



Contents list available at [Sinta](https://scholar.ummetro.ac.id/index.php/armatur)

ARMATUR

: Artikel Teknik Mesin & Manufaktur

Journal homepage: <https://scholar.ummetro.ac.id/index.php/armatur>



Studi eksperimen rumah pengering ultra-violet (*solar dryer*) sistem hibrid tungku biomassa melalui variasi kecepatan aliran udara panas

Verdy A. Koehuan^{1*}, Margaretha Kewa Unarajan², Defmit B. N. Riwu³, Muhamad Jafri⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana-Kupang, Indonesia

ARTICLE INFO

Keywords:

Biomass furnace
Solar dryer
Coconut shell
Dryer house
Pyrolysis

ABSTRACT

The ultra-violet dryer integrated with the biomass furnace is a drying method with a forced mechanism. In this study, an experimental study was carried out. The drying process of porang tubers uses a hybrid system ultra violet plastic dryer (UV solar dryer) through varying the speed of the inlet air to obtain efficient drying results and porang tuber products. The results showed that the final moisture content of porang tubers after drying per day for each variation of air speed obtained the lowest value of 10.50%bb with the highest drying rate of 0.3373 kg/hour from the assumption of an initial moisture content of 70%bb, which occurs in variations airspeed of 1.8 m/s. while the speed is 1.3 m/s with the lowest drying rate of 0.330 kg/hour with a final moisture content of 11.74%.bb) Drying efficiency for variations in the speed of hot air flow into the hot air duct of the biomass furnace shows the highest value at a speed of 1.3 m/s of 16.76% with the lowest specific energy consumption (KES) of 51975.7 kJ/kg.

Pendahuluan

Pengembangan sistem pengeringan bahan hasil pangan dengan efisiensi tinggi tapi biaya operasional rendah yang memanfaatkan sumber energi terbarukan dewasa ini sangat gencar dilakukan oleh banyak peneliti [1]. Sistem pengering surya yang memanfaatkan mekanisme efek rumah kaca seperti rumah pengering *ultra-violet solar dryer* sangat potensial untuk dikembangkan dan memiliki daya saing yang tinggi di masa yang akan datang. Karena selain biaya operasionalnya yang murah, alat ini mudah diterapkan di daerah terpencil dengan tidak membutuhkan

pengetahuan teknologi tinggi oleh pengguna [2,3].

Pembangkit panas berupa tungku pembakaran memiliki kekurangan gas buang yang bersifat polutan yang tentu saja mempengaruhi kualitas bahan pangan yang akan dikeringkan. Namun kekurangan sistem pembangkit panas ini bisa diminimalisir melalui peralatan tambahan seperti alat penukar panas (*heat exchanger*). Gas hasil pembakaran ini tidak kontak langsung dengan udara dalam rumah pengering namun dialirkan dalam saluran udara panas sehingga relatif aman terhadap bahan yang dikeringkan tersebut [4].

*Corresponding author: verdy.koehuan@staf.undana.ac.id
<https://10.24127/armatur.v4i1.3296>

Received 22 November 2022; Received in revised form 18 January 2023; Accepted 21 January 2023
Available online 1 March 2023

Biomassa adalah salah satu jenis bahan bakar padat selain batubara yang proses pembakarannya dilakukan dalam sebuah tungku biomassa [5,6,7]. Tungku biomassa diantaranya tungku bio arang merupakan pengembangan dari tungku tradisional yang memiliki kelebihan selain sebagai media untuk proses konversi energi bahan bakar menjadi energi panas, juga untuk menghasilkan produk bio arang aktif dan asap cair yang memiliki nilai jual tinggi. Bahan biomassa yang terbakar dalam tungku bio arang dengan tahapan mulai dari pemanasan, pirolisis, reduksi, dan pembakaran akan memproduksi energi panas, asap cair dan arang aktif [8]. Oleh karena itu, desain tungku ini merupakan salah satu komponen penting dalam proses pengeringan sistem hibrid biomassa dan *solar dryer*. Selain sumber panas yang digunakan untuk proses pengeringan, produk sampingan berupa bio arang dan asap cair juga memberikan nilai tambah sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat industri kecil maupun menengah [9].

Penelitian ini, dikaji sebuah desain terintegrasi pembangkit panas pada rumah pengering efek rumah kaca (*ultra-violet solar dryer*) kombinasi dengan tungku biomassa melalui serangkaian alat penukar panas yang menghasilkan udara panas bersih yang dapat dimanfaatkan untuk proses pengeringan. Selain alat penukar panas, juga terdapat elemen pemanas air yang ditempatkan pada cerobong sebagai media pemindah panas yang juga disalurkan melewati alat penukar panas. Pengujian performansi rumah pengering sistem hibrid ini meliputi pembangkitan panas dari tungku biomassa dan panas radiasi pada rumah plastik *ultra-violet solar dryer*. Bahan bakar yang digunakan dalam tungku biomassa adalah batok kelapa [10], kemudian dilakukan analisis pindah panas dan efisiensi tungku. Sedangkan rumah pengering yang digunakan adalah tipe ERK (efek rumah kaca) atau *ultraviolet (UV) solar dryer* [11,12]. Dimensi rumah pengering dengan ukuran panjang 550 cm,

lebar 290 cm, dan tinggi 190 cm, serta tinggi tiang atap 50 cm. Dinding dan atap rumah pengering masing-masing diselimuti oleh plastik *ultraviolet (UV) protector* 6 % dan ketebalan 0,2 mm, sedangkan rangkanya terbuat dari baja ringan profil C (tebal 0,75 mm). Sementara bahan pangan yang digunakan sebagai beban pengeringan pada pengujian ini digunakan chip umbi porang basah yang diambil dari daerah Amfoang, Kecamatan Amfoang Selatan, Kabupaten Kupang, Nusa Tenggara Timur.

Tinjauan Pustaka

1. Proses pengeringan

Proses pengeringan memerlukan energi panas untuk menguapkan kadar yang ada pada material yang akan dikeringkan. Sebelum pengeringan, tekanan uap air bahan sama dengan tekanan uap air udara (keadaan setimbang). Saat pengeringan dimulai, uap panas yang dialirkan melewati permukaan bahan akan menaikkan tekanan uap air bahan, terutama pada daerah permukaan yang sejalan dengan suhunya. Pada saat uap panas dialirkan ke permukaan bahan terjadi perpindahan massa dari bahan ke permukaan bahan dalam bentuk uap air (berlangsung proses pengeringan pada permukaan bahan) dan dilanjutkan dengan proses penguapan dari permukaan bahan ke udara pengering.

Analisis performa dari suatu sistem dan kolektor ditentukan menggunakan suatu keseimbangan energi salah satunya menggunakan energi panas dari matahari menjadi energi yang berguna. Untuk menentukan analisis termal dari rumah pengering dapat dihitung dengan mencari koefisien perpindahan panas konveksi (h) ditentukan oleh bilangan Nusselt [13].

$$h = \frac{kNu}{L} \quad (1)$$

Dimana :

h = koefisien perpindahan panas konvektif ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$)

k = konduktivitas termal untuk udara lembab ($W/m \text{ } ^\circ C$)

L = adalah dimensi panjang karakteristik (m).

Analisis perpindahan panas dan massa untuk pengeringan rumah kaca telah dilakukan oleh banyak penulis dalam mode konveksi alami dan paksa. Koefisien perpindahan panas konvektif (h) dievaluasi oleh Persamaan 2 dan Persamaan 3, dihitung menggunakan parameter. Dimana, C dan n adalah konstanta, Gr adalah bilangan Grashof, Pr adalah bilangan Prandtl, Re adalah bilangan Reynolds, dan Ri adalah bilangan Richardson.

Koefisien perpindahan panas konvektif alamiah:

$$Nu = \frac{hL}{k} = C(G_r P_r)^n \quad (2)$$

Koefisien perpindahan panas konvektif paksa:

$$Nu = \frac{hL}{k} = C(R_e P_r)^n \quad (3)$$

panas yang diterima akibat perpindahan kalor konveksi dari bahan ke udara pengering (kJ) :

$$Q_{ud} = \frac{q_u}{v} \cdot C_{pu} \cdot (T_r - T_l) \cdot 3600 \cdot t \quad (4)$$

Panas yang terpakai oleh rumah pengering, yang dihitung dengan Persamaan (kJ) :

$$Q_u = Q_{sp} + Q_{uap} \quad (5)$$

Energi surya melalui radiasi yang diterima oleh rumah pengering plastik UV dengan luas total 24,547 m² adalah :

$$Q_s = 3,61_h A_p (\sigma \alpha) t \quad (6)$$

Panas untuk menaikkan suhu bahan adalah panas yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu bahan berdasarkan massa awal, panas spesifik bahan serta perubahan temperatur.

$$Q_{sp} = m_{Oj} C_{pj} (T_r - T_j) \quad (7)$$

Panas untuk menguapkan air bahan adalah panas yang dibutuhkan untuk menguapkan air pada bahan uji.

$$Q_{uap} = m_{uap} H_{pj} \quad (8)$$

Panas yang berguna pada bahan yang dikeringkan:

$$Q_b = Q_{sp} + Q_{uap} \quad (9)$$

Energi total yang diberikan ke system :

$$Q_{ts} = Q_s + Q_l + Q_{biomassa} \quad (10)$$

Untuk efisiensi pengeringan digunakan Persamaan :

$$\eta_s = \frac{Q_b}{Q_{ts} - Q_{loss}} \times 100\% \quad (11)$$

Dan untuk efisinsi termal alat tersebut digunakan Persamaan :

$$\eta_s = \frac{Q_b + Q_{ud}}{Q_{ts} - Q_{loss}} \times 100\% \quad (12)$$

Keterangan :

η_s = Efisiensi (%)

Q_{tp} = Energi total proses pengeringan secara teoritik (kJ)

Q_{ts} = energi total yang diberikan ke system (kJ)

Q_s = Energi surya (kJ)

Q_{loss} = rugi panas total (kJ)

Q_b = panas berguna pada bahan yang dikeringkan (kJ)

Q_{ud} = panas yang diterima akibat perpindahan kalor konveksi dari bahan ke udara pengering (kJ)

2. Standar mutu chip umbi porang

Standar mutu diperlukan sebagai tolok ukur dalam pengawasan mutu dan merupakan perangkat pemasaran dalam menghadapi klaim dari konsumen dan dalam memberikan umpan balik ke bagian pabrik dan bagian kebun. Standar Nasional Indonesia porang yang telah dikeluarkan menurut sumber Badan Standardisasi Nasional. Persyaratan umum mutu porang dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 1. Syarat Mutu chips/tepung porang

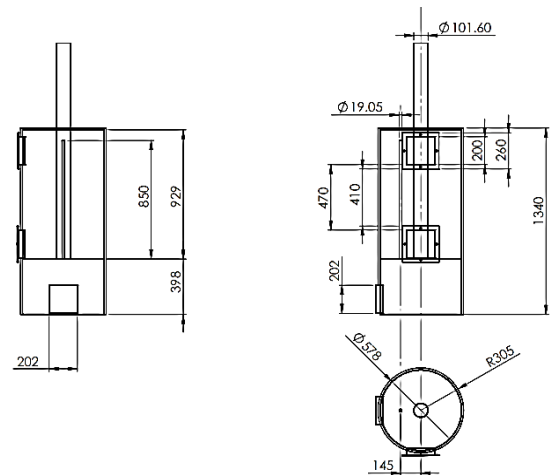
Kriteria	Mutu
Kadar air (%)	Maks. 12
Kadar mannan kering (%bb)	Min. 35
Benda asing (%bb)	Maks. 2

Sumber: BSN 1988 dalam Padusung dkk. 2020 [14].

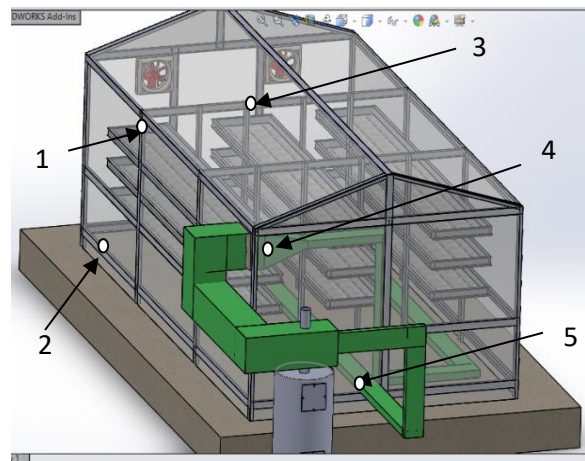
Metode Penelitian

1. Model tungku biomassa dan rumah pengering

Jenis penelitian yang akan dilakukan ini menggunakan metode eksperimen. Dengan bahan bakar berupa tempurung kelapa diumpankan atau dimasukan ke dalam ruang pembakaran tungku secara bertahap, kemudian udara panas dari cerobong melalui saluran udara panas didistribusikan ke dalam rumah pengering sesuai dengan pengukuran suhu yang dihasilkan. Kemudian hasil yang didapatkan dari pengujian tersebut dianalisa untuk melihat laju pengeringan efek rumah kaca dengan tungku biomassa terhadap konsumsi energi spesifik dan efisiensi rumah pengering. Gambar 1 dan Gambar 2 masing-masing menunjukkan detail desain dan skema tungku biomassa, rumah pengering, saluran udara panas serta penempatan alat ukur. Rancangan rumah pengering chip umbi porang sistem hibrid biomassa seperti terlihat pada Gambar 2 terdiri dari atas lantai beton, rangka baja ringan, plastik ultraviolet, peralatan utama, alat ukur, dan rak jemur [11]. Rangka bangunan terbuat dari struktur rangka baja ringan profil C (ketebalan 0,75 mm yang berfungsi untuk menahan plastik ultra-violet. Plastik *ultra-violet* yang digunakan dengan spesifikasi tebal 0,02 mm, UV *protection* 6%, transmisi cahaya 85% dan absorbansi 15%. Rumah pengering porang ini dilengkapi dengan 2 unit *exhaust fan* yang berfungsi untuk sirkulasi udara pengering, sebuah unit blower untuk sirkulasi udara panas dan sebuah pompa untuk sirkulasi air panas. Sedangkan tungku biomassa terbuat dari drum bekas yang kemudian dibuat seperti pada Gambar 1 serta diberi isolasi pada dinding luar drum.



Gambar 1. Model Tungku Biomassa.
Satuan Dimensi: mm



Gambar 2. Rumah pengering sistem hibrid tungku biomassa dan penempatan alat ukur.

Keterangan:

1. T5 (temperatur dan RH lingkungan)
2. T2 RC-1 (temperatur di bawah Rak)
3. T4, RC-HK (temperatur dan RH)
4. T1 RC-4 (temperatur masuk saluran)
5. T3 RC-2 (temperatur di bawah Rak pengering dengan cerobong)

2. Prosedur pengambilan data

Menyiapkan alat-alat dan bahan yang akan digunakan pada saat pengujian ruang pengering, seperti pada Gambar 2. Mengukur temperatur awal ruang pengering (tanpa pemanas tambahan (tungku biomassa)). Mengukur temperatur akhir ruang pengering setelah menggunakan pemanas tambahan (tungku biomassa). Mengukur temperatur ruang pengering

dengan variasi kecepatan udara masuk tungku ke ruang pengering. Selanjutnya proses pengambilan data untuk kadar air, waktu pengeringan dan temperatur panas yang diserap di rumah pengering.

3. Variabel penelitian

Adapun variabel-variabel yang diukur pada pengujian ini yaitu

- a. Variabel bebas
 - Kecepatan aliran udara panas
 - Intensitas Radiasi matahari masuk rumah pengering
 - Waktu pengeringan
- b. Variabel terikat
 - Distribusi temperatur, kelembaban dan kadar air bahan
 - Laju pengeringan
 - Komsumsi energi spesifik
 - Efisiensi pengeringan
- c. Variabel terkontrol
 - Beban atau kapasitas pengeringan
 - Luas saluran udara panas
 - Kecepatan keluar di exhaust fan
 - Luas dinding plastik UV
 - Luas rak jamur

4. Analisis data

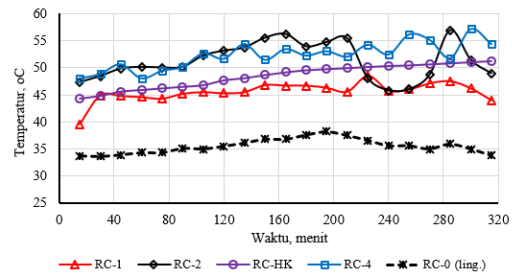
Setiap data hasil pengukuran temperatur dan kelembaban ditabulasi dan dianalisis. Analisis penggunaan energi dan efisiensi rumah pengering mengikuti prosedur perhitungan pada penelitian yang dilakukan oleh penulis sebelumnya [12].

Hasil dan Pembahasan

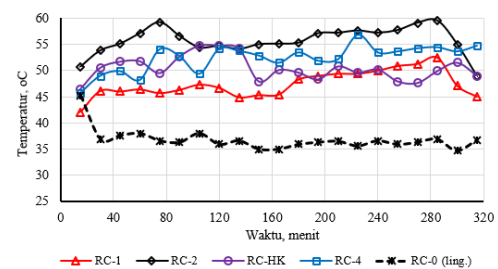
1. Analisis distribusi temperatur dan kelembaban

Hasil pengukuran temperatur dan kelembaban di dalam dan di luar rumah pengering dengan kecepatan angin 1.3 m/s, 1,6 m/s, 1,8 m/s, hari ke-1, hari ke-2, dan hari ke-3 mulai pukul 10.00 hingga 15.00 dan kecepatan angin *exhaust fan* 1,0 m/s ditunjukan pada Gambar 3 hingga Gambar 5. Pada kecepatan udara rendah (1.3 m/s), temperatur lingkungan yang cukup tinggi juga diikuti oleh peningkatan temperatur

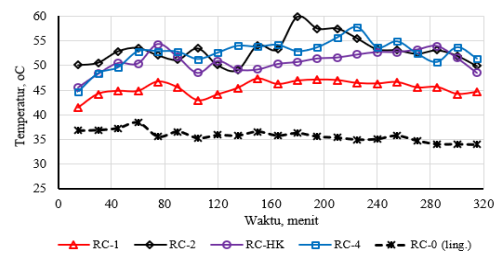
udara dalam rumah pengering, begitupun pada kecepatan udara yang relatif tinggi (1,6 m/s dan 1.8 m/s) cenderung semakin meningkat temperatur udara dalam rumah pengering. Sedangkan tren kelembaban berbanding terbalik dengan suhu udara. Pada suhu tinggi, udara memuai menjadikan daya tampung udara untuk menerima uap air hasil pengeringan menjadi lebih besar. Sebaliknya, kelembaban akan berangsur naik seiring menurunnya suhu udara.



Gambar 3. Distribusi temperatur dalam rumah pengering dengan kecepatan angin 1,3 m/s.



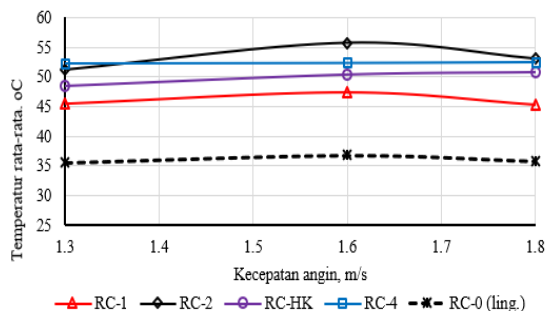
Gambar 4. Distribusi temperatur dalam rumah pengering dengan kecepatan angin 1,6 m/s.



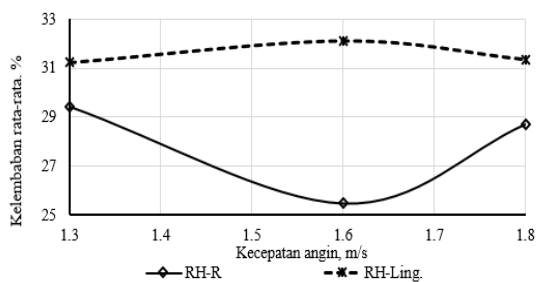
Gambar 5. Distribusi temperatur dalam rumah pengering dengan kecepatan angin 1,8 m/s.

Hasil pengukuran temperatur dan kelembaban dalam rumah pengering pada kecepatan angin 1,3 m/s, 1,6 m/s dan 1,8 m/s menunjukkan hasil yang berbeda. Pada saat terjadi penurunan temperatur lingkungan, bahwa kelembaban udara dalam ruang pengering juga ikut naik akibat dari udara basah yang dominan masuk ke dalam rumah pengering. Dan saat udara/cuaca normal diikuti naiknya temperatur dan turunnya

kelembaban. Gambar 7 merupakan rata-rata kelembaban udara hari pertama-ketiga yang juga menunjukkan hal yang sama seperti penjelasan di atas yang mana peningkatan temperatur lingkungan juga diikuti peningkatan tempertur dalam rumah pengering. Pada saat cuaca lingkungan normal, temperatur rata-rata lingkungan berada antara 35°C sampai 36 °C. sedangkan temperatur dalam rumah pengering berada diantara 45 °C sampai 52 °C (Gambar 6).



Gambar 6. Rata-rata temperatur dalam rumah pengering dengan kecepatan angin 1,3 m/s, 1,6 m/s dan 1,8 m/s.

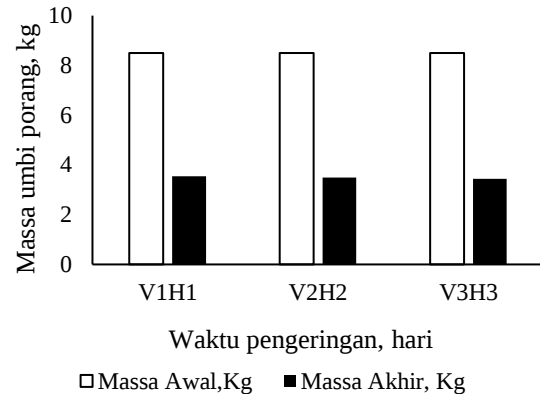


Gambar 7. Rata-rata kelembaban di dalam dan luar rumah pengering dengan kecepatan angin 1,3 m/s, 1,6 m/s dan 1,8 m/s.

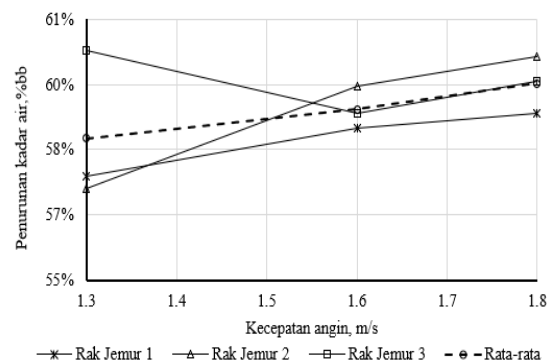
2. Pengaruh kecepatan udara terhadap kadar air

Dalam penelitian ini, kecepatan udara di *exhaust fan* diatur pada tiga tingkat kecepatan yaitu 1,3 m/s (V1), 1,6 m/s (V2), dan 1,8 m/s (V3) untuk melihat pengaruh laju aliran udara yang masuk ke rumah pengering melalui *blower* terhadap penurunan kadar air umbi porang. Proses pengukuran kadar air pada penelitian ini menggunakan alat ukur kadar air *Smart sensor* serta metode perhitungan kadar air basis basah. Kadar air basis basah adalah perbandingan antara berat air di dalam

bahan tersebut dengan bahan keringnya. Hasil pengukuran massa awal dan massa akhir dan hasil analisis kadar air basis basah dapat dilihat pada Gambar 8 dan Gambar 9 berikut ini.



Gambar 8. Massa awal dan massa akhir umbi porang sebelum dan sesudah penjemuran terhadap variasi kecepatan udara.



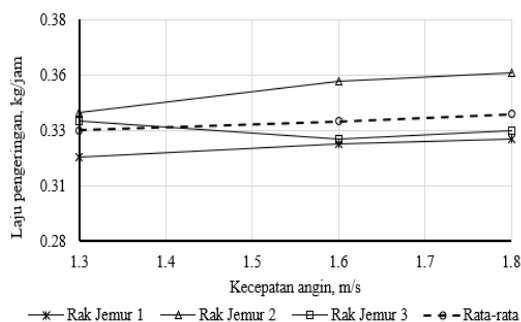
Gambar 9. Kadar air total atau uap air yang dikeluarkan akibat pengeringan umbi porang terhadap terhadap variasi kecepatan.

Beban penjemuran terdistribusi secara merata pada setiap rak jemur dengan beban keseluruhan umbi porang sebesar 8,5 kg/m² pada sembilan rak jemur di dalam rumah pengering. Kecepatan udara di *blower* sangat mempengaruhi penurunan kadar air dalam umbi porang. Kecepatan udara di *exhaust fan* sangat mempengaruhi penurunan kadar air dalam porang. Berdasarkan analisis kadar air basis basah, diperoleh nilai tertinggi penurunan kadar air pada sampel uji dengan kecepatan udara 1,8 m/s hari ke-3 atau sampel V3H3, menghasilkan kadar air total atau uap air yang dikeluarkan sebesar 59,52 %bb dengan

kadar air akhir 10,50 %bb. Sedangkan nilai terendah terjadi pada kecepatan udara 1,3 m/s dengan kadar air total atau uap air yang dikeluarkan sebesar 58,26 %bb dengan kadar air akhir 11,74 %bb.

3. Pengaruh kecepatan terhadap laju pengeringan

Laju pengeringan adalah banyaknya air yang diuapkan per satuan waktu atau perubahan kadar air bahan per satuan waktu. Faktor-faktor yang mempengaruhi pengeringan antara lain temperatur udara, tekanan udara, kelembaban udara dan kecepatan angin. Temperatur udara yang lebih besar dapat mempercepat laju penguapan air di permukaan bahan. Proses pengeringan sangat dipengaruhi oleh perubahan kondisi cuaca. Pada tingkat kelembaban udara lingkungan cukup tinggi, laju penguapan air di permukaan bahan juga menurun karena adanya uap air tambahan dari luar rumah pengering, begitupun sebaliknya. Hasil analisis menunjukkan laju pengeringan tertinggi terjadi pada sampel uji V3H3 (kecepatan 1,8 m/s pada hari ke-3) sebesar 0,3373 kg/jam Sementara nilai terendah laju pengeringan sebesar 0,330 kg/jam terjadi pada sampel uji V1H1 (kecepatan 1,3 m/s).

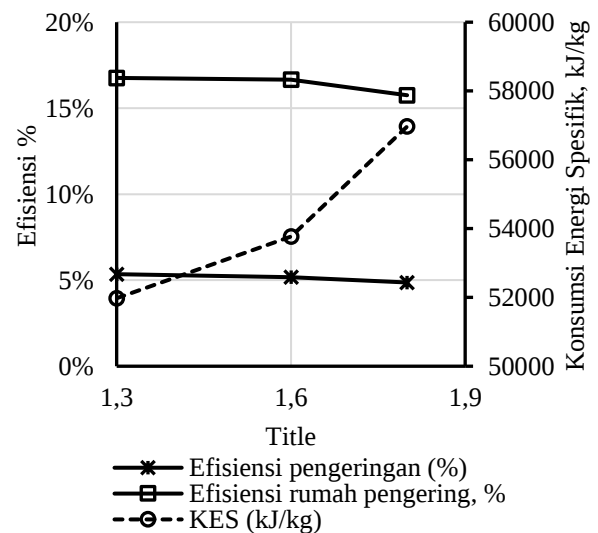


Gambar 10. Pengaruh kecepatan udara terhadap laju pengeringan Umbi porang.

4. Efisiensi dan konsumsi energi spesifik (KES)

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. Analisis perpindahan panas secara konveksi diawali dengan menghitung *Grashof number* (Incropera 2011). Gambar 11 berikut ini adalah hasil analisis efisiensi rumah pengering atau efisiensi termal dan efisiensi pengeringan serta konsumsi energi spesifik pada rumah pengering sistem hibrid. Hasil analisis menunjukkan terjadi penurunan efisiensi atau peningkatan konsumsi energi spesifik terhadap meningkatnya kecepatan.



Gambar 11. Efisiensi dan konsumsi energi spesifik rumah pengering sistem hibrid.

5. Pembahasan

Dalam penelitian ini telah dilakukan analisis terhadap proses pengeringan yang memanfaatkan energi surya atau efek rumah kaca (ERK), jenis rumah pengering menggunakan plastik ultra violet (*UV solar dryer*) dengan mekanisme variasi kecepatan aliran udara masuk pada saluran, (1,3 m/s, 1,6 m/s dan 1,8 m/s) dengan udara keluar rumah pengering 1,0 m/s (konstan).

Kadar air akhir umbi porang setelah pengeringan selama tiga hari untuk tiap variasi kecepatan udara diperoleh nilai terendah 10,50 %bb. dengan laju pengeringan tertinggi 0,3373 kg/jam dari asumsi kadar air awal 70 %bb, yakni terjadi pada variasi kecepatan udara masuk 1,8 m/s (V3). Sedangkan pada kecepatan angin 1,6 m/s (V2), dan 1,3 m/s (V1), kadar air

akhirnya masih memenuhi standar yaitu 11,74 %bb dan 11,07%bb dengan laju pengeringan terendah, yaitu 0,330 kg/jam. (V1).

Hubungan efisiensi pengeringan terhadap variasi kecepatan udara menunjukkan tren yang berbeda dengan laju pengeringan. Efisiensi pengeringan selama tiga hari pengujian untuk setiap variasi kecepatan udara menunjukkan nilai tertinggi pada hari ke-1 (H1) dengan kecepatan 1,3 m/s (V1) dengan efisiensi rata-rata tertinggi sebesar 16,76 %.

Sedangkan konsumsi energi spesifik (KES) tertinggi secara rata-rata diperoleh pada kecepatan udara 1,8 m/s (V3), sedangkan pada kecepatan 1,6 m/s (V2) dan 1,8 m/s (V3) juga memiliki nilai konsumsi energi spesifik (KES) yang cenderung tidak jauh berbeda. Jika dikaitkan antara distribusi temperatur maupun kelembaban udara dalam rumah pengering dengan laju pengeringan, konsumsi energi spesifik (KES), dan efisiensi pengeringan, maka terdapat perbedaan antar variabel tersebut.

Hal di atas menunjukkan hasil perbandingan terbalik antara Konsumsi energi spesifik dan efisiensi, namun berbanding lurus dengan laju pengeringan. Dimana nilai laju pengeringan tinggi dengan konsumsi energi spesifik tinggi namun efisiensi rendah. hal ini menunjukkan bahwa Semakin rendah energi yang dibutuhkan untuk mengeringkan tiap kg bahan maka efisiensinya semakin tinggi, begitupun sebaliknya semakin besar energi yang dibutuhkan untuk mengeringkan tiap kg bahan maka efisiensinya semakin rendah.

Mekanisme pengaturan kecepatan aliran masuk pada blower saluran udara dan kecepatan udara keluar rumah pengering yang sesuai melalui *exhaust fan* sangat memberikan kontribusi distribusi temperatur udara di dalam rumah pengering menjadi seragam. Temperatur udara dalam rumah pengering yang tinggi terjadi pada proses pengeringan dengan beban di kecepatan aliran udara saluran masuk tinggi dan udara keluar rendah. Hal tersebut terjadi karena adanya alat bantu berupa *exhaust fan*

yang berfungsi bukan hanya sekedar dapat menurunkan kadar air tetapi juga dapat mensekarkan temperatur dan kelembaban udara di dalam rumah pengering.

Tapi dalam kasus ini, kecepatan aliran yang divariasikan itu aliran melalui saluran masuk, dimana panas yang masuk disirkulasikan didalam saluran atau trowongan udara panas dengan temperatur tinggi yang berakibat pada kecepatan pendistribusian temperatur di dalam rumah pengering. Sedangkan kecepatan aliran udara keluar pada *exhaust fan*, bernilai tetap (konstan).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa cuaca lingkungan sangat berpengaruh terhadap proses pengeringan umbi porang dengan mekanisme pengaturan kecepatan aliran udara masuk dan keluar menggunakan alat pengering tipe ERK. Cuaca lingkungan yang mendung mengandung kelembaban tinggi akan ikut meningkatkan kelembaban di dalam rumah pengering melalui kandungan uap air yang terdapat di udara yang masuk melalui saluran udara masuk, namun dengan adanya saluran udara panas dengan tungku biomassa guna meminimalisir terjadinya penurunan temperatur pada saluran udara masuk sehingga udara yang masuk pada rumah pengering sudah bertemperatur tinggi. Hal ini terlihat dari hasil pengujian pada kecepatan udara 1,3 m/s, 1,6 m/s dan 1.8 m/s masing-masing menunjukkan perbedaan nilai efisiensi pengeringan maupun KES yang memiliki selisih nilai tidak jauh berbeda.

Oleh karena itu, perlu diperhatikan faktor cuaca serta panas tungku saat proses pengeringan umbi porang agar kualitas umbi tetap terjaga. Hal ini terlihat dari hasil pengujian yang menunjukkan hasil visual umbi porang yang agak kekuning-kuningan ketika terkontaminasi cuaca lingkungan yang selalu berubah-ubah dari cerah menjadi mendung dan sebaliknya.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka ditarik kesimpulan bahwa mekanisme pengaturan kecepatan aliran masuk pada blower saluran udara dan kecepatan udara keluar rumah pengering yang sesuai melalui *exhaust fan* cukup memberikan kontribusi distribusi temperatur udara di dalam rumah pengering menjadi seragam.

Efisiensi pengeringan terhadap variasi kecepatan aliran udara panas ke dalam saluran udara panas dari tungku biomassa menunjukkan nilai tertinggi pada kecepatan 1,3 m/s sebesar 16,76 % dengan konsumsi energi spesifik (KES) terendah sebesar 51975,7 kJ/kg.

Kadar air akhir umbi porang setelah pengeringan selama tiga hari untuk tiap variasi kecepatan udara diperoleh nilai terendah 10,50 %bb dengan laju pengeringan tertinggi 0,3373 kg/jam dari asumsi kadar air awal 70 %bb, yakni terjadi pada variasi kecepatan udara masuk 1,3 m/s. Sedangkan pada kecepatan udara masuk 1,6 m/s, 1,8 m/s juga memiliki nilai akhir kadar air mencapai standar yaitu dibawah 12%.

Referensi

- [1] M. Tahir, "Desain dan Uji Sistem Pengeringan Serta Karakterisasi Pengeringan Komoditas Unggulan Daerah Gorontalo," *Hibah Pekerti (DP2M)*, vol. 2, no. 1026, 2015.
- [2] R. Nur and M. A. Al Banjari, "Efektifitas alat pengering tipe box gabah padi (*Oryza Sativa* L.) terhadap tingkat kadar air," *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 9, no. 1, pp. 18–24, 2020, doi: 10.24127/trb.v9i1.1069.
- [3] Z. A. Aziz and M. Anggara, "Analisis kinerja variasi jenis dan ketebalan isolator pada dinding ruang mesin pengering kemiri," *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 11, no. 1, pp. 71–80, 2022, doi: 10.24127/trb.v11i1.1921.
- [4] M. Tahir, R. Kasim, and Y. Bait, "Uji performansi desain terintegrasi tungku biomassa dan penukar panas," *agriTECH*, vol. 33, no. 2, 2013.
- [5] C. Soolany and D. O. P. Aji, "Uji Performansi Tungku Drum Kiln untuk Proses Pembuatan Arang dari Kulit Buah Durian sebagai Alternatif Energi," *JTI-UNUGHA (Jurnal Teknol. Ind.)*, vol. 2, no. 2, 2020.
- [6] N. Cahyo, M. Triani, R. Sitanggang, and E. Supriyanto, "Simulasi Karakteristik Co-Firing Sekam Padi pada PLTU Batubara Pulverized Coal Kapasitas 400 MWe," *Rotasi*, vol. 24, no. 2, pp. 43–54, 2022.
- [7] I. A. Aditya, F. N. Haryadi, and I. Haryani, "Analisis Pengujian Co-Firing Biomassa Cangkang Kelapa Sawit Pada PLTU Circulating Fluidized Bed (CFB) Sebagai Upaya Bauran Energi Terbarukan," *Rotasi*, vol. 24, no. 2, pp. 61–66, 2022.
- [8] A. Kamaruddin *et al.*, "Energi dan listrik pertanian," *Bogor Acad. Dev. Grad. Program, IPB*, 1995.
- [9] G. Mulyono, "Kajian Ergonomi Pada Tungku Masak Dapur Tradisional Masyarakat Desa Sukorejo Kediri." Petra Christian University, 2009.
- [10] L. Najib and S. Darsopuspito, "Karakterisasi proses gasifikasi biomassa tempurung kelapa sistem downdraft kontinyu dengan variasi perbandingan udara-bahan bakar (AFR) dan ukuran biomassa," *J. Tek. ITS*, vol. 1, no. 1, pp. B187–B190, 2012.
- [11] S. Budi, V. A. Koehuan, and N. Nurhayati, "Studi Eksperimental Rumah Pengering Kopi Menggunakan Plastik Ultra Violet (Uv Solar Dryer) Dengan Mekanisme Konveksi Alami," *LONTAR J. Tek. Mesin Undana*, vol. 7, no. 02, pp. 38–44, 2020.
- [12] V. A. Koehuan, K. Y. Goab, and M. Jafri, "Pengujian Rumah Pengering Daun Kelor dengan Efek Rumah Kaca (Solar Dryer) Melalui Variasi Kecepatan Udara," *JMPM (Jurnal*

- Mater. dan Proses Manufaktur*), vol. 5, no. 2, pp. 68–81, 2021.
- [13] J. P. Holman, “Perpindahan kalor edisi ke enam, alih bahasa, Ir,” *E. Jasfi M. Sc. Lemigas Erlangga*, 1997.
 - [14] P. Padusung, F. Fahrudin, M. Mahrup, I. gede M. Kusnarta, and S. Soemeinaboedhy, “Meningkatkan Kesejahteraan Petani Hutan Melalui Integrasi Tanaman Porang (*Amorphophallus onchophyllus*) Dengan Vegetasi Tegakan di Kawasan Rinjani Lombok,” in *PROSIDING SEMINAR NASIONAL PERTANIAN*, 2020, vol. 1, no. 1, pp. 43–56, [Online]. Available: <http://journal.ummat.ac.id/index.php/SEMNASPUMMAT/article/view/3239>.
 - [15] A. M. Pratoto et al., 2010 dalam Ahmad, “Designing and Performance Test of Ceramic Furnace Spiral Tube with Solid Fuel,” *J. Teknol. Pertan.*, vol. 12, no. 3, 2012.