	27.11	16,2	2,78
	3	180	0,13	0,5	180°	3000	25.02	16	2,87
	4	180	0,13	1	90°	2400	23.10	18,5	2,41
	5	180	0,13	1	140°	2500	20.51	17,5	2,68
	6	180	0,13	1	180°	2650	19.40	17	2,74
	7	180	0,13	1,5	90°	2100	17.28	19	2,19
	8	180	0,13	1,5	140°	2200	15.17	18,3	2,32
	9	180	0,13	1,5	180°	2400	14.51	18	2,52



Gambar 3.5 Hasil uji terhadap ukuran partikel dan waktu pengeringan sesuai Tabel 3.6

Pada Gambar 3.5 terlihat bahwa pengeringan bahan 200 ml paling lama yaitu juga pada Variabel 1 sebesar 28:41 menit, disebabkan pembukaan *trigger spray gun* yang hanya 90° sehingga bahan yang keluar sedikit, dengan tekanan 0,5 Bar. Sedangkan waktu pengeringan yang paling cepat diperoleh pada Variabel 9 sebesar 14:51 menit, disebabkan tekanan 1,5 Bar dengan pembukaan *trigger spray gun* sebesar 180° sehingga bahan yang dikeluarkan juga cukup banyak. Ukuran partikel yang diperoleh paling besar juga ditunjukkan pada Variabel 3 sebesar 3000 nm, dikarenakan oleh tekanan yang hanya 0,5 Bar. Sedangkan perolehan ukuran partikel yang paling kecil ditunjukkan pada Variabel 7 sebesar 2100 nm. Perolehan partikel paling kecil disebabkan oleh faktor tekanan yang besar, serta pembukaan *trigger spray gun* yang sedikit, sehingga bahan yang dikeringkan cukup lama, namun berpengaruh pada waktu pengeringan.





7

Gambar 3.6 Hasil uji terhadap berat pengeringan dan kadar air sesuai Tabel 3.6

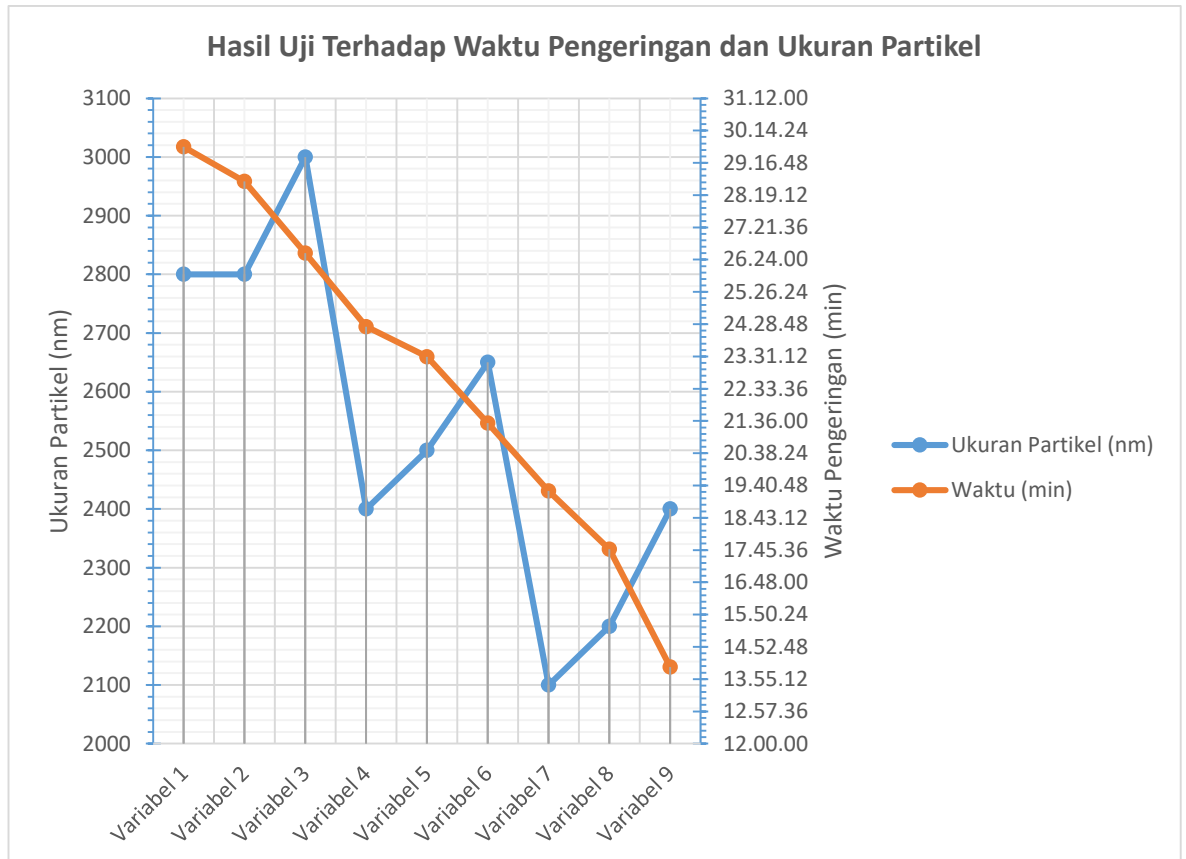
Pada Gambar 3.6 terlihat bahwa kadar air bahan paling besar diperoleh pada Variabel 3 sebesar 2,87 %. Sedangkan kadar air bahan paling kecil diperoleh pada Variabel 7 sebesar 2,19 %. Hal itu disebabkan tekanan yang tinggi dan pembukaan *trigger spray gun* yang sedikit untuk mencapai berat kandungan air bahan yang paling sedikit. Untuk berat bahan paling sedikit diperoleh pada Variabel 3 sebesar 16 gram, sedangkan berat bahan yang paling besar juga diperoleh pada Variabel 7 sebesar 19 gram, disebabkan tekanan yang tinggi dan kecepatan udara yang sama. Pengaruh dari pembukaan *trigger spray gun* yang sedikit menyebabkan bahan yang dikeringkan bertahap dan pengeringan efektif dengan semprotan bahan yang relatif sedikit. Dari semua variabel pada Tabel 3.3, parameter yang sama terdapat pada temperatur dan kecepatan udara. Parameter yang berbeda pada setiap variabel terdapat pada pembukaan *trigger spray gun* dan tekanan kompresor dengan nilai yang berbeda pula.

Tabel 3.7 Hasil Uji Parameter – Parameter Operasi Alat *Mini Spray Dryer*  
 Dengan Suhu 180° C Dan Kecepatan Udara 0,093 m<sup>3</sup>/s

	NO	Parameter – Parameter				Hasil Pengujian											
		Temperatur (°C)	Kecepatan Udara (m <sup>3</sup> /s)	Tekanan Kompresor (Bar)	Pengatur <i>Trigger Spray Gun</i>	Ukuran Partikel (nm)			Waktu (min)			Massa (gram)			Kadar Air (%)		
						1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Variabel – Variabel	1	180	0,093	0,5	90°	2800	2800	2800	29:50	29:46	29:40	16	16	16	2,75	2,77	2,78
	2	180	0,093	0,5	140°	2800	2800	2800	28:46	28:43	28:42	15,4	15,4	15,4	2,89	2,87	2,87
	3	180	0,093	0,5	180°	3000	3000	3000	26:30	26:37	26:40	15	15	15	2,97	2,97	2,95
	4	180	0,093	1	90°	2400	2400	2400	24:22	24:22	24:29	17	17	17	2,56	2,58	2,59
	5	180	0,093	1	140°	2500	2500	2500	23:37	23:30	23:25	16,6	16,6	16,6	2,76	2,72	2,77
	6	180	0,093	1	180°	2650	2650	2650	21:28	21:32	21:36	16	16	16	2,81	2,84	2,82
	7	180	0,093	1,5	90°	2100	2100	2100	19:39	19:34	19:20	18	18	18	2,39	2,36	2,39
	8	180	0,093	1,5	140°	2200	2200	2200	17:47	17:49	17:45	17	17	17	2,55	2,54	2,53
	9	180	0,093	1,5	180°	2400	2400	2400	14:18	14:21	14:11	16,8	16,8	16,8	2,63	2,66	2,63

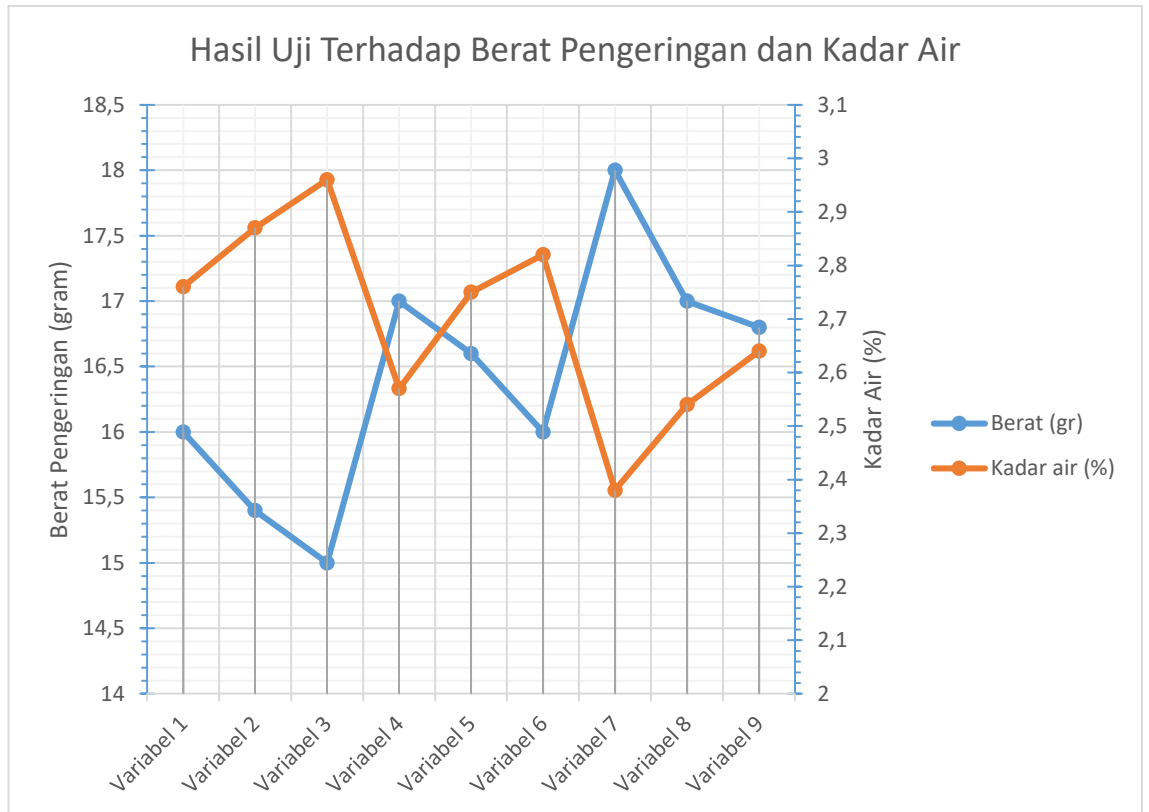
Tabel 3.8 Hasil Uji Rata – Rata Pada Tabel 3.7

	NO	Parameter – Parameter				Hasil Pengujian			
		Temperatur (°C)	Kecepatan Udara (m <sup>2</sup> /s)	Tekanan Kompresor (Bar)	Pengatur <i>Trigger Spray Gun</i>	Ukuran Partikel (nm)	Waktu (min)	Massa (gram)	Kadar Air (%)
Variabel – Variabel	1	180	0,093	0,5	90°	2800	29.45.20	16	2,76
	2	180	0,093	0,5	140°	2800	28.43.40	15,4	2,87
	3	180	0,093	0,5	180°	3000	26.35.40	15	2,96
	4	180	0,093	1	90°	2400	24.24.20	17	2,57
	5	180	0,093	1	140°	2500	23.30.40	16,6	2,75
	6	180	0,093	1	180°	2650	21.32.00	16	2,82
	7	180	0,093	1,5	90°	2100	19.31.00	18	2,38
	8	180	0,093	1,5	140°	2200	17.47.00	17	2,54
	9	180	0,093	1,5	180°	2400	14.16.40	16,8	2,64



Gambar 3.7 Hasil uji terhadap waktu pengeringan dan ukuran partikel sesuai Tabel 3.8

Pada Gambar 3.7 terlihat bahwa pengeringan bahan 200 ml paling lama yaitu juga pada Variabel 1 sebesar 29:45 menit, disebabkan pembukaan *triger spray gun* yang hanya 90° sehingga bahan yang keluar sedikit, dengan tekanan 0,5 Bar. Sedangkan waktu pengeringan yang paling cepat diperoleh pada Variabel 9 sebesar 14:16 menit, disebabkan tekanan 1,5 Bar dengan pembukaan *triger spray gun* sebesar 180° sehingga bahan yang dikeluarkan juga cukup banyak. Ukuran partikel yang diperoleh paling besar juga ditunjukkan pada Variabel 3 sebesar 3000 nm, dikarenakan oleh tekanan yang hanya 0,5 Bar. Sedangkan perolehan ukuran partikel yang paling kecil ditunjukkan pada Variabel 7 sebesar 2100 nm. Perolehan partikel paling kecil disebabkan oleh faktor tekanan yang besar, serta pembukaan *triger spray gun* yang sedikit, sehingga bahan yang dikeringkan cukup lama, namun berpengaruh pada waktu pengeringan.



Gambar 3.8 Hasil uji terhadap berat pengeringan dan kadar air sesuai Tabel 3.8

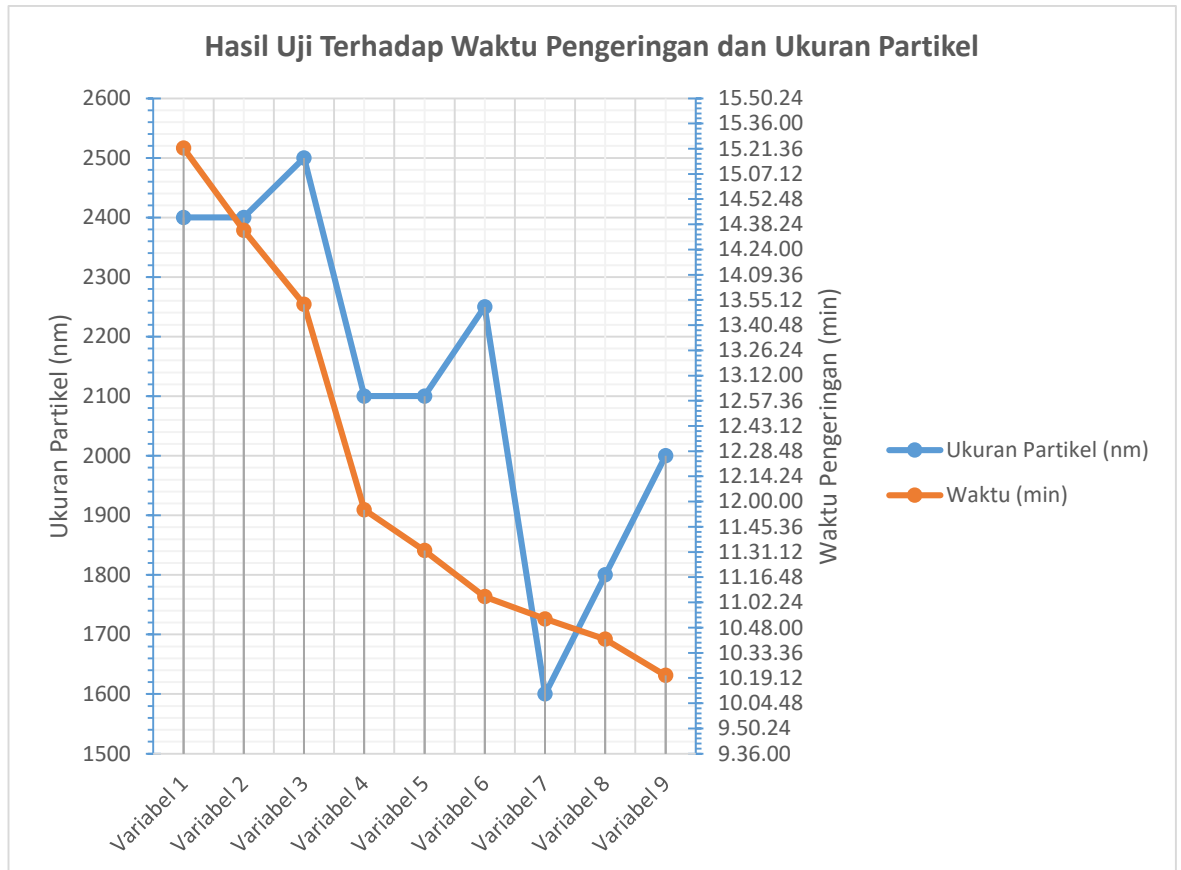
Pada Gambar 3.8 terlihat bahwa kadar air bahan paling besar diperoleh pada Variabel 3 sebesar 2,96 %. Sedangkan kadar air bahan paling kecil diperoleh pada Variabel 7 sebesar 2,38 %. Hal itu disebabkan tekanan yang tinggi dan pembukaan *trigger spray gun* yang sedikit untuk mencapai berat kandungan air bahan yang paling sedikit. Untuk berat bahan paling sedikit diperoleh pada Variabel 3 sebesar 15 gram, sedangkan berat bahan yang paling besar juga diperoleh pada Variabel 7 sebesar 18 gram, disebabkan tekanan yang tinggi dan kecepatan udara yang sama. Pengaruh dari pembukaan *trigger spray gun* yang sedikit menyebabkan bahan yang dikeringkan bertahap dan pengeringan efektif dengan semprotan bahan yang relatif sedikit. Dari semua variabel pada Tabel 4.4, parameter yang sama terdapat pada temperatur dan kecepatan udara. Parameter yang berbeda pada setiap variabel terdapat pada pembukaan *trigger spray gun* dan tekanan kompresor dengan nilai yang berbeda pula.

Tabel 3.9 Hasil Uji Parameter – Parameter Operasi Alat *Mini Spray Dryer*  
 Dengan Suhu 200° C Dan Kecepatan Udara 0,076 m<sup>3</sup>/s

	NO	Parameter – Parameter				Hasil Pengujian											
		Temperatur (°C)	Kecepatan Udara (m <sup>3</sup> /s)	Tekanan Kompresor (Bar)	Pengatur <i>Trigger Spray Gun</i>	Ukuran Partikel (nm)			Waktu (min)			Massa (gram)			Kadar Air (%)		
						1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Variabel – Variabel	1	200	0,076	0,5	90°	2400	2400	2400	15:20	15:29	15:17	19	19	19	2,44	2,44	2,46
	2	200	0,076	0,5	140°	2400	2400	2400	14:40	14:33	14:32	18	18	18	2,5	2,5	2,51
	3	200	0,076	0,5	180°	2500	2500	2500	13:50	13:58	13:50	17	17	17	2,57	2,57	2,7
	4	200	0,076	1	90°	2100	2100	2100	11:55	11:59	11:52	20	20	20	2,25	2,24	2,25
	5	200	0,076	1	140°	2100	2100	2100	11:39	11:27	11:30	19,1	19,1	19,1	2,34	2,34	2,33
	6	200	0,076	1	180°	2250	2250	2250	11:01	11:13	11:03	18,2	18,2	18,2	2,4	2,41	2,41
	7	200	0,076	1,5	90°	1600	1600	1600	10:53	10:55	10:51	23	23	23	1,98	1,98	1,92
	8	200	0,076	1,5	140°	1800	1800	1800	10:40	10:45	10:39	21	21	21	2,17	2,17	2,19
	9	200	0,076	1,5	180°	2000	2000	2000	10:20	10:23	10:19	20,8	20,8	20,8	2,2	2,21	2,21

Tabel 3.10 Hasil Uji Rata – Rata Pada Tabel 3.9

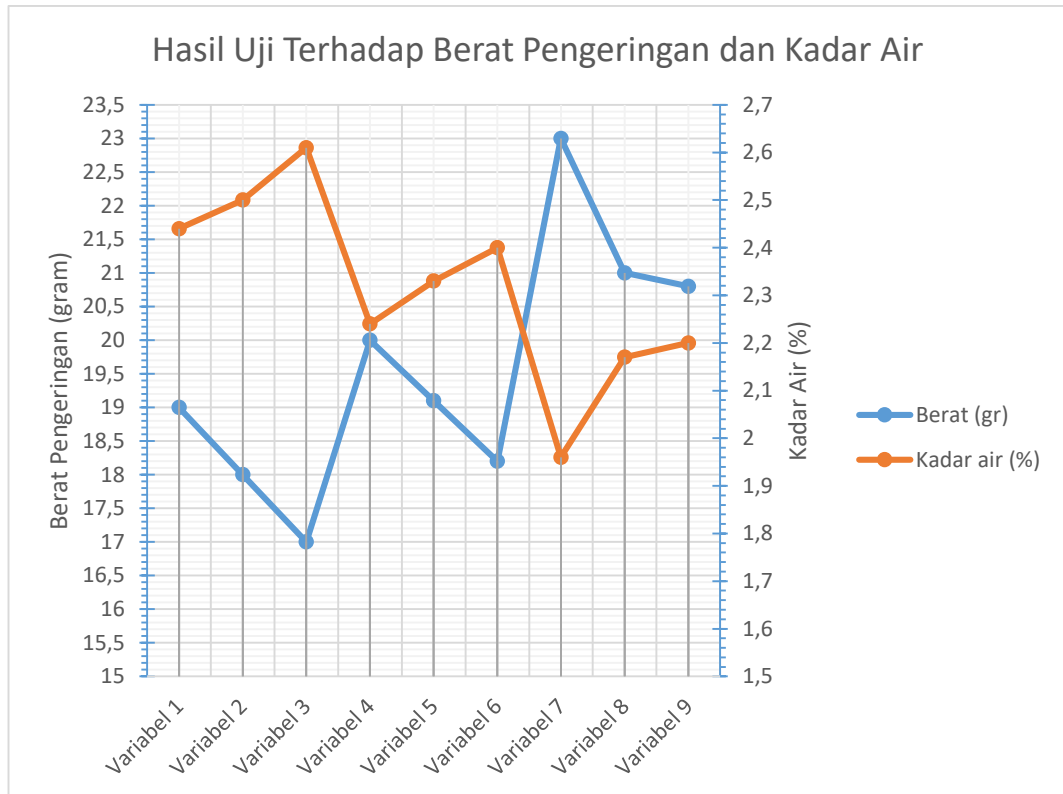
	NO	Parameter – Parameter				Hasil Pengujian			
		Temperatur (°C)	Kecepatan Udara (m <sup>2</sup> /s)	Tekanan Kompresor (Bar)	Pengatur <i>Trigger Spray Gun</i>	Ukuran Partikel (nm)	Waktu (min)	Massa (gram)	Kadar Air (%)
Variabel – Variabel	1	200	0,076	0,5	90°	2400	15.22	19	2,44
	2	200	0,076	0,5	140°	2400	14.35	18	2,5
	3	200	0,076	0,5	180°	2500	13.52	17	2,61
	4	200	0,076	1	90°	2100	11.55	20	2,24
	5	200	0,076	1	140°	2100	11.32	19,1	2,33
	6	200	0,076	1	180°	2250	11.05	18,2	2,4
	7	200	0,076	1,5	90°	1600	10.53	23	1,96
	8	200	0,076	1,5	140°	1800	10.41	21	2,17
	9	200	0,076	1,5	180°	2000	10.20	20,8	2,2



Gambar 3.9 Hasil uji terhadap waktu pengeringan dan ukuran partikel sesuai Tabel 3.10

Pada Gambar 3.9 terlihat bahwa pengeringan bahan 200 ml paling lama yaitu juga pada Variabel 1 sebesar 15:22 menit, disebabkan pembukaan *triger spray gun* yang hanya 90° sehingga bahan yang keluar sedikit, dengan tekanan 0,5 Bar. Sedangkan waktu pengeringan yang paling cepat diperoleh pada Variabel 9 sebesar 10:20 menit, disebabkan tekanan 1,5 Bar dengan pembukaan *triger spray gun* sebesar 180° sehingga bahan yang dikeluarkan juga cukup banyak. Ukuran partikel yang diperoleh paling besar juga ditunjukkan pada Variabel 3 sebesar 2500 nm, dikarenakan oleh tekanan yang hanya 0,5 Bar. Sedangkan perolehan ukuran partikel yang paling kecil ditunjukkan pada Variabel 7 sebesar 1600 nm. Perolehan partikel paling kecil disebabkan oleh faktor tekanan yang besar, serta pembukaan *triger spray gun* yang sedikit, sehingga bahan yang dikeringkan cukup lama, namun berpengaruh pada waktu pengeringan.





Gambar 3.10 Hasil uji terhadap berat pengeringan dan kadar air sesuai Tabel 3.10

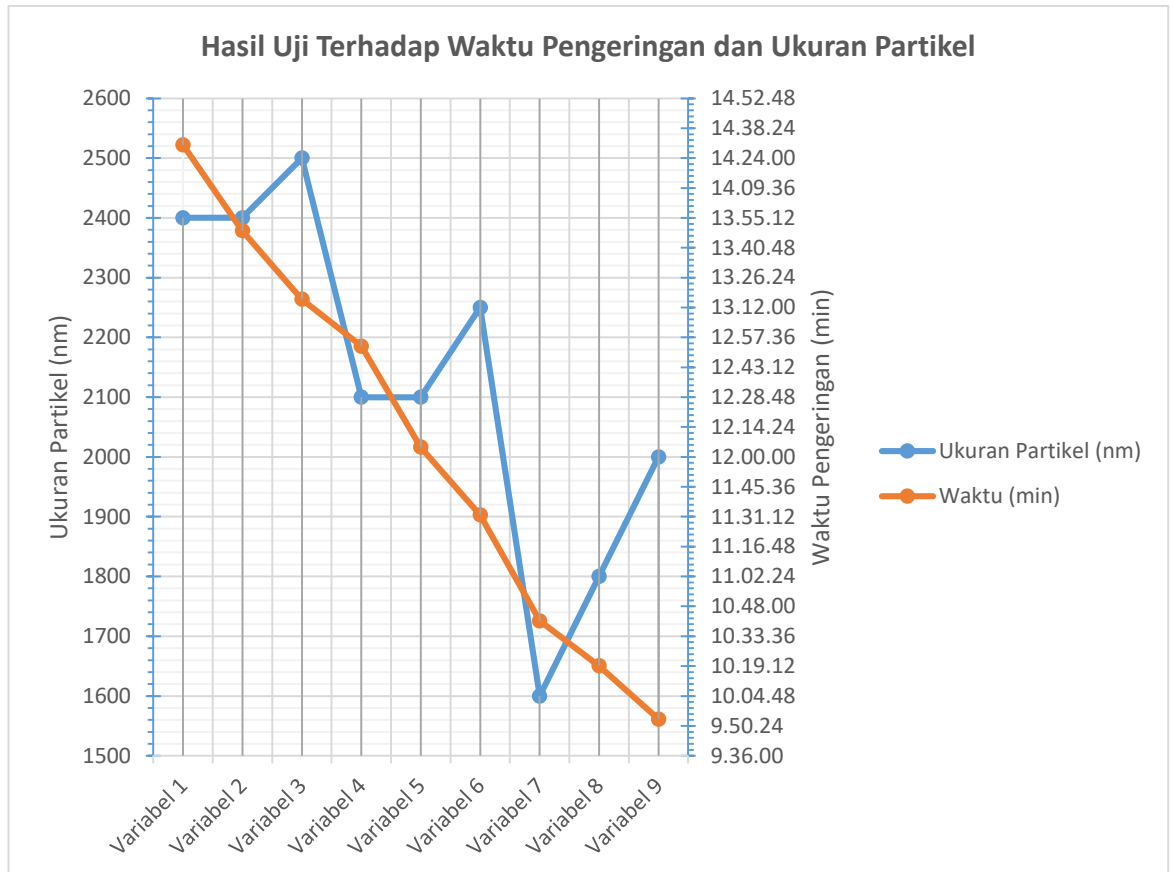
Pada Gambar 3.10 terlihat bahwa kadar air bahan paling besar diperoleh pada Variabel 3 sebesar 2,61 %. Sedangkan kadar air bahan paling kecil diperoleh pada Variabel 7 sebesar 1,96 %. Hal itu disebabkan tekanan yang tinggi dan pembukaan *trigger spray gun* yang sedikit untuk mencapai berat kandungan air bahan yang paling sedikit. Untuk berat bahan paling sedikit diperoleh pada Variabel 3 sebesar 17 gram, sedangkan berat bahan yang paling besar juga diperoleh pada Variabel 7 sebesar 23 gram, disebabkan tekanan yang tinggi dan kecepatan udara yang sama. Pengaruh dari pembukaan *trigger spray gun* yang sedikit menyebabkan bahan yang dikeringkan bertahap dan pengeringan efektif dengan semprotan bahan yang relatif sedikit. Dari semua variabel pada Tabel 4.5, parameter yang sama terdapat pada temperatur dan kecepatan udara. Parameter yang berbeda pada setiap variabel terdapat pada pembukaan *trigger spray gun* dan tekanan kompresor dengan nilai yang berbeda pula.

Tabel 3.11 Hasil Uji Parameter – Parameter Operasi Alat *Mini Spray Dryer*  
 Dengan Suhu 200° C Dan Kecepatan Udara 0,13 m<sup>3</sup>/s

	NO	Parameter – Parameter				Hasil Pengujian											
		Temperatur (°C)	Kecepatan Udara (m <sup>3</sup> /s)	Tekanan Kompresor (Bar)	Pengatur <i>Trigger Spray Gun</i>	Ukuran Partikel (nm)			Waktu (min)			Massa (gram)			Kadar Air (%)		
						1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Variabel – Variabel	1	200	0,13	0,5	90°	2400	2400	2400	14:33	14:30	14:28	20	20	20	2,37	2,36	2,36
	2	200	0,13	0,5	140°	2400	2400	2400	13:50	13:49	13:48	19	19	19	2,48	2,45	2,45
	3	200	0,13	0,5	180°	2500	2500	2500	13:18	13:15	13:15	18,6	18,6	18,6	2,5	2,5	2,5
	4	200	0,13	1	90°	2100	2100	2100	12:54	12:55	12:51	23	23	23	2,19	2,19	2,18
	5	200	0,13	1	140°	2100	2100	2100	12:08	12:02	12:04	21,4	21,4	21,4	2,21	2,22	2,22
	6	200	0,13	1	180°	2250	2250	2250	11:37	11:28	11:31	20,5	20,5	20,5	2,33	2,35	2,31
	7	200	0,13	1,5	90°	1600	1600	1600	10:46	10:38	10:39	25	25	25	1,904	1,904	1,88
	8	200	0,13	1,5	140°	1800	1800	1800	10:21	10:19	10:18	22	22	22	2,11	2,12	2,11
	9	200	0,13	1,5	180°	2000	2000	2000	9:56	9:52	9:53	21,6	21,6	21,6	2,15	2,16	2,14

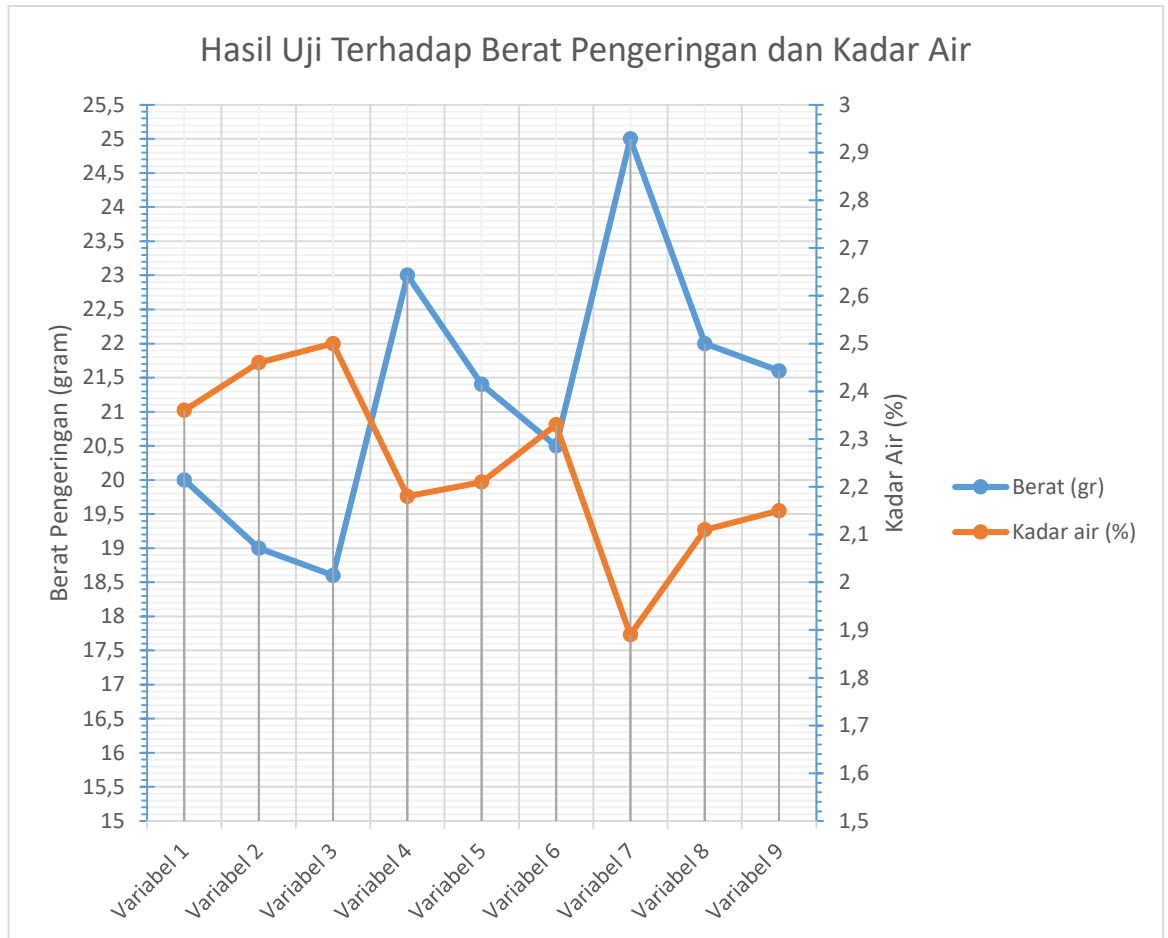
Tabel 3.12 Hasil Uji Rata – Rata Pada Tabel 3.11

	NO	Parameter – Parameter				Hasil Pengujian			
		Temperatur (°C)	Kecepatan Udara (m <sup>2</sup> /s)	Tekanan Kompresor (Bar)	Pengatur <i>Trigger Spray Gun</i>	Ukuran Partikel (nm)	Waktu (min)	Massa (gram)	Kadar Air (%)
Variabel – Variabel	1	200	0,13	0,5	90°	2400	14.30	20	2,36
	2	200	0,13	0,5	140°	2400	13.49	19	2,46
	3	200	0,13	0,5	180°	2500	13.16	18,6	2,5
	4	200	0,13	1	90°	2100	12.53	23	2,18
	5	200	0,13	1	140°	2100	12.04	21,4	2,21
	6	200	0,13	1	180°	2250	11.32	20,5	2,33
	7	200	0,13	1,5	90°	1600	10.41	25	1,89
	8	200	0,13	1,5	140°	1800	10.19	22	2,11
	9	200	0,13	1,5	180°	2000	09.53	21,6	2,15



Gambar 3.11 Hasil uji terhadap waktu pengeringan dan ukuran partikel sesuai Tabel 3.12

Pada Gambar 3.11 terlihat bahwa pengeringan bahan 200 ml paling lama yaitu juga pada Variabel 1 sebesar 14:30 menit, disebabkan pembukaan *triger spray gun* yang hanya 90° sehingga bahan yang keluar sedikit, dengan tekanan 0,5 Bar. Sedangkan waktu pengeringan yang paling cepat diperoleh pada Variabel 9 sebesar 09:53 menit, disebabkan tekanan 1,5 Bar dengan pembukaan *triger spray gun* sebesar 180° sehingga bahan yang dikeluarkan juga cukup banyak. Ukuran partikel yang diperoleh paling besar juga ditunjukkan pada Variabel 3 sebesar 2500 nm, dikarenakan oleh tekanan yang hanya 0,5 Bar. Sedangkan perolehan ukuran partikel yang paling kecil ditunjukkan pada Variabel 7 sebesar 1600 nm. Perolehan partikel paling kecil disebabkan oleh faktor tekanan yang besar, serta pembukaan *triger spray gun* yang sedikit, sehingga bahan yang dikeringkan cukup lama, namun berpengaruh pada waktu pengeringan.



Gambar 3.12 Hasil uji terhadap berat pengeringan dan kadar air sesuai Tabel 3.12

Pada Gambar 3.12 terlihat bahwa kadar air bahan paling besar diperoleh pada Variabel 3 sebesar 2,5 %. Sedangkan kadar air bahan paling kecil diperoleh pada Variabel 7 sebesar 1,89 %. Hal itu disebabkan tekanan yang tinggi dan pembukaan *triger spray gun* yang sedikit untuk mencapai berat kandungan air bahan yang paling sedikit. Untuk berat bahan paling sedikit diperoleh pada Variabel 3 sebesar 18,6 gram, sedangkan berat bahan yang paling besar juga diperoleh pada Variabel 7 sebesar 25 gram, disebabkan tekanan yang tinggi dan kecepatan udara yang sama. Pengaruh dari pembukaan *triger spray gun* yang sedikit menyebabkan bahan yang dikeringkan bertahap dan pengeringan efektif dengan semprotan bahan yang relatif sedikit. Dari semua variabel pada Tabel 4.6, parameter yang sama terdapat pada temperatur dan kecepatan udara. Parameter yang berbeda pada setiap variabel terdapat pada pembukaan *triger spray gun* dan tekanan kompresor dengan nilai yang berbeda pula.

Dari semua variabel – variabel dalam Tabel 3.1 – Tabel 3.6 yang telah melewati proses pengujian dan kemudian melewati analisa perhitungan, sehingga dapat diperoleh variabel pengoperasian yang baik ataupun yang mendekati efisien untuk alat *Mini Spray Dryer*, baik itu dari efisiensi sistem pengeringan maupun efisiensi keseluruhan sistem. Pada hasil analisa perhitungan diatas, maka untuk efisiensi pengeringan dan efisiensi keseluruhan sistem dapat dilihat pada Tabel 3.7 dan Tabel 3.8.

Tabel 3.7 Efisiensi Pengeringan

NO. Variabel	Efisiensi Pengeringan (%)					
	Tabel 4.1	Tabel 4.2	Tabel 4.3	Tabel 4.4	Tabel 4.5	Tabel 4.6
1	4,59	4,4	9,2	8,9	17	18,1
2	4,7	4,6	9,7	9,2	17,9	18,9
3	5	5	10,5	9,9	18,8	19,7
4	5,2	5,1	11,4	10,8	22	20,4
5	5,4	5,4	12,7	11,2	22,7	21,7
6	5,7	5,5	13,4	12,2	23,6	22,7
7	6,1	5,7	15,2	13,5	24,1	24,6
8	6,2	6,1	17,3	14,9	24,5	25,4
9	6,7	6,2	17,9	18,5	25,4	26,6

Tabel 3.8 Efisiensi Keseluruhan Sistem

NO. Variabel	Efisiensi Keseluruhan Sistem (%)					
	Tabel 4.1	Tabel 4.2	Tabel 4.3	Tabel 4.4	Tabel 4.5	Tabel 4.6
1	2,86	2,7	6	5,8	12	12,8
2	2,9	2,8	6,3	6	12,6	13,3
3	3,1	3,1	6,9	6,5	13,3	13,9
4	3,2	3,2	7,5	7,1	15,5	14,4
5	3,3	3,3	8,3	7,3	16	15,3
6	3,5	3,4	8,8	8	16,6	16
7	3,7	3,5	9,9	8,9	17	17,4
8	3,8	3,8	11,3	9,7	17,3	17,9
9	4,2	3,8	11,7	12,1	17,9	18,7

### 3.4 Proses Pembuatan Bubuk Kopi Instan Dengan Alat *Mini Spray Dryer* Sesuai *SOP*

Dari hasil pengamatan dan penelitian serta perhitungan alat *mini spray dryer*, maka dapat diketahui pengoperasian yang sesuai *SOP* untuk pembuatan bubuk kopi instan menggunakan alat *mini spray dryer* yaitu sebagai berikut :

1. Sebelum proses pengeringan bahan kopi instan dilakukan, terlebih dahulu hidupkan kedua *heater* sampai suhu dalam ruang pengering diatas 130°C.
2. Pengisian bahan pada tabung *spray gun* dengan menggunakan alat penyaring, agar tidak ada gumpalan – gumpalan yang menyulitkan proses atomisasi.
3. Mulai menghidupkan kompresor dan pemasangan komponen lain seperti selang.
4. Buka kran saluran angin pada kompresor hingga menunjukkan tekanan diatas 0,5 Bar.
5. Sesuaikan pembukaan *trigger spray gun* diatas 90°.
6. Mulailah dengan membuka *valve/trigger spray gun* perlahan – lahan.
7. Jagalah suhu pada ruang pengering jangan sampai < 130°C, jika < 130°C maka tutuplah *valve spray gun* hingga suhu normal kembali.
8. Kondisikan wadah penampung bubuk kopi instan tertutup, sehingga tidak ada suhu ataupun bahan kering yang terbang.

9. Setelah pengeringan bahan cair kopi instan dirasa sudah cukup, maka terlebih dahulu menutup *valve spray gun*, dilanjutkan mematikan dan menutup kran dari kompresor, serta mematikan kedua *heater*.
10. Bubuk kopi instan sudah siap diambil pada wadah penampung.

## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1 Kesimpulan

Dari eksperimen pengaruh parameter – parameter *sop* alat *Mini Spray Dryer* terhadap kualitas bubuk kopi instan, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Semua variabel pada parameter temperatur yaitu 130 °C, 180 °C dan 200 °C, dianggap sudah mampu membuat hasil bahan kopi instan dengan kadar air < 4 %.
2. Pada temperatur 130 °C mempunyai kadar air terendah mencapai 3,27 %, temperatur 180 °C mempunyai kadar air terendah mencapai 2,19 %, dan temperatur 200 °C mempunyai kadar air terendah mencapai 1,89 %. Itu artinya pada pemanfaatan energi panas yang cukup untuk pengeringan dengan alat *mini spray dryer* ini, yaitu pada suhu 130 °C, karena dikategorikan  $\leq 4$  %.
3. Pengaruh kecepatan udara dan tekanan yaitu mempengaruhi ukuran pada partikel bubuk kopi instan yang dihasilkan, terlihat pada setiap variabel yang disajikan.
4. Pembukaan *trigger spray gun* mempengaruhi waktu dan hasil pengeringan bahan, semakin besar pembukaan *trigger* yaitu 180° maka waktu pengeringan semakin cepat namun bahan yang dikeringkan tidak menyeluruh, akhirnya berat bahan bubuk berkurang. Sedangkan pembukaan *trigger* yaitu sebesar 130° yang tidak terlalu terbuka maka waktu pengeringan akan lama, namun bahan yang dikeringkan menyeluruh sehingga berat bahan bubuk kering yang dihasilkan cukup banyak dibandingkan pembukaan *trigger* 180° yang hampir terbuka penuh.
5. Pada semua variabel – variabel dalam Tabel untuk ukuran partikel, waktu pengeringan, kadar air dan berat hasil dari yang terendah sampai yang tertinggi yaitu :
  - Ukuran Partikel ;
    - Partikel Terbesar : 3000 nm pada Variabel 1 – 3 dari Tabel 4.1 dan Tabel 4.2
    - Partikel terkecil : 1600 nm pada Variabel 7 Tabel 4.5 dan Tabel 4.6.
  - Waktu pengeringan ;
    - Terlama : 46:23 menit pada Variabel 1 Tabel 4.2.



- Tecepat : 9:53 menit pada Variabel 9 Tabel 4.6.
  - Berat hasil ;
    - Berat terkecil : 11 gram pada Variabel 3 Tabel 4.2.
    - Berat terbesar : 25 gram pada Variabel 7 Tabel 4.6.
  - Kandungan kadar air ;
    - Kadar air tertinggi : 5,13 % pada Variabel 3 Tabel 4.2.
    - Kadar air terendah : 1,89 % pada Variabel 7 Tabel 4.6.
6. Dari hasil analisa perhitungan maka, efisiensi pengeringan untuk kategori terendah yaitu pada variabel 1 Tabel 4.2 sebesar 4,4 %, sedangkan untuk kategori paling efisien jatuh pada variabel 9 Tabel 4.6 sebesar 26,6 %.
  7. Untuk efisiensi keseluruhan sistem untuk kategori terendah yaitu pada variabel 1 Tabel 4.2 pula sebesar 2,7 %, sedangkan untuk kategori paling efisien juga jatuh pada variabel 9 Tabel 4.6 sebesar 18,7 %.
  8. Konsumsi udara panas atau *heater gun* selama waktu pengeringan paling banyak yaitu 5566 kJ pada variabel 1 Tabel 4.2, sedangkan yang paling rendah yaitu 1779 kJ pada variabel 9 Tabel 4.6.
  9. Pengeringan dengan alat *mini spray dryer* ini membutuhkan banyak energi, yaitu pada pemanas atau *heater gun* yang mempunyai daya 2000 watt untuk dapat mencapai suhu ruang pengering sebesar 130 °C. Untuk *heater gun* dengan daya 2500 watt dapat mencapai suhu ruang pengering sebesar 180 °C, dan dengan daya 3000 watt dapat mencapai suhu ruang pengering sebesar 200 °C.
  10. Dari bahan 200 ml atau 50 gram setelah melalui proses pengeringan dengan alat *Mini Spray Dryer*, maka hasil yang paling banyak dari beberapa variabel yaitu 25 gram.
  11. Sebelum proses pengeringan bahan kopi instan dilakukan, terlebih dahulu hidupkan kedua *heater* sampai suhu dalam ruang pengering diatas 130°C.
  12. Suhu pada ruang pengering jangan sampai < 130°C, jika < 130°C maka tutuplah *valve spray gun* hingga suhu normal kembali.
  13. Kondisikan wadah penampung bubuk kopi instan tertutup, sehingga tidak ada suhu ataupun bahan kering yang terbang.
  14. Jika proses pengeringan sudah selesai, maka langkah pertama adalah menutup *valve spray gun*, dilanjutkan mematikan dan menutup kran dari kompresor, serta mematikan kedua *heater*.

## 4.2 Saran

Dari hasil penelitian ini penulis menyadari bahwa masih banyak hal – hal yang belum dianalisa ataupun perlu perbaikan, maka dari itu penulis menyarankan bahwa :

1. Perlu adanya perbaikan ataupun penambahan komponen pada alat *Mini Spray Dryer* agar lebih efisien seperti, penambahan beberapa siklon.

2. Berat hasil bubuk kopi instan yang dihasilkan tidak sesuai dari berat bahan semula sebelum proses pengeringan.
3. Perlu adanya pembesaran dimensi alat *Mini Spray Dryer*, khususnya pada ruang pengeringan dan penampungan bahan sementara, sebagai penanggulangan hasil berat bubuk kopi instan dalam sekali proses yang cenderung sedikit.
4. Penggantian komponen udara pemanas atau *heater gun* energi listrik, dengan alternatif lain seperti pemanfaatan gas LPG sebagai sumber energi panas.
5. Dari berbagai parameter – parameter seperti temperatur, kecepatan udara, pembukaan *trigger spray gun*, dan tekanan udara, perlu adanya penambahan parameter seperti, parameter dimensi pengeringan, dan parameter *atomizer*.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Agus N.A., 2008 “Mudah Belajar Matematika 3”, Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta.
2. Anonim., 2015, “Rangkuman materi fluida dinamis”, (Online), (<https://tanya-tanya.com/rangkuman-fluida-dinamis-contoh-soal-pembahasan/> diakses 29 November 2017)
3. Anonim, 2016, “Katalog Spray Gun”, (Online), ([https://Katalog.or.id/Jual-Einhill-Spray-Gun-K-3\\_R-2 – Biru-Metalik-di-Indonesia%20%20](https://Katalog.or.id/Jual-Einhill-Spray-Gun-K-3_R-2_Biru-Metalik-di-Indonesia%20%20) diakses 20 November 2017)
4. Anonim, 2018, “Kompresor angin listrik lakoni imola 125”, (Online), ([https://shopee.co.id/Compressor-Kompresor-Angin-Listrik-Lakoni-Imola-125-i.18935344.208787046?gclid=EAIAIQobChMIoNrEkMbe2AIVFYWPC3-yQMeEAQYAYABEgLF-fD\\_BwE](https://shopee.co.id/Compressor-Kompresor-Angin-Listrik-Lakoni-Imola-125-i.18935344.208787046?gclid=EAIAIQobChMIoNrEkMbe2AIVFYWPC3-yQMeEAQYAYABEgLF-fD_BwE) diakses 7 Januari 2018)
5. Anonim, 2018, “Sellery hot air gun”, (Online), (<https://www.lazada.co.id/sellery-hot-air-gun-heat-gun-hg-500-kuning-7830322.html> diakses 7 Januari 2017)
6. Anonim, 2017, “Buku Petunjuk Penggunaan Kompresor” *Lakoni Air Compressor.*, (Online), ([https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjU17vtjenYAhWIIZQKHcncBk0QFggxMAE&url=http%3A%2F%2Fmatrix\\_industry.com%2Fmanage%2Fproduct%2Fimages%2Fuploadpic%2F201212010599536.pdf&usg=AOvVaw1Q8GOYUJAG4nmW8IGTDY2](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjU17vtjenYAhWIIZQKHcncBk0QFggxMAE&url=http%3A%2F%2Fmatrix_industry.com%2Fmanage%2Fproduct%2Fimages%2Fuploadpic%2F201212010599536.pdf&usg=AOvVaw1Q8GOYUJAG4nmW8IGTDY2) diakses 7 Januari 2018)
7. Arwizet, K., 2009, “Uji Prestasi Kerja Mesin Pembuatan Santan Kering Sistem Spray Drying”, Universitas Negeri Padang, Padang
8. Brooker, D.B., Bakker-Arkema, F.W. dan Hall, C.W., 1992, “*Drying and Storage of Grains and Oil Seed*”. 4<sup>th</sup> edition, van Nostrad USA
9. Clarke, R. J., and Macrae, R., 1985, “*Coffe chemistry (Volume 1)*”, Elsevier Applied Science, London and New York

10. Hartadi, N., Bhaskara, M.A., Wisnu, H., Kristianto, D., Alfyandi, Yaniari Y.S.P, 2011, “Pembuatan Kopi Instan”, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
11. Khamir, 2010, “Kopi Instan dan Proses Pembuatannya”, (Online), (<https://yisluth.wordpress.com/2010/05/07/kopi-istan-dan-proses-pembuatannya/amp/> diakses 12 Desember 2017)
12. Masters, K., 1985 “*Spray Drying Handbook* “, *Fourth Edition. Longman Scientific And Technical*, John Wiley& Sons.Inc, New York.
13. Rahmatullah, R., 2014, “Laporan Praktek Kerja Industri”, “Spray Gun”, SMKN 2 Pekanbaru, Pekanbaru
14. Rahadian, D., 2010, “Proses Produksi Kopi Instan”, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
15. Rahardjo, P., 2012, “Panduan Budi Daya dan Pengolahan Kopi Arabika dan Robusta”, Trias QD, editor. (ID) : Penerbar Swadaya. Jakarta
16. Siswoputranto, P .S., 1993, “Kopi Internasional dan Indonesia” Kanasius. Jakarta.
17. Taib, G., Sa'id, E..G. , Wiraatmaja, S., 1988, “*Operasi Pengeringan Pada Pengolahan*” *Hasil Pertanian*, Mediyatama Sarana Perkasa, Jakarta.
18. Taufiq, M., 2004, “Pengaruh Temperatur Terhadap Laju Pengeringan Jagung Pada Pengereng Konvensional Dan *Fluidized Bed*”, Universitas Sebelas Maret, Surakarta
19. Zaenuddin, F., Jami Afham, L.O.Z., Yazid, M., Putra, L.H., 2016, “Makalah Kompresor”, (Online), (<https://www.slideshare.net/muhammadyazid777/makalah-kompresor>, diakses 11 Desember 2017)
20. Zuhra, Sofyana, Erlina, C., 2012 “Pengaruh Kondisi Operasi Alat Pengereng Semprot Terhadap Kualitas Susu Bubuk Jagung”, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh