

Studi Eksperimental Skala Laboratorium Rumah Pengereng Kopi Menggunakan Plastik Ultra Violet (*UV Solar Dryer*) Dengan Mekanisme Konveksi Paksa

Riky Yonerto Runesi, Verdy A. Koehuan dan 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

Pemanfaatan radiasi matahari dalam pengereng efek rumah kaca (ERK) merupakan alternatif untuk mengatasi kendala proses pengeringan. proses pengeringan di bawah sinar matahari langsung yang umum berlaku di masyarakat terdapat kekurangan, seperti kapasitas yang rendah dan membutuhkan waktu yang lama, serta resiko kontaminasi dan gangguan dari binatang selama proses penjemuran. Sementara kriteria mutu biji kopi meliputi aspek fisik, citarasa dan kebersihan serta aspek keseragaman dan konsisten yang sangat ditentukan oleh perlakuan pada setiap tahapan proses produksinya. Proses pengeringan dengan menggunakan plastik ultra violet (*UV solar dryer*) sebagai penyerapan radiasi matahari dan panasnya terperangkap, selanjutnya dimanfaatkan untuk proses pengeringan bahan. Permasalahan yang diteliti adalah bagaimana kinerja rumah pengereng biji kopi melalui studi eksperimental menggunakan plastik ultra violet (*UV solar dryer*) dengan cara mekanisme konveksi paksa. Tujuan dari penelitian ini agar dapat mengetahui efisiensi rumah pengereng biji kopi dan laju pengeringan terhadap kecepatan aliran udara keluar melalui exhaust fan. Waktu pengeringan dimulai dari jam 11.00 hingga 15.00 dengan total berat kopi awal 53,37 kg (kapasitas pengeringan 7,76 kg/m²) dan kadar air awal 45,5%. Dari hasil eksperimen, distribusi temperatur di dalam rumah pengereng dengan peningkatan kecepatan aliran keluar melalui exhaust fan, distribusi temperatur udara di dalam rumah pengereng cenderung seragam. Namun variasi laju aliran menunjukkan laju pengeringan biji kopi tertinggi pada kecepatan keluar 1,0 m/s, dengan efisiensi 9,68 % dan konsumsi energi spesifik 32799,64 kJ/kg.

ABSTRACT

The utilization of solar radiation in the greenhouse effect dryer (ERK) is an alternative to overcome the drying process constraints. The drying process in direct sunlight, which is common in the community, has drawbacks, such as low capacity and takes a long time, and the risk of contamination and disturbance from animals during the drying process. Meanwhile, the quality criteria for coffee beans include physical aspects, taste, and cleanliness as well as uniform and consistent aspects which are largely determined by the treatment at each stage of the production process. The drying process uses ultraviolet plastic (UV solar dryer) to absorb solar radiation and the heat is trapped, then it is used for the drying process of the material. The problem studied is how the performance of the coffee bean drying house through experimental studies using ultraviolet plastic (UV solar dryer) using the forced convection mechanism. The purpose of this study was to determine the efficiency of the coffee bean drying house and the drying rate on the speed of the outflow of air through the exhaust fan. Drying time starts from 11.00 to 15.00 with a total initial coffee weight of 53.37 kg (drying capacity 7.76 kg/m²) and an initial moisture content of 45.5%. From the experimental results, the temperature distribution in the dryer house with an increase in the outflow velocity through the exhaust fan, the air temperature distribution in the dryer house tends to be uniform. However, the variation in flow rate shows the highest coffee bean drying rate at an exit speed of 1.0 m/s, with an efficiency of 9.68% and specific energy consumption of 32799.64 kJ/kg.

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

PENDAHULUAN

Kopi merupakan komoditas sektor perkebunan yang cukup strategis, komoditas

kopi memberikan kontribusi untuk menopang perekonomian serta menjadi sumber devisa bagi daerah, berperan penting bagi perkembangan perekonomian di daerah penghasilnya. Menurut

sumber yang didapat dari (Direktorat Jenderal Perkebunan Indonesia) luas areal perkebunan kopi di NTT sendiri pada tahun 2015 adalah 65.718 hektare sedangkan pada tahun 2019 adalah 64.800 hektare. Buah kopi hasil panen, seperti halnya produk pertanian lainnya, perlu segera diolah menjadi bentuk akhir yang stabil agar aman disimpan dalam jangka waktu tertentu. Kriteria mutu biji kopi meliputi aspek fisik, citarasa dan kebersihan serta aspek keseragaman dan konsisten yang sangat ditentukan oleh perlakuan pada setiap tahapan proses produksinya. Dalam hal ini, penanganan dan pengolahan pasca panen komoditas hasil pertanian menjadi faktor penting yang harus diperhatikan.

Biji kopi hasil panen umumnya mempunyai kadar air yang cukup tinggi yang berkisar antara 50%-60% (wb), berdasarkan syarat mutu umum yang terdapat pada SNI biji kopi 01-2907-2008. kadar air standar pada biji kopi kering yakni maksimal sekitar 12,5% (wb) agar biji kopi dapat diolah lebih lanjut dan disimpan dalam waktu yang lama. Sebagian besar proses pengeringan biji kopi di daerah NTT masih menggunakan metode penjemuran dengan memanfaatkan sinar matahari langsung. Metode penjemuran ini memiliki biaya yang sangat murah dikarenakan energi dari sinar matahari yang cukup tersedia. Namun metode penjemuran dengan sinar matahari langsung juga memiliki banyak kekurangan, seperti tercemarnya bahan oleh kotoran-kotoran dari lingkungan sekitar, sangat bergantung pada cuaca, kehilangan jumlah bahan akibat serangan hama binatang dan waktu proses pengeringan yang cukup lama [1].

Pengembangan teknologi pengeringan energi surya oleh Prasojo, (2009) [2] merupakan terobosan dalam mengatasi mahalnya biaya proses pengeringan. Pemanfaatan energi surya berupa alat pengering efek rumah kaca (ERK) juga merupakan alternatif untuk mengatasi kendala pengeringan dengan sinar matahari langsung yang umum berlaku di masyarakat seperti kapasitas yang rendah dan membutuhkan waktu yang lama, serta resiko kontaminasi dan gangguan dari binatang selama proses penjemuran yang menyebabkan hasil

pengeringan kurang higienis. Oleh karena itu, salah satu jenis pengering mekanis tersebut adalah pengeringan dengan menggunakan plastik UV (*UV solar dryer*).

UV 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, 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, dimana pada saat kondisi cuaca sedang mendung ataupun hujan pengeringan yang ada di dalam tempat atau ruangan terjaga dan bahkan tetap berlangsung proses pengeringan menjadi lebih cepat.

Agar dihasilkan sebuah alat pengering tipe ERK menggunakan plastik Ultra Violet yang efisien dan efektif untuk sebuah proses pengeringan, maka dalam perancangannya perlu dilakukan perhitungan, analisa serta desain alat yang tepat. Analisa adalah sebuah proses untuk memecahkan sesuatu kedalam bagian-bagian yang saling berkaitan satu-sama lainnya (Gorys Keraf) [3], sementara desain adalah kerangka bentuk, rancangan, motif, pola dan corak (Coiril Amin). Dengan adanya analisa dan desain yang tepat maka diharapkan alat pengering yang akan dibuat menjadi lebih efisien dan efektif serta untuk menghindari operasi-operasi pengeringan yang tidak tepat, seperti kekurangan laju aliran udara, suhu yang tidak memadai, dan efisiensi sistem pengeringan yang rendah [4].

Berdasarkan uraian diatas maka penelitian ini bertujuan menghasilkan sebuah alat pengering UV (Ultra Violet) yang tepat, yang kelak akan mempermudah pekerjaan para petani dalam proses pengeringan atau penjemuran kopi dengan kualitas yang baik. Dengan mempertimbangkan segala aspek yang ada, maka pada penelitian ini Penulis berinisiatif untuk mengambil judul yaitu, “Studi Eksperimental Rumah Pengereng Kopi Menggunakan Plastik Ultra Violet (*UV Solar Dryer*) dengan Mekanisme Konveksi Paksa”.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilaksanakan adalah metode eksperimen. Studi eksperimen rumah pengering biji kopi menggunakan plastik ultra violet untuk menyerap panas dari sinar matahari dan dibantu dengan mekanisme konveksi paksa. Panas dari sinar matahari yang diserap oleh plastik UV kemudian di distribusikan menggunakan mekanisme perpindahan panas konveksi paksa dengan bantuan *exhaust fan*.

Alat dan bahan

Adapun alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini :

Alat : *Exhaust fan* (*blower*/kipas angin), meter, waterpas, palu, bor listrik, gurinda, gunting baja ringan, laptop, terminal, saklar listrik, sekop, sendok campuran, buku dan pulpen.

Bahan : Rangka profil C (ukuran ketebalan 0,75 mm, lebar 70 mm dan panjang 6 m), Baut baja ringan, Plastik UV *protector* 6% (ukuran per roll 3 x 10 meter, tebal 200 micron atau 0,20mm), Biji kopi, *Wiremesh*, Semen, pasir dan batu karang.

Variabel Penelitian

1. Variabel bebas (*independent variable*)

Variabel bebas adalah variabel yang ditentukan oleh peneliti dan ditentukan sebelum penelitian dilakukan yaitu intensitas radiasi matahari yang masuk rumah pengering setiap jam waktu pengeringan dan laju aliran udara yang diatur pada kecepatan aliran keluar *exhaust fan*.

2. Variabel terikat (*dependent variable*)

Variabel terikat adalah variabel yang besarnya tergantung pada variabel bebas dan besarnya dapat diketahui setelah penelitian dilakukan. Adapun variabel terikat pada penelitian ini adalah distribusi temperatur di dalam rumah pengering, kelembaban udara, kadar air, dan laju pengeringan.

3. Variabel terkontrol (*controlled variable*)

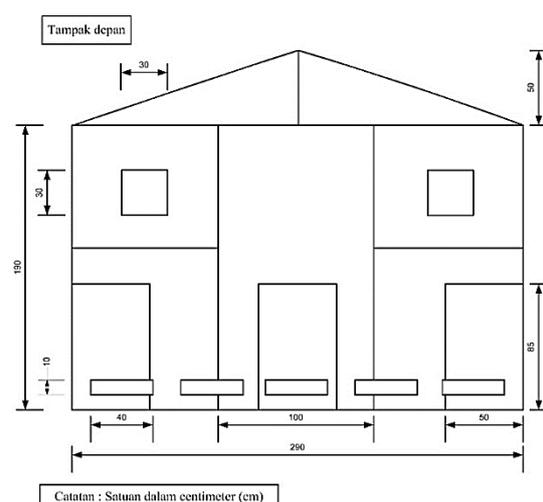
Dimensi rumah pengering seperti volume ruangan dan luas permukaan atau dinding yang tertutupi oleh plastik UV. Plastik Ultra Violet (UV solar dryer) dengan tebal 0,2 mm berfungsi sebagai penutup rumah pengering untuk

penyerapan radiasi matahari dengan UV *protector* 6%.

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 paksa. 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, kecepatan aliran 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 serta kecepatan aliran 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 paksa.
- 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 paksa.
- Pengambilan data diambil setiap jam dari jam 11.00 sampai dengan 15.00. Berikut data-data yang diambil :
- Mengukur tiga (3) jenis variasi debit aliran yakni, variasi debit aliran (1,36), variasi

debit aliran (1,0) dan variasi debit aliran (0,5).

- 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 (M_{wb}) banyak digunakan dalam penentuan harga pasar sedangkan kadar air basis kering (M_{db}) digunakan dalam bidang teknik.

Persamaan dalam penentuan kadar air :

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

Keterangan :

M_{db} = Kadar air basis kering (%)

W_t = Berat total (gram)

W_d = Berat padatan (gram)

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

Keterangan :

M_{wb} = Kadar air basis basah (%)

W_t = Berat total (gram)

W_d = Berat padatan (gram).

Penggunaan energi merupakan salah satu parameter yang dapat menunjukkan apakah rumah pengering sudah bekerja secara optimal atau belum. Efisiensi penggunaan energi diperoleh dari penjumlahan panas untuk menaikkan suhu bahan dan panas untuk menguapkan air bahan terhadap energi total sistem dan kehilangan panas. Adapun persamaan berikut :

$$Efisiensi = \frac{(Q_{SP} + Q_{Uap})}{(Q_s + Q_l - Q_{los})} \times 100$$

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

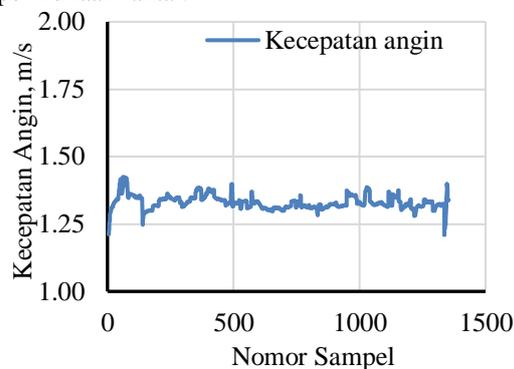
$$KES = \frac{Q_{TS}}{m_{Uap}}$$

PEMBAHASAN

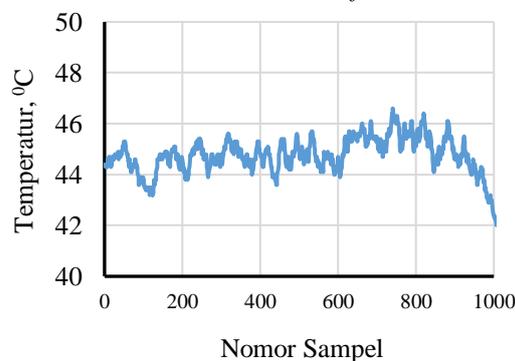
Hasil Eksperimen rumah pengering kopi yang menggunakan plastik ultra violet (*UV solar dryer*) dengan mekanisme atau proses pengeringan dengan konveksi paksa. Mekanisme konveksi paksa melalui *exhaust fan* guna mempercepat proses pengeringan yang terjadi di dalam rumah pengering.

Penelitian dilakukan dengan pengukuran temperatur dan kelembaban udara di dalam rumah pengering, nilai kadar air, dan berat kopi sebelum penjemuran dan setelah penjemuran selama 4 hari. Pengujian yang dilakukan pada rumah pengering dengan dimensi rumah pengering 5,5 m x 2,9 m x 1,9 m. Pengujian dimulai dari pukul 11:00 WITA sampai dengan 15:00 WITA, dengan beban pengeringan bobot awal biji kopi sebesar 45,6 kg dan kadar air awal 44,05 %. Pengujian dilakukan berupa pengukuran kecepatan angin, temperatur, dan kelembaban udara di dalam rumah pengering. Pengukuran kecepatan angin menggunakan alat ukur *hotwire anemometer* yang sensornya ditempatkan pada lubang masuk *exhaust fan*. Sementara temperatur dan kelembaban udara di dalam dan di luar rumah pengering masing-masing diukur dengan menggunakan alat ukur

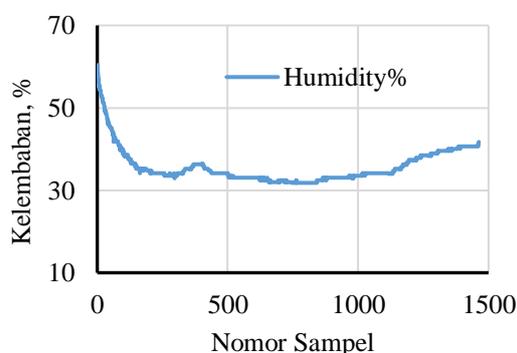
temperatur-kelembaban Elitech RC-4 dan RC-4K. Di dalam ruangan ditempatkan empat alat ukur masing-masing pada posisi horisontal yang berbeda dengan ketinggian 1,5 m dari permukaan lantai.



Gambar 4. Hasil pengukuran kecepatan angin di sisi masuk *exhaust fan*.



Gambar 5. Hasil pengukuran temperatur di dalam rumah pengering.



Gambar 6. Hasil pengukuran kelembaban di dalam rumah pengering.

Gambar 4 sampai dengan Gambar 6 menunjukkan sampel hasil pengukuran temperatur, dan kelembaban serta kecepatan angin dalam rumah pengering. Hasil pengukuran dari alat ukur ini dianalisis tingkat akurasi menggunakan metode RMSE (*root mean square error*), dimana untuk nilai $RMSE < 1,0$ menunjukkan akurasi alat ukur yang sangat baik sedangkan untuk nilai RMSE antara 1 hingga 5 kategori baik, sedangkan untuk $RMSE > 5$ menunjukkan tingkat penyebaran data hasil pengukuran yang cukup tinggi sehingga akurasi alat ukur menjadi rendah. Nilai RMSE untuk sensor kecepatan angin dari Gambar 4 adalah sebesar 0,026 artinya alat ukur ini memiliki akurasi yang sangat baik sedangkan Gambar 5 dan Gambar 6 masing-masing untuk pengukuran temperatur dengan nilai RMSE sebesar 2,35 dan kelembaban sebesar 4,1 yang artinya sensor memiliki akurasi yang baik.

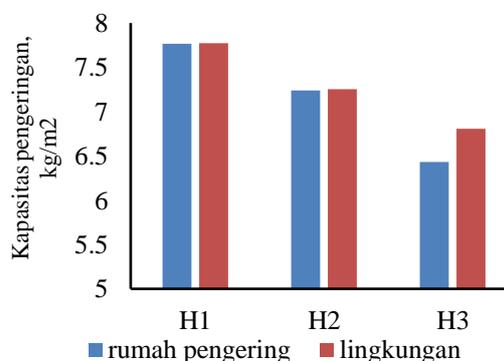
Analisis pengaruh kecepatan udara terhadap kadar air dan laju pengeringan

Kecepatan aliran udara dalam rumah pengering dapat mempengaruhi kadar air, dan laju pengeringan biji kopi. Dalam penelitian ini, kecepatan udara di *exhaust fan* diatur pada tiga tingkat kecepatan yaitu 0,5 m/s; 1,0 m/s; dan 1,36 m/s untuk melihat pengaruh laju aliran udara yang keluar dari rumah pengering melalui *exhaust fan* terhadap penurunan kadar air maupun laju pengeringan biji kopi. Ketiga tingkat kecepatan udara *exhaust fan* ini menghasilkan nilai kadar air dan laju pengeringan yang berbeda.

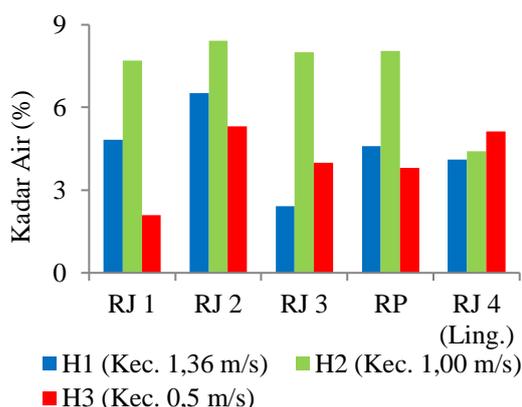
Pengukuran kadar air pada penelitian ini dengan dua metode yaitu kadar air basis basah dan basis kering. Kadar air basis basah adalah perbandingan antara berat air di dalam bahan tersebut dengan bahan keringnya. Kadar air basis kering adalah perbandingan antara berat air di dalam bahan tersebut dengan berat basis basah. Kecepatan udara di *exhaust fan* sangat mempengaruhi penurunan kadar air dalam biji kopi. Berdasarkan analisis kadar air basis basah maupun basis kering, diperoleh nilai tertinggi pada sampel uji H2 (kecepatan 1,0 m/s) yaitu masing-masing pada rak jemur 2 (RJ2), kecuali pada kecepatan 1,36 m/s kadar terjadi pada rak

jemur 3 (RJ3). Kapasitas pengeringan merupakan perbandingan antara bobot biji kopi sebelum pengeringan terhadap luas permukaan rak jemur. Gambar 7 menunjukkan kapasitas pengeringan per luas permukaan rak jemur di dalam rumah pengering dan di luar rumah pengering yang relatif sama untuk kecepatan aliran 1,36 m/s dan 1,0 m/s. Sedangkan pada kecepatan 0,5 kapasitas pengeringan rak jemur di luar rumah pengering lebih tinggi dari di dalam rumah pengering.

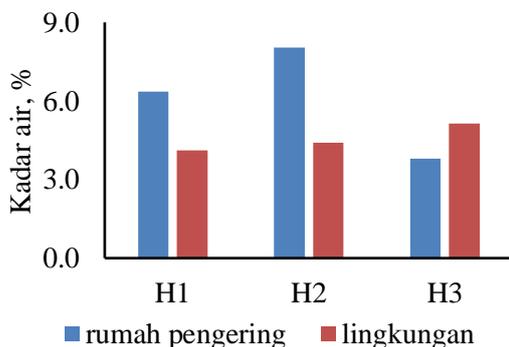
Peningkatan kecepatan udara menyebabkan kadar air mengalami penurunan. Hal ini dapat dijelaskan pada Gambar 8, kadar air biji kopi dengan kondisi kadar air 44,5%, kemudian dikeringkan sampai kadar air mencapai 22,19% di dalam ruangan pengering dan diluar ruangan pengering 22,21%. Hal ini disebabkan karena adanya penggunaan plastik UV yang dapat menyerap kalor lebih banyak sehingga proses pengeringan yang terjadi di dalam rumah pengering lebih baik dibandingkan di luar rumah pengering. Hal ini lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 9 bahwa penurunan kadar air di dalam rumah pengering lebih besar dibandingkan dengan di luar rumah pengering. Untuk kecepatan udara 1,36 m/s dan 1,0 m/s memiliki penurunan kadar air masing-masing sebesar 4,59 % dan 8,04 % untuk biji kopi yang berada di dalam rumah pengering. Sementara pada kecepatan udara 0,5 m/s memberikan hasil berbeda dengan dua hasil di atas dimana kadar air pada rak jemur di luar rumah pengering lebih besar daripada di dalam rumah pengering.



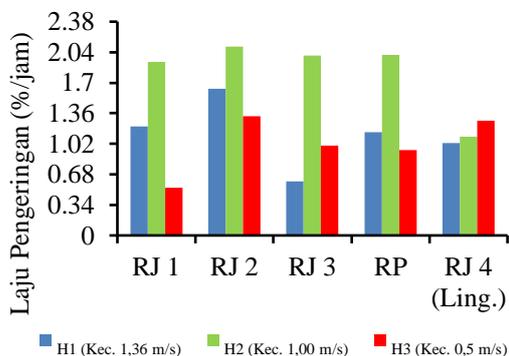
Gambar 7. Kapasitas pengeringan di dalam rumah pengering dan di luar rumah pengering.



Gambar 8. Pengaruh kecepatan udara terhadap kadar air biji kopi pada setiap rak jemur



Gambar 9. Kadar air biji kopi di dalam rumah pengering dan di luar rumah pengering.



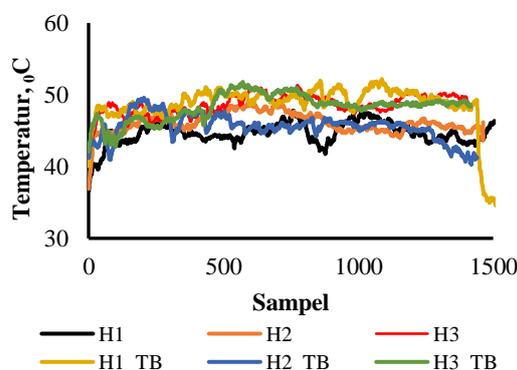
Gambar 10. Pengaruh kecepatan udara terhadap laju pengeringan biji kopi.

Pada Gambar 10. di atas dapat dilihat bahwa laju pengeringan biji kopi dengan kecepatan

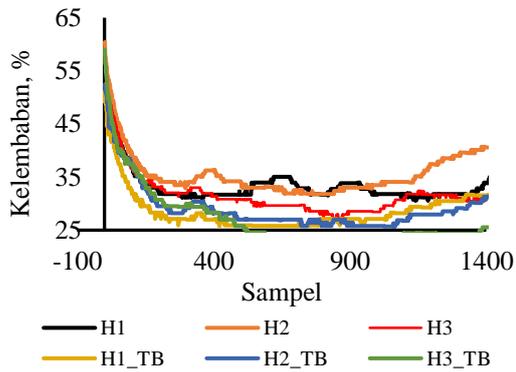
udara 1,36 m/s dan 1,0 m/s lebih tinggi daripada di luar rumah pengering. Nilai laju pengeringan untuk kecepatan udara 1,36 m/s dan 1,0 m/s masing-masing sebesar 1,15 %/jam dan 2,01 %/jam. Pada gambar tersebut juga dapat dilihat bahwa kecepatan udara 1,0 m/s di rumah pengering sangat disarankan untuk digunakan dalam proses pengeringan biji kopi. Hasil yang berbeda ditunjukkan untuk kecepatan udara 0,5 m/s, di mana laju pengeringan di luar rumah pengering lebih besar dibandingkan dengan di dalam rumah pengering. Masing-masing nilainya adalah 1,28 %/jam dan 0,95 %/jam.

Analisis distribusi temperatur dan kelembaban

Gambar 11. menunjukkan hasil pengukuran pada sensor RC-4HK tanpa beban dan dengan beban terhadap variasi kecepatan aliran. Gambar tersebut memperlihatkan bahwa hasil pengukuran temperatur setiap sampel relatif seragam, dimana untuk kecepatan aliran yang lebih tinggi maka temperatur rumah pengering lebih rendah. Pada gambar tersebut juga bisa dilihat bahwa pada sampel H1 temperaturnya rendah, sementara temperatur pada sampel H2, dan sampel H3 terlihat lebih tinggi dari sampel H1. Distribusi temperatur pada sampel H1_TB dan sampel H3_TB tanpa beban pengeringan terlihat berbeda dengan beban pengeringan dimana temperatur lebih rendah terjadi pada kecepatan aliran 1,0 m/s.



Gambar 11. Hasil pengukuran temperatur pada sensor RC-4HK tanpa beban dan dengan beban.



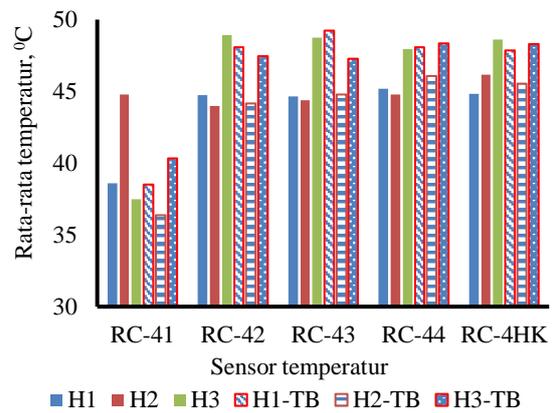
Gambar 12. Hasil pengukuran kelembaban pada sensor RC-4HK tanpa beban dan dengan beban.

Gambar 12 di atas menunjukkan hasil pengukuran kelembaban pada sensor RC-4HK tanpa beban dan dengan beban terhadap sampel. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa pada awal sampel (0-200) terjadi penurunan yang signifikan terhadap kelembaban di dalam ruangan. Setelah itu, untuk sampel 200-1400 relatif seragam untuk tiap sampel. Namun dari keenam sampel yang ada terdapat perbedaan, di mana ketiga sampel dari hasil pengukuran tanpa beban terlihat lebih rendah dibandingkan dengan ketiga sampel dari hasil pengukuran dengan beban. Hal ini karena kandungan uap air bahan sebelum pengeringan telah bercampur dengan udara di dalam rumah pengering setelah proses pengeringan.

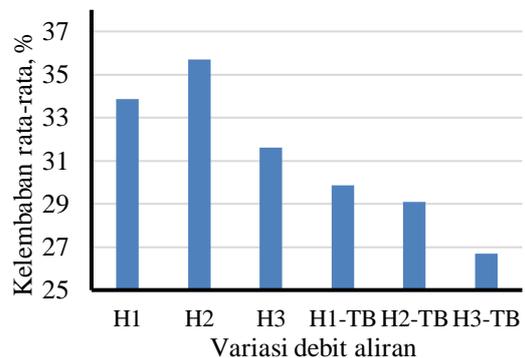
Gambar 13 dan 14 di bawah ini menunjukkan rata-rata temperatur rumah pengering pada masing-masing sensor dan kelembaban rata-rata di dalam rumah pengering terhadap variasi kecepatan udara. Distribusi temperatur tersebut menunjukkan hasil yang relatif seragam untuk setiap variasi kecepatan aliran di dalam rumah pengering baik dengan beban maupun tanpa beban pengeringan. Namun pada sensor temperatur lingkungan (RC-41) hasil yang ditunjukkan tidak seragam, hal ini menunjukkan temperatur lingkungan akan berubah tergantung kondisi lingkungan saat pengukuran. Hasil pengukuran menunjukkan rata-rata temperatur udara yang lebih rendah di dalam rumah pengering dengan beban terhadap peningkatan kecepatan aliran.

Sebaliknya pada kecepatan aliran yang rendah rata-rata temperaturnya cenderung lebih tinggi termasuk pengujian dengan tanpa beban pengeringan.

Kelembaban udara rata-rata sangat berpengaruh terhadap pengeringan biji kopi. Hal tersebut dapat ditunjukkan pada Gambar 14 di mana kelembaban udara rata-rata di dalam rumah pengering mengalami penurunan terhadap penurunan debit aliran udara. Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa sampel H1 sampai dengan H3-TB menunjukkan hasil yang relatif menurun tetapi H2 lebih tinggi dibandingkan dengan lainnya.



Gambar 13. Rata-rata temperatur rumah pengering pada masing-masing sensor.



Gambar 14. Kelembaban rata-rata di dalam rumah pengering terhadap variasi kecepatan.

Kadar air sangat mempengaruhi proses pengeringan biji kopi. Penurunan kadar air yang tinggi akan memberikan dampak baik terhadap

laju pengeringan biji kopi. Penurunan kadar air dari biji kopi ini dapat dipengaruhi beberapa parameter, seperti kecepatan udara, kelembaban relatif rumah pengering, temperatur dalam dan luar rumah pengering serta penggunaan plastik ultra violet (*UV solar dryer*). Masing-masing faktor tersebut dapat memberikan pengaruh yang signifikan terhadap efisiensi pengeringan.

Pengaruh laju aliran terhadap kadar air dan laju pengeringan

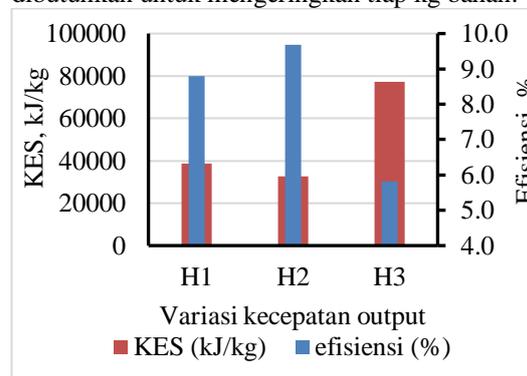
Kadar air pada biji kopi setelah pengeringan mencapai 22,19% di dalam rumah pengering dari kadar air awal 44,5%. Hal tersebut membuktikan bahwa penurunan kadar air biji kopi terbilang cukup tinggi sehingga biji kopi yang dihasilkan pun kering dengan tingkat kadar air yang relatif rendah. Kecepatan udara yang semakin tinggi akan menyebabkan penurunan kadar air yang tinggi dan peningkatan laju pengeringan. Penurunan kadar air yang paling tinggi dihasilkan pada H2 (kecepatan 1,0 m/s). Sementara di H1 (kecepatan 1,36 m/s) dan H3 (kecepatan 0,5 m/s) lebih rendah laju pengeringannya dari H2. Ini menunjukkan bahwa pada kecepatan udara 1,0 lebih baik dalam proses pengeringan karena memberikan penurunan kadar air dengan laju pengeringan yang tinggi.

Dari sisi penempatan rak jemur (RJ), Rak Jemur 2 (RJ2) memiliki penurunan kadar air yang lebih baik dibandingkan dengan rak jemur yang lain. Hal ini menunjukkan bahwa penempatan biji kopi di rak jemur yang telah disediakan akan mempengaruhi hasil penjemuran. Faktor lain yang menyebabkan penurunan kadar air juga ada pada penerapan plastik UV. Dimana plastik ini akan menyerap kalor dari sinar matahari sehingga dapat membantu proses pengeringan biji kopi berjalan lebih cepat.

Pengaruh temperatur dan kelembaban terhadap efisiensi pengeringan

Gambar 15 menunjukkan hasil analisis konsumsi energi spesifik (KES) dan efisiensi pengeringan biji kopi. Pada gambar tersebut, menunjukkan semakin tinggi nilai konsumsi

energi spesifik (KES) maka efisiensi pengeringan pun semakin menurun begitupun sebaliknya. Hubungan di atas menunjukkan kondisi yang saling berbanding terbalik dari hasil analisis tersebut. Hasil analisis nilai konsumsi energi spesifik (KES) untuk variasi kecepatan 1,36 ; 1,0 ; 0,5 m/s (H1, H2, H3) masing-masing adalah 38729,89 ; 32799,64 ; 77263,15 kJ/kg. Sedangkan hasil analisis efisiensi pengeringan biji kopi untuk variasi kecepatan 1,36 ; 1,0 ; 0,5 m/s (H1, H2, H3) masing-masing adalah 8,79 ; 9,68 ; 5,81 %. Efisiensi pengeringan digunakan untuk menentukan tingkat efektifitas proses pengeringan biji kopi menggunakan alat pengering tipe ERK. Semakin tinggi efisiensi maka akan semakin rendah energi yang dibutuhkan untuk mengeringkan tiap kg bahan.



Gambar 15. Efisiensi pengeringan biji kopi

SIMPULAN

Dari hasil analisis studi eksperimen terhadap alat pengering biji kopi efek rumah kaca menggunakan plastik ultra violet (*UV solar dryer*) dengan cara mekanisme konveksi paksa maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Terjadi penurunan kadar air biji kopi baik yang ada dalam rumah pengering maupun di luar rumah pengering dengan kapasitas pengeringan 7,76 kg/m². Kadar air awal biji kopi sebelum dikeringkan sebesar 44,5% dan terjadi penurunan kadar air sampai pada 22,19% (di dalam rumah pengering) dan 22,21% (di luar rumah pengering). Hal tersebut membuktikan bahwa penerapan

plastik ultra violet (*UV solar dryer*) pada proses pengeringan biji kopi memberikan pengaruh yang baik karena kalor yang diserap oleh plastik UV lebih besar sehingga proses pengeringan terjadi lebih cepat.

- Mekanisme konveksi paksa dengan peningkatan kecepatan aliran keluar rumah pengering melalui *exhaust fan*, memberikan kontribusi distribusi temperatur udara di dalam rumah pengering menjadi seragam. Namun variasi laju aliran menunjukkan laju pengeringan yang terjadi pada biji kopi terbaik pada kecepatan keluar 1,0 m/s, dengan efisiensi 9,68 % dan konsumsi energi spesifik 32799,64 kJ/kg.
- Temperatur udara pengering dapat mempengaruhi suhu pada bahan, dimana temperatur udara pengering yang baik adalah 45^oC – 50^oC. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata temperatur di dalam ruangan untuk setiap variasi yang dilakukan berkisar antara 44,8^oC hingga 49,5^oC sehingga rumah pengering biji kopi dengan plastic UV ini telah memenuhi syarat..

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]. Prasojo D. 2009. *Efisiensi Proses Pengeringan Tapioka di PT. Umas Jaya Agrotama, Terbagi Besar, Lampung Tengah*. Skripsi Fateta IPB. Bogor.
- [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]. Endri Yani dan Suryadi Fajrin, 2013 Karakteristik Pengeringan Biji Kopi Berdasarkan Variasi Kecepatan Aliran Udara pada Solar Dryer, *Teknika*, Vol. 20 No. 1 April 2013
- [6]. 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*.
- [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]. Kamaruddin, (2007). Tipe Pengering Surya untuk Pengeringan Produk Pertanian / SOLAR ABSORPTIVITY. 2007
- [9]. Muarif, 2013. Melakukan Penelitian Tentang Pengeringan Menggunakan Aplikasi. PENGERTIAN PEMANASAN.
- [10]. Laporan hasil penelitian (*pengembangan pemanfaatan teknologi energi surya dalam upaya dukungan pemenuhan logistik air di markas TNI AL, Labuan Bajo, Nusa Tenggara Timur*).
- [11]. Winarno, F. G. 1993. *Pengantar Teknologi Bahan*. PT. Gramedia. Jakarta