

## Studi Eksperimental Rumah Pengering Kopi Menggunakan Plastik Ultra Violet (*Uv Solar Dryer*) Dengan Mekanisme Konveksi Alamiah

Sam Budi, Verdy A. Koehuan, Nurhayati

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana

Jl. Adi Sucipto, Penfui-Kupang, NTT 85001, Tlp: (0380)881597

E-mail: verdy.koehuan@staf.undana.ac.id

### ABSTRAK

*Ultraviolet solar dryer* atau biasa disebut juga metode pengeringan dengan menggunakan efek rumah kaca (ERK) merupakan metode pengeringan yang memanfaatkan energi surya sebagai sumber energi utama. Radiasi dari sinar matahari diserap langsung oleh plastik UV yang berfungsi sebagai penghantar dan penahan panas sehingga temperatur didalam suatu tempat atau ruangan yang ditutupi oleh plastik UV ini tetap terjaga. Studi eksperimental rumah pengering kopi menggunakan plastik ultra violet (*uv solar dryer*) dengan mekanisme konveksi alamiah ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen. Tujuan untuk mengetahui waktu pengeringan biji kopi terhadap distribusi temperatur ruangan rumah pengering dengan mekanisme konveksi alamiah. Hasil pengujian menunjukkan pengaruh waktu pengeringan biji kopi terhadap distribusi temperatur di dalam ruangan rumah pengering dengan mekanisme konveksi alamiah. Pengaruh waktu pengeringan terhadap distribusi temperatur ruangan rumah pengering terlihat sedikit fluktuatif. Namun rata-rata temperatur ruangan dari beberapa titik pengukuran relatif seragam dengan nilai lebih tinggi dari lingkungan. Nilai kadar air basis basah 3,17 %, basis kering 3,07 % dan rata – rata kadar air akhir biji kopi 20,45%, laju pengeringan 0,77 %bb/jam, dan efisiensi rumah pengering 4,84 %.

### ABSTRACT

*Ultraviolet solar dryer or also known as the drying method using the greenhouse effect (ERK) is a drying method that utilizes solar energy as the main energy source. Radiation from sunlight is absorbed directly by UV plastic which functions as a conductor and heat barrier so that the temperature in a place or room covered by UV plastic is maintained. The experimental study of the coffee dryer house using ultraviolet plastic (UV solar dryer) with a natural convection mechanism was carried out using an experimental method. The aim was to determine the drying time of the coffee beans on the temperature distribution of the drying house using natural convection mechanisms. The test results showed the effect of coffee bean drying time on the temperature distribution in the room of the drying house using natural convection mechanisms. The effect of drying time on the room temperature distribution of the drying house is slightly fluctuating. However, the average room temperature of several measurement points is relatively uniform with higher values from the environment. The moisture content value of the wet basis was 3.17%, the dry basis was 3.07% and the average final moisture content of the coffee beans was 20.45%, the drying rate was 0.77% w / h, and the efficiency of the drying house was 4.84%.*

*Keywords: Ultraviolet solar dryer, drying process, natural convection, coffee bean drying.*

### PENDAHULUAN

Saat ini cukup banyak dikembangkan jenis-jenis pengering mekanis untuk menggantikan metode penjemuran langsung bilamana cuaca tidak mendukung. Salah satu jenis pengering mekanis tersebut adalah pengeringan dengan menggunakan plastik ultraviolet (*UV Dryer*). *UV*

*Dryer* atau biasa disebut juga metode pengeringan dengan menggunakan efek rumah kaca (ERK) merupakan metode pengeringan yang memanfaatkan energi surya sebagai sumber energi utama, dimana radiasi dari sinar matahari diserap langsung oleh plastik UV yang berfungsi sebagai penghantar dan penahan panas sehingga temperatur didalam suatu

tempat atau ruangan yang ditutupi oleh plastik UV ini tetap terjaga.

Agar dihasilkan alat pengering ERK yang efisien dan efektif untuk proses pengeringan maka dalam perancangannya perlu dilakukan perhitungan dan simulasi serta pengujian. Simulasi berarti membuat sistem buatan dengan meniru performansi suatu sistem nyata. Hal ini dilakukan dengan beberapa alasan, misalnya Bagaimana pengaruh waktu pengeringan biji kopi terhadap distribusi temperatur di dalam ruangan rumah pengering dengan mekanisme konveksi alamiah. Keuntungan metode ini adalah tidak dibutuhkan energy listrik dalam pengoperasiannya sehingga menjadi ekonomis.

Hal ini disebabkan karena petani masih mengandalkan matahari dalam proses pengeringan. Jika cuaca mendung atau hujan, pengeringan tidak dapat dilakukan sehingga akan mempengaruhi produksi kopi, kualitas dan pendapat petani. Untuk mengurangi ketergantungan terhadap cuaca, maka pada penelitian ini Penulis tertarik untuk mengambil judul yaitu, “Studi Eksperimental Rumah Pengering Biji Kopi Menggunakan Plastik Ultra Violet (*UV Solar dryer*) dengan Mekanisme Konveksi Alamiah”.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilaksanakan adalah metode eksperimental terhadap rumah pengering biji kopi menggunakan plastik ultra violet untuk menyerap panas dari sinar matahari dengan mekanisme konveksi alamiah. Radiasi sinar matahari yang diserap oleh plastik UV kemudian didistribusikan ke dalam rumah pengering dan secara alamiah terjadi proses pengeringan. Lokasi penelitian dilakukan di laboratorium Program Studi Teknik Mesin, Universitas Nusa Cendana. Bahan plastik yang digunakan plastik UV *protector* 6% ukuran per roll 3 x 20 m, tebal 200 micron (0,20 mm). Konstruksi bangunan pengering menggunakan rangka profil C ukuran ketebalan 0,75 mm, lebar 70 mm dan panjang 6 m, sementara rak jemur menggunakan wiremesh stainless steel untuk penjemuran kopi. Biji kopi sebelum penjemuran dengan berat 38,45 kg.

## Variabel penelitian

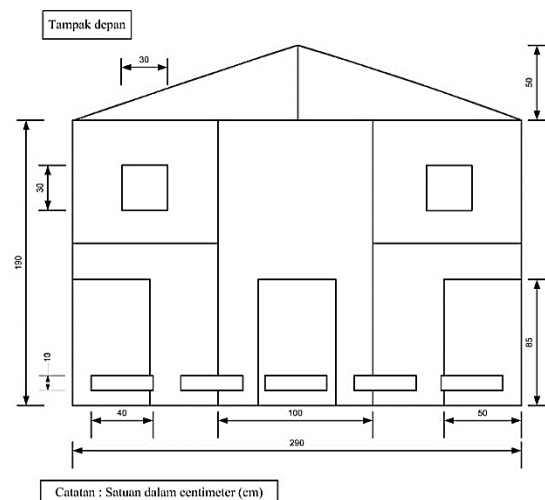
Variabel penelitian dan desain dari rumah pengering:

1. Variabel bebas (*independent variable*), radiasi yang diterima oleh rumah pengering mulai dari jam 11:00 – 15:00 Wita.
2. Variabel terikat (*dependent variable*), distribusi temperatur dan Kadar air biji kopi
3. Variabel terkontrol (*controlled variable*)
  - Volume ruangan rumah pengering.
  - Luas permukaan Plastik UV (Ultra Violet) sebagai penutup pada dinding dan atap rumah pengering.
  - Luasan rak pengering tempat biji kopi dikeringkan.

Rak jemur yang terdiri atas tiga rak di dalam rumah pengering dan satu rak di luar sebagai tempat biji kopi dikeringkan dengan beban pengeringan yang sama ( $7,76 \text{ kg/m}^2$ ).

## Dimensi alat pengering kopi

Gambar 1 berikut menunjukkan tampak depan desain rumah pengering biji kopi efek rumah kaca untuk pengeringan menggunakan plastik ultra violet dengan ukuran 5,5m x 2,9m x 1,9 m.



Gambar 1. Dimensi tampak depan rumah pengering.



Gambar 2. Foto rumah pengering tampak dari luar.



Gambar 3. Foto rumah pengering tampak dari dalam.

### Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan cara eksperimen pada rumah pengering biji kopi menggunakan plastik ultra violet menggunakan mekanisme konveksi alamiah. Adapun variabel yang akan diukur atau pengumpulan data yang akan dilakukan yaitu dengan pengamatan terhadap pembacaan alat-alat ukur yang terdiri atas temperatur udara, kelembaban udara, dan beban pengeringan yang selanjutnya diproses secara digital ke unit data akuisisi dan komputer. Data-data yang dihasilkan oleh pembacaan alat-alat ukur digunakan untuk menganalisa efisiensi pengeringan. Data temperatur dan kelembaban udara dihasilkan oleh sensor yang terpasang pada beberapa titik di dalam rumah pengering.

Penelitian ini dilakukan dengan mengikuti prosedur sebagai berikut:

- Mempersiapkan data awal perancangan baik dari referensi yang ada maupun dari lapangan.

- Merancang rumah pengering kopi menggunakan plastik ultra violet (*UV solar dryer*) dengan mekanisme konveksi alamiah.
- Menempatkan enam titik pada alat penelitian guna memperoleh data studi eksperimental rumah pengering biji kopi menggunakan plastik ultra violet (*UV Solar Dryer*) dengan mekanisme konveksi alamiah.
- Pengambilan data diambil setiap jam dari jam 11.00 sampai dengan 15.00. Berikut data-data yang diambil :
- Mengukur temperatur suhu dan kelembaban di dalam ruangan pengering kopi.

### Analisis Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu sebagai berikut:

#### 1. Data primer

Data primer merupakan data yang diperoleh langsung di lapangan tempat dilakukan penelitian tersebut. Untuk mendukung proses pengambilan data, maka sebelumnya dapat dibuat terlebih dahulu rumah pengering (kopi plastik ultra violet).

#### 2. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari studi literatur yang tersedia baik itu dari referensi buku, jurnal, artikel, diktat dan penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian tersebut (rumah pengering, data kadar air dan perpindahan panas konveksi).

Salah satu faktor yang mempengaruhi proses pengeringan adalah kadar air. Pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air bahan sehingga menghambat perkembangan organisme pembusukan. Kadar air suatu bahan berpengaruh terhadap banyaknya air yang diuapkan dan lamanya proses pengeringan. Struktur bahan secara umum dapat didasarkan pada kadar air yang biasanya ditunjukkan dalam persentase kadar air basis basah atau basis kering. Kadar air basis basah (*Mwb*) banyak digunakan dalam penentuan harga pasar sedangkan kadar air basis kering (*Mdb*) digunakan dalam bidang teknik.

Persamaan dalam penentuan kadar air :

$$M_{db} = \frac{w_t - w_d}{w_t} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

Mdb = Kadar air basis kering (%)

Wt = Berat total (gram)

Wd = Berat padatan (gram)

$$M_{wb} = \frac{W_t - W_d}{W_d} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan :

Mwb = Kadar air basis basah (%)

Wt = Berat total (gram)

Wd = Berat padatan (gram).

Laju pengeringan membutuhkan data dari hasil pengukuran kadar air awal sebelum penjemuran, setelah penjemuran dan lama waktu pengeringan yang dapat dihitung dengan persamaan :

$$\frac{dW}{dt} = \frac{W_i - W_t}{\Delta t} \quad (3)$$

dW/dt) = Laju pengeringan rata – rata

Wi = Kadar air awal (%)

Wt = Kadar air akhir (%)

Δt = Lama pengeringan

Analisis performa dari suatu system dan kolektor ditentukan menggunakan suatu keseimbangan energy salah satunya menggunakan energy panas dari matahari menjadi energy yang berguna. Untuk menentukan analisis termal

Untuk menghitung efisiensi termal alat tersebut digunakan persamaan :

$$\eta_k = \frac{Q_{sp} + Q_{uap}}{Q_s - Q_{oss}} \times 100\% \quad (4)$$

$Q_{sp}$  = Panas untuk menaikkan suhu bahan (kJ)

$Q_{uap}$  = Panas untuk menguapkan air bahan (kJ)

$Q_s$  = Energi surya (kJ)

$Q_{oss}$  = Energi yang dibuang (kJ)

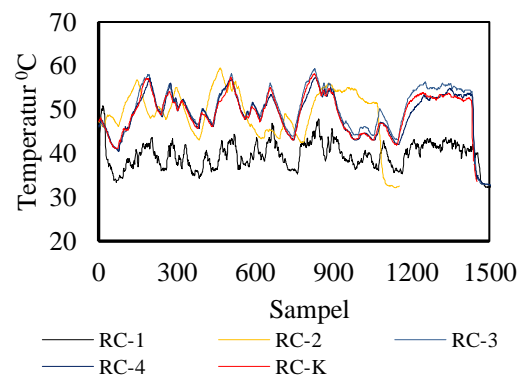
Hasil analisis konsumsi energi spesifik di dapat dari perbandingan antara energi total sistem terhadap massa air yang di uapkan, dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$KES = \frac{Q_{rs}}{m_{Uap}} \quad (5)$$

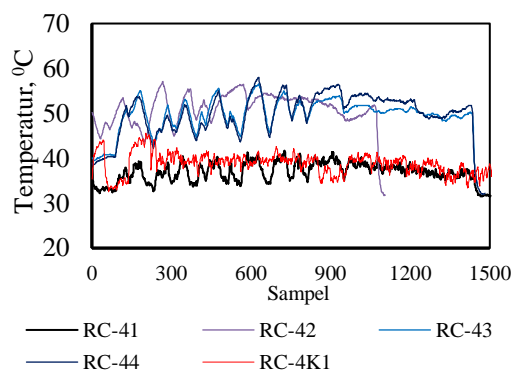
## PEMBAHASAN

### Pengaruh waktu pengeringan terhadap distribusi temperatur ruangan

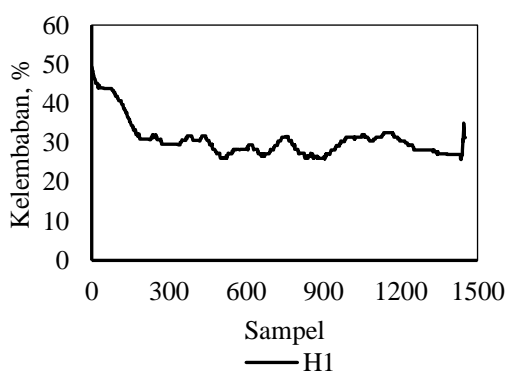
Gambar 4 menunjukkan hasil pengukuran temperatur yang diperoleh dari alat ukur untuk temperatur lingkungan (RC-41) dengan temperatur maksimum 41,7°C dan temperatur minimum 31,5°C, 4. Sedangkan di dalam rumah pengering ukur temperatur RC-42 dengan temperatur maksimum 57,1°C temperatur minimum 31,7°C, RC-43 dengan temperatur maksimum 56,5°C dan temperatur minimum 33,7°C, RC-44 dengan temperatur maksimum 58,0°C dan temperatur minimum 32,0°C. Sedangkan alat ukur temperatur dan kelembaban (RC-4K1) dengan temperatur maksimum 45,6°C dan temperatur minimum 32,8°C. Hasil pengukuran ini menunjukkan bahwa selama berjalannya waktu pengeringan, temperatur ruangan rumah pengering (RC2, RC3, RC4, RCK) terlihat sedikit fluktuatif dengan nilai temperatur ruangan lebih tinggi dibandingkan dengan temperatur lingkungan. Hal ini akibat peningkatan panas untuk melepaskan uap air ke udara dari biji kopi akibat kenaikan suhu ruangan yang sama terjadi pada pengeringan luar (pengeringan tradisional) namun dengan temperatur yang lebih rendah.



Gambar 4. Hasil pengukuran temperatur ruangan dan kelembaban dengan beban pengering hari pertama.



Gambar 5. Pengukuran temperatur dan kelembaban tanpa beban pengering hari kedua.



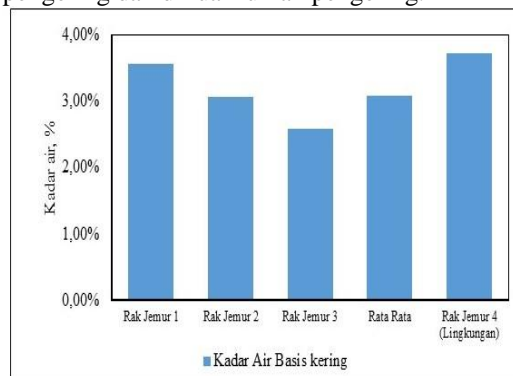
Gambar 6. Kelembaban udara pada rumah pengering.

Gambar 5 Merupakan hasil pengukuran temperatur tanpa beban yang diperoleh dari 1 alat ukur untuk temperatur lingkungan (RC-1). Temperatur maksimum  $46,4^{\circ}\text{C}$  dan temperatur minimum  $33,0^{\circ}\text{C}$ . Alat ukur temperatur ruangan rumah pengering RC-2 temperatur maksimum  $52,4^{\circ}\text{C}$  temperatur minimum  $33,5^{\circ}\text{C}$ , RC-3 temperatur maksimum  $53,2^{\circ}\text{C}$  dan temperatur minimum  $33,5^{\circ}\text{C}$ , RC-4 temperatur maksimum  $52,4^{\circ}\text{C}$  dan temperatur minimum  $33,5^{\circ}\text{C}$  dan kelembaban (RC-K) temperatur maksimum  $52,2^{\circ}\text{C}$  dan temperatur minimum  $33,0^{\circ}\text{C}$ . Dalam pengukuran ini menunjukkan bahwa selama berjalannya waktu proses pengeringan, temperatur ruangan terlihat cukup fluktuatif. Temperatur ruangan yang tinggi akan mempengaruhi peningkatan pelepasan uap air di udara dari biji kopi.

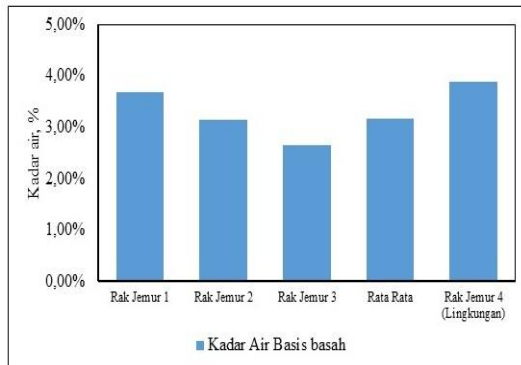
Pada Gambar 6 menunjukkan pada awal pengujian kelembaban udara berkisaran 50 % mendekati kelembaban udara lingkungan luar. seiring dengan terjadinya proses pengeringan bahan di dalam rumah pengering melalui panas radiasi yang masuk kandungan uap air yang ada di udara maupun di bahan akan menurun dan cenderung stabil setelah waktu pengujian 500 detik. Terlihat sedikit fluktuatif setelah 500 detik itu diakibatkan oleh penambahan udara baru dari luar maupun uap air yang ada di bahan.

### Pengaruh waktu pengeringan terhadap penurunan kadar air

Gambar 7 dan 8 masing-masing menampilkan diagram presentase penurunan kadar air basis kering dan basis basah per rak. Kadar air biji kopi sebelum pengeringan 41,01%, kemudian dikeringkan sampai kadar air 20% untuk di dalam rumah pengering sedangkan diluar rumah pengering 18 %. Berat awal kopi di dalam rumah pengering 38,45 kg dan berat kopi di luar rumah pengering 6,44 kg. Bila membandingkan kedua mekanisme pengeringan ini pengeringan menggunakan rumah pengering lebih baik dibandingkan di luar rumah pengering. Hal ini disebabkan karena adanya penggunaan plastik ultra violet (*UV Solar Dryer*) yang dapat menyerap panas lebih banyak sehingga proses pengeringan yang terjadi di dalam rumah pengering lebih cepat walaupun dengan kapasitas pengeringan yang sama. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan perbandingan berat dari kopi di dalam rumah pengering dan di luar rumah pengering.



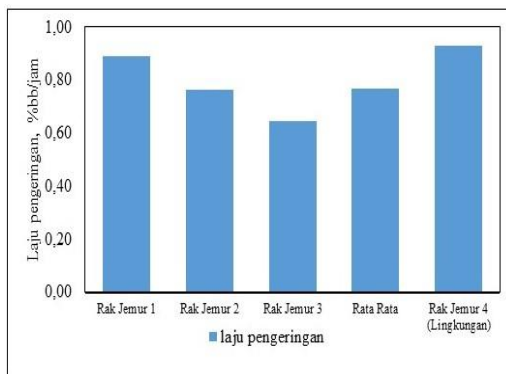
Gambar 7. Kadar air basis kering per rak.



Gambar 8. Diagram kadar air basis basah.

### Pengaruh waktu pengeringan terhadap laju pengeringan

Berbanding lurus dengan pengurangan kadar air, laju pengeringan pada rumah pengering juga lebih cepat dibandingkan dengan pengeringan di lingkungan yang ditunjukkan pada Gambar 9 dimana presentasi laju pengeringan pada rumah pengering lebih besar dari pada laju pengeringan pada rak luar (Rak 4).

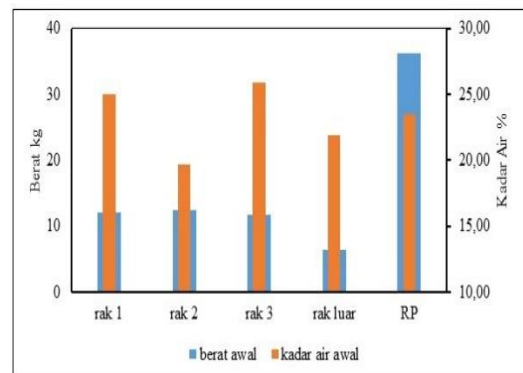


Gambar 9. Diagram laju pengeringan tiap rak.

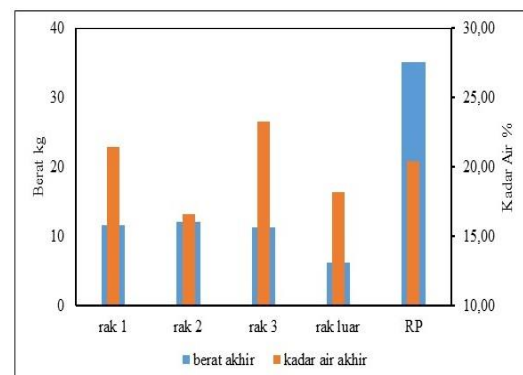
Pada Gambar 9, laju pengeringan yang terjadi di dalam rumah pengering dan pengeringan tradisional kedua mekanisme pengeringan terlihat bahwa laju pengeringan dengan rumah pengering pada rak 1, 2 dan 3 mengalami penurunan yang lebih cepat dari pada pengeringan tradisional (Rak 4) maka dapat dikatakan bahwa pengeringan

menggunakan solar dryer lebih cepat dibandingkan dengan pengeringan tradisional.

Gambar 10 menampilkan keseluruhan berat kopi per rak dan presentase kadar air kopi sebelum pengeringan serta total berat per rak dan rata-rata kadar air di dalam rumah pengering (RP), sedangkan pada Gambar 11 menampilkan keseluruhan berat biji kopi per rak dan total berat biji kopi serta rata-rata presentase kadar air biji kopi setelah pengeringan (RP). Bila membandingkan kedua hasil pengukuran ini terlihat terjadi perubahan berat dan presentase kadar air yang di tunjukan pada masing-masing rak dengan total berat awal biji kopi sebelum pengeringan 36,17 kg, berat akhir 35,06 kg serta rata-rata kadar air biji kopi sebelum pengeringan 23,51 % dan rata-rata kadar air akhir biji kopi 20,45 %.



Gambar 10. Berat kopi per rak dan presentase kadar air kopi sebelum pengeringan.



Gambar 11. keseluruhan berat kopi per rak dan presentase kadar air kopi setelah pengeringan.

### Efisiensi rumah pengering

Analisis termal dari rumah pengering dapat dihitung berdasarkan jumlah panas radiasi yang masuk yang berguna untuk proses pengeringan bahan dan panas yang hilang akibat proses perpindahan panas secara konduksi, konveksi, maupun radiasi. Hasil analisis efisiensi rumah pengering dengan mekanisme konveksi alamiah nilai efisiensi termal rumah pengering didapat 4,84 %.

### SIMPULAN

Hasil studi eksperimental rumah pengering biji kopi menggunakan plastik ultra violet (*uv solar dryer*) dengan mekanisme konveksi alamiah maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Hasil pengukuran menunjukkan pengaruh waktu pengeringan biji kopi terhadap distribusi temperatur di dalam ruangan rumah pengering dengan mekanisme konveksi alamiah secara keseluruhan dapat dikatakan bahwa selama berjalannya waktu pengeringan, temperatur ruangan rumah pengering (RC2, RC3, RC4, RCK) terlihat cukup fluktuatif. Nilai temperatur ruangan lebih tinggi dibandingkan dengan temperatur lingkungan.
- Hasil analisis nilai kadar air basis basah 3,17 %, basis kering 3,07 % dan rata – rata kadar air akhir biji kopi 20,45%, laju pengeringan 0,77 %bb/jam dan efisiensi rumah pengering 4,84 % pada proses pengeringan biji kopi dengan menggunakan mekanisme konveksi alamiah.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Sary, R. (2016). Kaji eksperimental pengering biji kopi dengan menggunakan sistem konveksi paksa. *Jurnal Polimesin (ISSN : 1693-5462), Volume 14, Nomor 2, Agustus 2016*, 1-5.
- [2]. Janjai, S. (Volume 3, 2012 pp.383-398). A Greenhouse type dryer for small-scale dried food industries: Development and dissemination. *International Journal OFF*, 1-16.
- [3]. Gede Widayana, S. M. (Banjarmasin, 7-8 Oktober 2015). Prototipe Sistem Pengeringan Cengkeh Dengan Energi Surya. *Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV (SNTTM XIV)*, 1-4.
- [4]. Utari, S. (2013). *Uji performansi pengering efek rumah kaca (ERK)-HYBRID tipe rak berputar untuk pengeringan sawut ubi jalar (Ipomoea batatas L)*. Bogor: Departemen teknik mesin dan biosistem fakultas teknologi pertanian institut bogor.
- [5]. Holman, J. (1997). *perpindahan kalor edisi ke enam*. jakarta: lemigas airlangga.
- [6]. A, P. (2018). *Peranan inovasi teknologi manufaktur, material, dan konversi energi untuk mewujudkan kemandirian industri nasional*. Jakarta: Politeknik negeri jakarta.
- [7]. Sholahuddin, L. O. (2016). Simulasi rancangan mesin pengering efek rumah kaca tipe terowongan untuk pengeringan komoditi hasil pertanian . *Seminar Nasional II penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi Universitas Tanjungpura*, 61-66.
- [8]. Ahmat asari, D. n. (20 juli 2016). Modifikasi dan pengujian mesin pengering hybrid tipe rak untuk pengeringan biji kakao. *Balai besar pengembangan mekanisasi pertanian situgadung*, 1575.
- [9]. Haryono. (2014). Peran inovasi teknologi pertanian bioindustri melalui sistem inovasi daerah (SiDa). *Prosiding seminar regional pekan agro inovasi BPTP Sulteng*, 1-2.
- [10]. MUH. TAHIR, S. M. (2013). *Desain dan uji sistem pengeringan serta karakterisasi pengeringan komoditas unggulan daerah gorontalo*. Gorontalo: Hibah pekerti - UNG.