

## RANCANG BANGUN DAN PENGUJIAN PENGERING BIJI KOPI TENAGA LISTRIK DENGAN PEMANFAATAN ENERGI SURYA

Simon S. T. Gultom<sup>1\*</sup>, Himsar Ambarita<sup>2</sup>, M. Syahril Gultom<sup>3</sup>, Farel H. Napitupulu<sup>4</sup>  
<sup>1,2,3,4</sup>Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara  
Jalan Almamater Kampus USU Padang Bulan, Medan 20155  
Email: simonsanto855@yahoo.com

**Abstrak:** Dewasa ini, sebagian rumah pengolahan produk pertanian di Indonesia masih cenderung menggunakan cara tradisional dalam penerapannya. Pengeringan pada produk merupakan suatu bentuk penanganan pasca panen yang cukup banyak disoroti oleh para pengamat pertanian. Proses pengeringan pada produk pada pertanian umumnya masih menerapkan pengeringan alami, yaitu dengan cara menjemur produk langsung di bawah sinar matahari. Pengeringan dengan cara seperti ini tentunya sangat bergantung dengan kondisi cuaca dan hanya bisa dilakukan pada pagi hingga siang hari. Hal ini, tentu saja mengganggu proses pengeringan pada produk dan memakan waktu yang lama. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu alat pengering yang mampu menjadi alat alternatif apabila pengeringan alami tidak dapat dilakukan. Pada penelitian ini, dibangun suatu pengering biji kopi dengan bantuan energi listrik, dimana energi listrik ini hasil konversi dari energi surya dengan bantuan *Photovoltaic* yang disimpan ke baterai terlebih dahulu. Setelah dibangun, alat pengering ini kemudian diuji agar diketahui perubahan kadar air pada biji kopi, energi yang dibutuhkan, hingga efisiensi. Untuk sebagai perbandingan, dilakukan variasi temperatur pada pengujian, yaitu 40°C, 45°C, 50°C. Setelah dilakukan pengujian, dibutuhkan masing – masing 8 jam (40°C); 7 jam (45°C); 6 jam (50°C) untuk menurunkan kadar air 100 gram biji kopi dari 30% hingga kadar air sesuai SNI. Laju pengeringan yang didapat pada setiap pengujian adalah masing-masing sebesar 2,525 gr/jam (40°C), 2,928 gr/jam (45°C), dan 3,433 gr/jam (50°C). Energi listrik yang terpakai pada setiap pengujian adalah masing-masing sebesar 162 Wh (40°C), 151 Wh (45°C), dan 132 Wh (50°C).

**Kata kunci :** Pengeringan, Alat Pengereng, Energi Terbarukan, Energi Surya, *Photovoltaic*

### I. PENDAHULUAN

Mengamankan pasokan energi yang berkelanjutan dan masa depan akan menjadi suatu tantangan besar tersendiri bagi manusia dewasa ini. Jumlah populasi manusia di dunia yang semakin meningkat dan proses modernisasi yang terus berjalan, kebutuhan akan energi global diproyeksikan lebih dari dua kali lipat pada abad ini dan tiga kali lipat pada akhir abad ini. Kebutuhan energi di masa depan hanya dapat terpenuhi dengan memperkenalkan energi alternatif untuk mengurangi penggunaan energi fosil.

Di lain sisi industri pengolahan hasil pertanian sendiri, khususnya pada pengolahan biji kopi di proses pengeringan, produsen masih terkesan menggunakan pengeringan alami untuk mengurangi kadar air dari produk biji kopi tersebut. Adapun pengeringan buatan masih dilakukan dengan cara konvensional, yaitu dengan bahan bakar kayu, bensin, dan energi listrik yang berasal dari PLN.

Oleh karena itu, penulis memiliki inovasi untuk merancang dan memnbangun sebuah alat pengering biji kopi, dimana alat pengering ini dapat menjadi opsi untuk indistri pengolahan hasil pertanian dalam mengeringkan produknya ketika pengeringan alami tidak dapat dilakukan. Alat pengering ini memanfaatkan energi surya untuk dikonversikan menjadi energi listrik untuk mengoperasikannya. Hal ini tentu saja suatu bentuk penghematan energi karena memanfaatkan energi surya dimana ketersediaannya yang tidak terbatas dan gratis.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Defenisi Pengerinan

Pengerinan mempunyai pengertian yaitu aplikasi pemanasan melalui kondisi yang teratur, sehingga dapat menghilangkan sebagian besar air dalam suatu bahan dengan cara diuapkan. Penghilangan air dalam suatu bahan dengan cara pengerinan mempunyai satuan operasi yang berbeda dengan dehidrasi. Dehidrasi akan menurunkan aktivitas air yang terkandung dalam bahan dengan cara mengeluarkan atau menghilangkan air dalam jumlah lebih banyak, sehingga umur simpan bahan pangan menjadi lebih panjang atau lebih lama. [4]

### 2.2 Metode Pengerinan Biji Kopi

Kombinasi suhu dan lama pemanasan selama proses pengerinan pada komoditi biji-bijian dilakukan untuk menghindari terjadinya kerusakan biji. Suhu udara, kelembaban relatif udara, aliran udara, kadar air awal bahan dan kadar akhir bahan merupakan faktor yang mempengaruhi waktu atau lama pengerinan (Brooker dan Hall, 1974). Menurut Aak (1980), metode pengerinan kopi dapat dilakukan dengan 3 cara yaitu:

1. Pengerinan dengan sinar matahari, dengan cara semua biji kopi diletakkan dilantai penjemuran secara merata;
2. Pengerinan dengan menggunakan mesin pengering (buatan), dimana pada mesin pengering tersebut terdiri atas tromol besi dengan dindingnya berlubang – lubang kecil;
3. Kombinasi cara alami dengan buatan.

### 2.3 Kandungan Air

Kandungan air yang terdapat dalam bahan terutama hasil pertanian terbagi menjadi 2 bagian, yaitu air yang terdapat dalam keadaan bebas (*free water*) dan air yang terdapat dalam keadaan terikat (*bound water*). Air bebas adalah selisih antara kadar air suatu bahan pada suhu dan kelembaban tertentu dengan kadar air kesetimbangan pada suhu dan kelembaban yang sama. Air bebas umumnya terdapat pada bagian permukaan bahan. Air terikat adalah air yang dikandung oleh suatu bahan yang berada dalam kesetimbangan tekanan uap kurang dari cairan murni pada suhu yang sama. Air terikat terdapat pada bahan dalam keadaan terikat secara fisis dan kimia. [1]

Untuk menguapkan air dari bahan pangan diperlukan energy penguapan. Besarnya energi penguapan untuk air terikat secara fisis, dan energi penguapan yang paling besar adalah energi penguapan untuk air terikat secara kimia. Pada proses pengerinan, air yang pertama kali diuapkan adalah air bebas, dilanjutkan dengan air terikat. Air yang dapat diuapkan tersebut dinamakan *vaporable water*. [1]

Dasar proses pengerinan adalah terjadinya penguapan air ke udara karena perbedaan kandungan uap air antara udara dan bahan yang akan dikeringkan. Laju pemindahan kandungan air dari bahan akan mengakibatkan berkurangnya kadar air dalam bahan tersebut. Pemindahan air ini diakibatkan energi panas yang diserap oleh bahan untuk menguapkan air. [2]

### 2.4 Jenis - Jenis Alat Pengerin

Berikut merupakan jenis-jenis alat pengering konvensional yang biasa digunakan di industri pengolahan hasil pertanian:

1. Pengerin Putar (*Rotary Dryer*)
2. Pengerin Konveyor (*Screen Conveyor Dryer*)
3. *Turbo Dryer*
4. Alat Pengerin Tipe Rak (*Tray Dryer*)

**2.5 Analisa Kadar Air**

Ada dua cara untuk menyatakan kandungan air pada biji kopi, yaitu:

1. Basis Kering (*dry basis*)

Kadar air secara basis kering (*dry basis*) adalah perbandingan antara berat air didalam bahan tersebut dengan bahan keringnya.

2. Basis Basah (*wet basis*)

Kadar air secara basis basah (*wet basis*) adalah perbandingan antara berat air didalam bahan tersebut dengan berat bahan basah.

Untuk menghitung kadar air biji kopi kering yang diperkirakan dapat digunakan persamaan berikut ini. [3]

$$w_f = \frac{W_{kk} - W_{ko}}{W_{kk}} \times 100 \% \tag{2.1}$$

Dimana:

- $w_f$  = kadar air biji kopi yang diperkirakan (%)
- $W_{kk}$  = berat biji kopi kering (gram)
- $W_{ko}$  = berat biji kopi dengan kadar air 0 % (gram)

Untuk menghitung berat biji kopi dengan kadar air 0 % dapat digunakan persamaan berikut ini. [3]

$$W_{ko} = [W_{kb} - (W_{kb} \times w_i)] \times 100 \% \tag{2.2}$$

Dimana:

- $W_{kb}$  = berat biji kopi basah (gram)
- $w_i$  = kadar air awal biji kopi (%)

Untuk menghitung berat air biji kopi awal, dapat digunakan persamaan berikut ini. [3]

$$W_i = W_{kb} \times w_i \tag{2.3}$$

Untuk menghitung kadar air awal biji kopi, dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini. [3]

$$w_i = \frac{[W_{kb} - (W_{kk} - W_f)]}{W_{kb}} \times 100 \% \tag{2.4}$$

Dimana:

- $W_f$  = Berat kandungan air biji kopi akhir (gram)

Untuk menghitung kadar air awal biji kopi, dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini. [3]

$$W_f = w_i \times W_{kk} \tag{2.5}$$

**III. METODOLOGI PENELITIAN**

**3.1 Objek Penelitian**

Objek penelitian ini adalah untuk melakukan perancangan dan pengujian alat pengering biji kopi dengan sumber tenaga listrik bersumber dari *Photovoltaic (PV)* setelah alat difabrikasi.

### 3.2 Perancangan Alat Pengering Biji Kopi

Perancangan alat pengering biji kopi terbagi menjadi beberapa tahap, agar didapat alat pengering biji kopi yang sesuai dengan rencana. Tahapan tersebut adalah:

#### 1. Pemilihan Material pada Alat

Terdapat beberapa material dan komponen alat yang direncanakan untuk membuat sebuah alat pengering biji kopi. Penentuan material dan alat ini bertujuan agar proses fabrikasi alat dapat lebih mudah nantinya.

#### 2. Gambar Skematik dan Dimensi Kotak Pengering

Untuk pembuatan sebuah alat pengering biji kopi, dibutuhkan desain gambar beserta dengan dimensi agar proses fabrikasi dapat dikerjakan dengan mudah.

##### a. Menggambar Desain dengan *Software SolidWork 3D*

*SolidWork 3D* adalah salah satu CAD software yang dibuat oleh *DASSAULT SYSTEMES* digunakan untuk merancang part permesinan atau susunan part permesinan yang berupa assembling dengan tampilan 3D untuk merepresentasikan part sebelum real part nya dibuat.

##### b. Dimensi Kotak Pengering Biji Kopi

Penentuan dimensi dibutuhkan agar alat pengering yang akan difabrikasi memiliki ukuran yang sesuai dengan rencana.

### 3.4 Fabrikasi Alat Pengering Biji Kopi

Proses fabrikasi / pembuatan alat pengering biji kopi ini dilakukan di CV. Teknologi Tepat Guna (TTG) Medan. Lokasi tempat fabrikasi ber-alamat di Jl. Bunga Sedap Malam XII No. 4, Medan. Proses fabrikasi membutuhkan waktu sekitar 9 hari hingga alat siap untuk digunakan.

### 3.5 Peralatan Pengujian

Untuk melakukan pengujian terhadap alat pengering biji kopi ini, dibutuhkan beberapa alat untuk mendukung data yang dibutuhkan untuk keperluan analisa. Berikut alat yang harus disiapkan sebelum dilakukan pengujian.

- |                                     |                      |
|-------------------------------------|----------------------|
| 1. <i>Photovoltaic</i>              | 5. Termokopel Tipe J |
| 2. <i>Solar Charge Controller</i>   | 6. Timbangan Digital |
| 3. Baterai                          | 7. kWh meter DC      |
| 4. Data Akuisisi <i>Cole Parmer</i> | 8. Komputer Laptop   |

### 3.6 Prosedur Pengambilan Data

Untuk keperluan perbandingan hasil, terdapat 3 variasi temperatur yang diterapkan dalam pengujian alat pengering kopi ini, yaitu 40°C; 45°C dan 50°C.

Pada proses pengujian alat pengering biji kopi ini, terdapat 3 parameter data yang akan diambil setiap jamnya, yaitu:

1. Perubahan berat biji kopi,
2. Energi listrik yang dipakai,
3. Temperatur aktual selama pengujian.

### Tahap persiapan

Biji kopi (green bean) yang akan dikeringkan pada pengujian alat pengering ini adalah biji kopi dengan berat 100 gram dengan kadar air awal 30%. Kadar air awal dari biji kopi ini tidak

sepenuhnya akurat. Hal ini dikarenakan biji kopi dipesan dari kota Sidikalang, dimana untuk pengiriman menggunakan moda transportasi darat yang membutuhkan waktu sekitar 1 hari perjalanan. Dikarenakan adanya selisih waktu selama 1 hari, maka kadar air pada biji kopi akan mengalami perubahan dikarenakan faktor kelembaban, dsb. Oleh karena itu, kadar air awal biji kopi diasumsikan sebesar 30%, sesuai dengan batasan masalah pada bab 1.

Dikarenakan proses pengeringan biji kopi ini harus mencapai kadar air sesuai SNI, khusus untuk berat biji kopi, terdapat perhitungan yang harus dilakukan sebelum pengujian. Sebelum pengujian, harus diketahui berat biji kopi dengan kadar air 0% dan berat biji kopi dengan kadar air sesuai SNI (12%).

a. Berat biji kopi dengan kadar air 0% ( $W_{ko}$ )

Kadar air awal biji kopi ( $w_i$ ) = 30 %

Berat biji kopi basah ( $W_{kb}$ ) = 100 gram

Berat biji kopi dengan kadar air 0% dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.2)

$$W_{ko} = [W_{kb} - (W_{kb} \times w_i)] \times 100 \%$$

$$W_{ko} = [100 - (100 \times 30 \%) ]$$

$$W_{ko} = 70 \text{ gram}$$

b. Berat biji kopi dengan kadar air sesuai SNI (12%)

Berat biji kopi dengan kadar air 12% dapat dihitung dengan menggunakan referensi dari persamaan (2.1)

$$w_f = (W_{kk} - W_{ko}) / W_{kk} \times 100 \%$$

$$12/100 = (W_{kk} - 70) / W_{kk} \times 100\%$$

$$12W_{kk} = 100W_{kk} - 7000$$

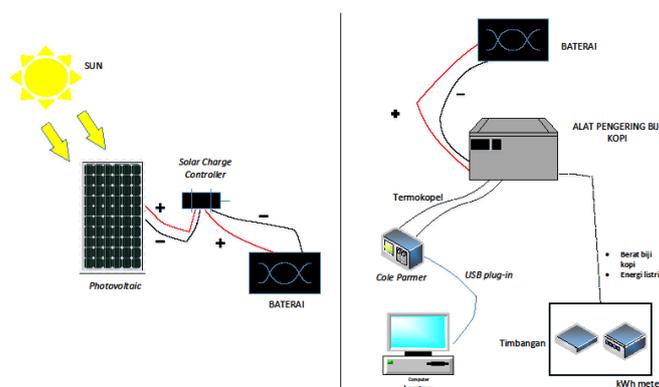
$$88W_{kk} = 7000$$

$$W_{kk} = \mathbf{79.54 \text{ gram}}$$
 (berat biji kopi dengan kadar air 12%)

Ketika berat biji kopi sudah mendekati angka **79.54 gram**, proses pengeringan sudah dapat dihentikan karena kadar air biji kopi sudah mencapai 12% (sesuai SNI).

### 3.6 Skematik Pengujian

Diagram skematik sistem bertujuan untuk menggambarkan desain keseluruhan sistem yang disusun dalam penelitian ini. Berikut adalah skematik alat pengering biji kopi ini.



Gambar 1. Skematik Pengujian Alat Pengering Biji Kopi

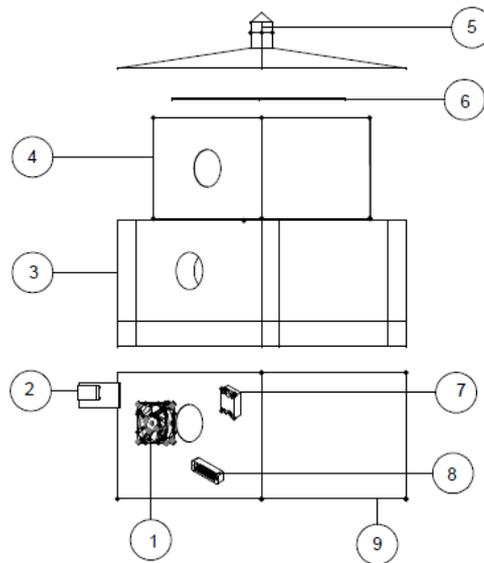
## IV. RANCANG BANGUN ALAT PENERING DAN HASIL PENGUJIAN

Perancangan yang akan dilakukan meliputi penentuan dimensi atau ukuran- ukuran utama dari alat pengering serta pertimbangan pemilihan material. Alat pengering ini akan memiliki

ruang pengeringan, tray atau rak bahan yang akan dikeringkan sehingga proses fabrikasi alat pengering ini dapat dilaksanakan.

#### 4.1 Rancang Bangun Alat Pengering

Berikut merupakan gambar skematik perancangan alat pengering biji kopi yang akan dibuat:



Gambar 2. Skematik Perancangan Alat Pengering Biji Kopi

Keterangan Alat Pengering yang dirancang:

**1. Kipas (*fan*)  
Isolator**

Panjang: 7,95 cm  
cm  
Lebar : 7,35 cm  
cm  
Tinggi : 2.48 cm  
Material : Plastik  
Material : *Rockwool*

**2. Thermostat**

Panjang: 15 cm  
Lebar : 5 cm  
Tinggi : 0,5 cm  
Material : Plastik

**3. Lapisan**

Panjang: 40  
Lebar : 25  
Tebal : 5 cm

**4. Dinding Luar  
Tray**

Panjang: 30 cm  
cm  
Lebar : 20 cm  
cm  
Tebal : 0,03 cm  
cm  
Material : Aluminium  
Material : Kawat Aluminium

**5. Atap**

Panjang: 40 cm  
Lebar : 40 cm  
Tebal : 5 cm  
Material : Aluminium

**6.**

Panjang: 30  
Lebar : 30  
Tebal : 0,03

## 4.2 Hasil Pengujian

Berikut merupakan data perubahan berat biji kopi dan energi listrik yang dipakai setiap jamnya hingga mencapai berat biji kopi dengan kadar air sesuai SNI. Berikut merupakan data hasil pengujian dengan temperatur 40°C; 45°C; 50°C.

NO	Waktu Pengeringan	Berat Biji	Energi Listrik Terpakai
1	60 menit	96,1 gram	26 Wh
2	120 menit	93,1 gram	42 Wh
3	180 menit	89,9 gram	65 Wh
4	240 menit	86,8 gram	80 Wh
5	300 menit	84,2 gram	102 Wh
6	360 menit	82,4 gram	128 Wh
7	420 menit	81 gram	148 Wh
8	480 menit	79,8 gram	162 Wh

Tabel 1. Data Hasil Pengujian dengan Temperatur 40°C

NO	Waktu Pengeringan	Berat Biji	Energi Listrik Terpakai
1	60 menit	95,3 gram	31 Wh
2	120 menit	91,2 gram	50 Wh
3	180 menit	87,0 gram	70 Wh
4	240 menit	85,1 gram	91 Wh
5	300 menit	83,1 gram	110 Wh
6	360 menit	81,2 gram	129 Wh
7	420 menit	79,5 gram	151 Wh

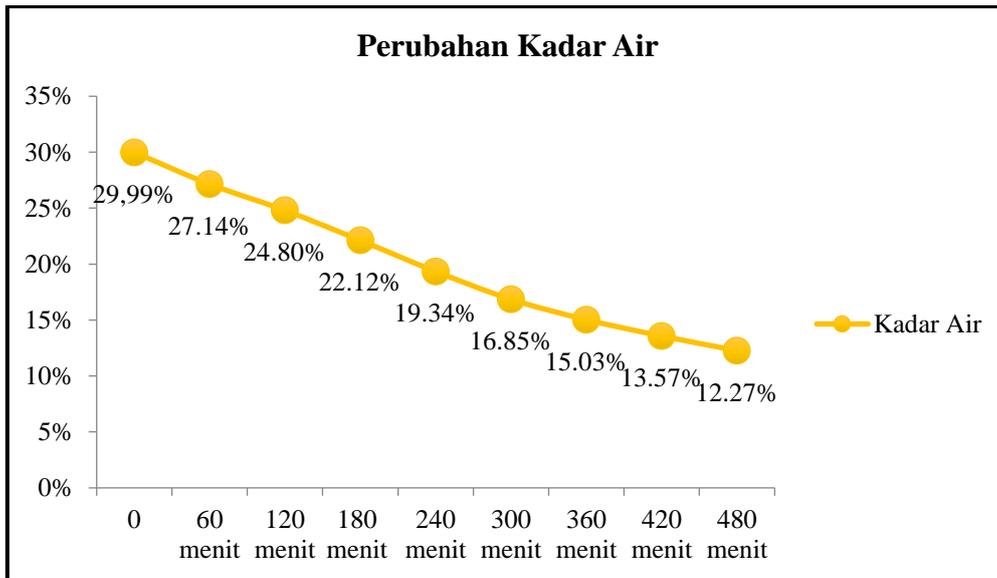
Tabel 2. Data Hasil Pengujian dengan Temperatur 45°C

NO	Waktu Pengeringan	Berat Biji	Energi Listrik Terpakai
1	60 menit	94,5 gram	36 Wh
2	120 menit	90,7 gram	58 Wh
3	180 menit	87,0 gram	82 Wh
4	240 menit	84,5 gram	97 Wh
5	300 menit	81,2 gram	117 Wh
6	360 menit	79,4 gram	132 Wh

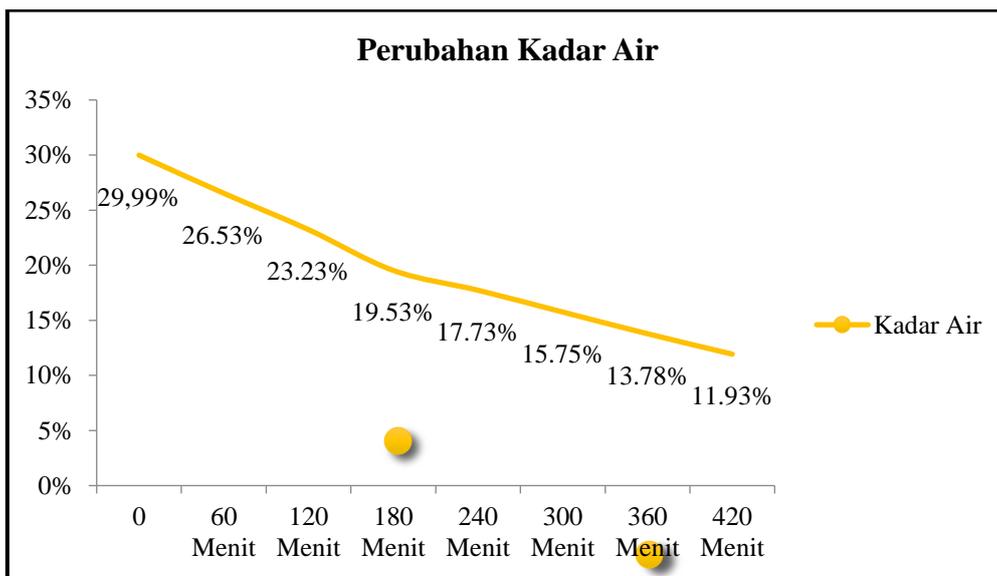
Tabel 3. Data Hasil Pengujian dengan Temperatur 50°C

## 4.3 Perubahan Kadar Air

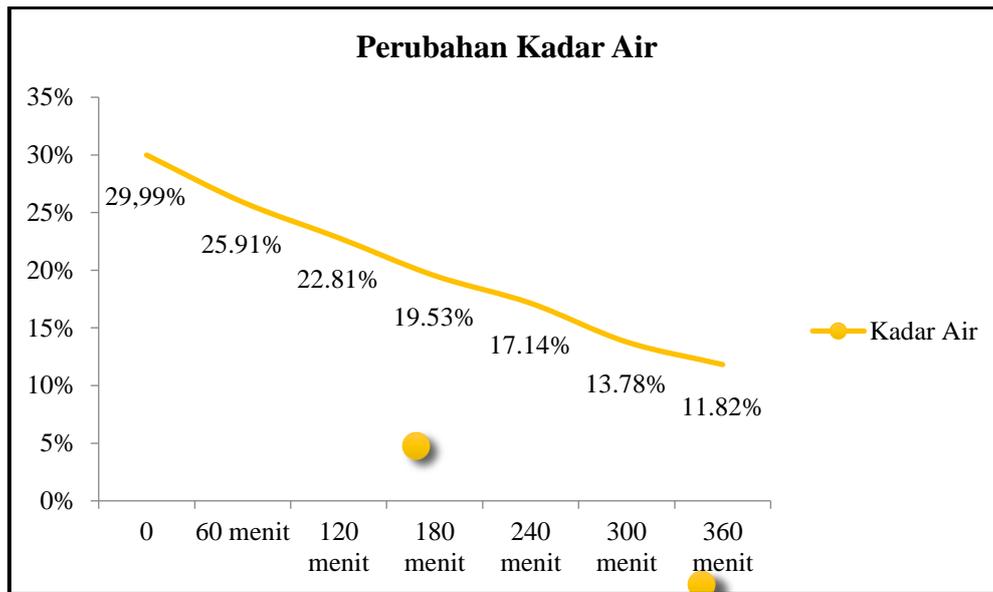
Berikut merupakan perubahan tabel perubahan kadar air biji kopi hingga mencapai kadar air sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI). Perubahan kadar air pada biji kopi ini dibagi berdasarkan hasil perubahan berat pada biji kopi pada setiap temperatur pengujian.



Gambar 2. Perubahan Kadar Air Biji Kopi dengan Pengujian 40°C



Gambar 3. Perubahan Kadar Air Biji Kopi dengan Pengujian 45°C



Gambar 4. Perubahan Kadar Air Biji Kopi dengan Pengujian 50°C

#### 4.4 Laju pengeringan

Laju pengeringan pada biji kopi di setiap pengujian dapat dihitung dengan menggunakan persamaan.

$$Q_a = (W_{kb} - W_f) / N$$

1. Laju Pengeringan dengan Temperatur 40°C

$$\begin{aligned} Q_a &= (W_{kb} - W_f) / N \\ &= (100 - 79,8) / 8 \\ &= \mathbf{2,525 \text{ gr/jam}} \end{aligned}$$

2. Laju Pengeringan dengan Temperatur 45°C

$$\begin{aligned} Q_a &= (W_{kb} - W_f) / N \\ &= (100 - 79,5) / 7 \\ &= \mathbf{2,928 \text{ gr/jam}} \end{aligned}$$

3. Laju Pengeringan dengan Temperatur 50°C

$$\begin{aligned} Q_a &= (W_{kb} - W_f) / N \\ &= (100 - 79,4) / 7 \\ &= \mathbf{3,433 \text{ gr/jam}} \end{aligned}$$

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berikut merupakan kesimpulan untuk merangkum penelitian ini:

1. Berikut merupakan perancangan umum dimensi, material dan komponen dari alat:

- <b>Tray</b>	- <b>Atap Pengerig</b>
Panjang : 30 cm	Panjang (atap) : 40 cm
Lebar : 30 cm	Lebar (atap) : 40 cm
Tebal : 0,5 cm	Panjang (ventilasi) : 3 cm
Material : Kawat Aluminium	Lebar (ventilasi) : 3 cm

- Kapasitas : 600 gram biji kopi
- **Ruang Pengereng**
    - Panjang : 30 cm
    - Lebar : 30 cm
    - Tinggi : 20 cm
    - Material : Aluminium
  - **Thermostat**
    - *Solid State Relay*
    - *Heater Element*
  - **Lapisan Isolator**
    - Panjang : 40 cm
    - Lebar : 40 cm
    - Tinggi : 25 cm
    - Material : Rockwool
2. Pengujian alat pengering yang dilakukan dengan melakukan variasi temperatur 40°C, 45°C, dan 50°C didapat masing - masing durasi pengeringan selama 8 jam, 7 jam, dan 6 jam untuk mengeringkan 100 gram biji kopi dengan kadar air awal 30 % hingga mencapai kadar air sesuai SNI;
  3. Laju pengeringan yang didapat pada setiap pengujian adalah masing-masing sebesar 2,525 gr/jam (40°C), 2,928 gr/jam (45°C), dan 3,433 gr/jam (50°C);
  4. Energi listrik yang terpakai pada setiap pengujian adalah masing-masing sebesar 162 Wh (40°C), 151 Wh (45°C), dan 132 Wh (50°C).

## 5.2 Saran

Adapun saran dari penulis adalah sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini, untuk mengukur perubahan kadar air pada biji kopi didasarkan pada perubahan berat biji kopi untuk dihitung menggunakan rumus. Pengukuran seperti ini tidak sepenuhnya akurat, karena berat bukan satu satunya patokan untuk mengetahui kadar air. Untuk penelitian berikutnya, dibutuhkan alat Moisture Meter agar diketahui besar kandungan kadar air yang lebih akurat;
2. Kecepatan kipas pada alat pengering ini masih terlalu kencang yang mengganggu distribusi suhu dari elemen pemanas ke ruang pengering. Untuk ke depannya, dibutuhkan suatu komponen untuk mengatur kecepatan kipas, seperti: Potensiometer;

## VI DAFTAR PUSTAKA

- [1] Setijahartini, S. 1985. Pengeringan Agro Industri. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- [2] Firdaus, Aneka. 2016. Perancangan dan Analisa Alat Pengering Ikan dengan Memanfaatkan Energi Briket Batubara. Palembang: Universitas Sriwijaya.
- [3] Farel H. Napitupulu, Putra Mora Tua. 2012. Perancangan dan Pengujian Alat Pengering Kakao dengan Tipe Cabinet Dryer untuk Kapasitas 7,5 Kg Per - Siklus. Medan: Universitas Sumatera Utara. (hal. 10-13)
- [4] Revitasari. 2010. Jenis-Jenis Dryer. [https://www.academia.edu/9404588/ Jenis\\_jenis\\_dryer](https://www.academia.edu/9404588/Jenis_jenis_dryer). Diakses tanggal 7 Februari 2019.