

ANALISIS PEMANFAATAN ENERGI PANAS PADA PENGERINGAN BAWANG MERAH (*Allium ascalonicum* L.) DENGAN MENGGUNAKAN ALAT PENGERING EFEK RUMAH KACA (ERK)

*Analysis of Heat Energy Utilization in Onion (*Allium ascalonicum*, L.) Drying using Green Houses Gasses (GHG) Dryer*

Zamharir¹, Sukmawaty^{1,*}, Asih Priyati¹

¹Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri
Universitas Mataram
Email^{*}: sukumawaty14@yahoo.com

Diterima: 5 Juli 2016
Disetujui: 10 Agustus 2016

ABSTRACT

*Onion (*Allium ascalonicum*, L.) is one horticulture commodity that is widely cultivated by Indonesian society. There are many benefits that can be drawn from the onion and high economic value of these vegetables make farmers in various regions interested to cultivate them to earn huge profits. Purpose of this study was to analyze the needs of heat energy in the drying process of onions. Method used in this research was experimental methods by using Greenhouse Gasses (GHG) dryer for drying onion. This dryer utilizes solar energy as the only source of heat to raise temperature of the material in the drying process. On the first experimental stage (without materials) the highest temperature inside the dryer was 52°C and the lowest was 27°C, while the maximum temperature in the environment was 34°C and the minimum was 25°C. The average temperature difference between the dryer and the environment was 14°C with average solar radiation of 445 W/m². On the experiment using materials, the average temperature of the dryer during 4 days, the lowest was 37.75°C and the highest was 51.75°C; whereas the lowest and the highest environment temperature respectively was 25.8°C and 37.0°C. The average light intensity was 545 W/m², with average total amount of solar energy received was 2,227,262.7 kJ and the average drying efficiency was 39.9%.*

Keywords: *Greenhouse Gasses (GHG) dryer, onion, energy, distribution of temperature*

ABSTRAK

Bawang Merah (*Allium ascalonicum*, L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang banyak dibudidayakan masyarakat Indonesia. Banyaknya manfaat yang dapat diambil dari bawang merah dan tingginya nilai ekonomi yang dimiliki sayuran ini membuat para petani di berbagai daerah tertarik membudidayakannya untuk mendapatkan keuntungan besar. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis kebutuhan energi panas pada proses pengeringan bawang merah. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimental, yaitu melakukan percobaan terhadap alat pengering bawang merah Efek Rumah Kaca (ERK). Alat pengering ini merupakan alat pengering yang memanfaatkan energi matahari sebagai satu-satunya sumber panas untuk menaikkan suhu bahan pada proses pengeringan. Pada pengujian alat tahap pertama (tanpa bahan) suhu tertinggi pada alat pengering yaitu 52°C dan suhu terendah 27°C, sedangkan suhu tertinggi pada lingkungan, yaitu 34°C dan terendah 25°C. Selisih suhu udara alat pengering dengan lingkungan rata-rata 14°C dengan radiasi surya rata-rata 445 W/m². Adapun pada pengujian menggunakan bahan, suhu rata-rata alat pengering selama 4 hari, yaitu suhu terendahnya 37,75°C, suhu tertinggi 51,75°C; sedangkan suhu terendah dan tertinggi lingkungan berturut-turut 25,8°C dan 37,0°C. Intensitas cahaya rata-rata 545 W/m², jumlah energi matahari total yang di terima rata-rata 2.227.262,7 kJ dengan efisiensi rata-rata pengeringan 39,9%.

Kata kunci: Alat Pengering Efek Rumah Kaca (ERK), bawang merah, energi, sebaran suhu

PENDAHULUAN

Sebagai negara agraris, Indonesia memiliki beragam jenis hasil bumi yang berpotensi besar untuk dijadikan sebagai ladang usaha. Salah satu komoditas hortikultura yang banyak dibudidayakan masyarakat Indonesia adalah bawang merah (*Allium ascalonicum L.*). Banyaknya manfaat yang dapat diambil dari bawang merah dan tingginya nilai ekonomi yang dimiliki sayuran ini membuat para petani di berbagai daerah tertarik membudidayakannya untuk mendapatkan keuntungan besar dari potensi bisnis tersebut.

Di Provinsi NTB daerah penghasil bawang merah biasanya paling besar terdapat di Kabupaten Bima, Kabupaten Sumbawa, Dompu, Lombok Utara dan Lombok Timur. Data Badan Pusat Statistik (BPS) NTB mencatat produksi bawang merah di Provinsi ini pada Produksi bawang merah tahun 2014 sebesar 117,51 ribu ton, mengalami peningkatan sebanyak 15,88 ribu ton (13,52 persen) dibandingkan pada tahun 2013. Peningkatan produksi terjadi di Pulau Sumbawa sebesar 14,72 ribu ton atau sebesar 13,57 persen sedangkan di Pulau Lombok mengalami penurunan sebesar 1,17 ribu ton atau sebesar 12,88 persen. Persentase produksi bawang merah Nusa Tenggara Barat tahun 2014 menurut wilayah Pulau Lombok dan Pulau Sumbawa masing-masing sebesar 7,77 persen dan 92,23 persen. Produksi dan luas panen tertinggi di Pulau Lombok dicapai pada tahun 2012, dimana produksi mencapai 9,83 ribu ton dan luas panen mencapai 1,36 ribu hektar. Sementara produktivitas tertinggi untuk Pulau Lombok yaitu sebesar 7,52 ton per hektar, sedangkan Pulau Sumbawa sebesar 11,39 ton per hektar dicapai pada tahun 2013 (Anonim, 2015).

Pada waktu penjemuran, umumnya bawang merah dengan daunnya diikat dan dibolak-balik agar umbi bertambah besar (Asgar, dkk., 1992). Pembesaran umbi dimungkinkan karena proses fotosintesis masih berlangsung selama daun masih berwarna hijau. Walaupun dianggap kering, kadar air umbi relatif tinggi, yakni 65% (Hastuti, 1999). Padahal bawang merah yang dikering anginkan masih mengandung air 65-70%. Akibatnya, umbi mudah rusak dan

tumbuh tunas terutama bila udara lembab (Asgar, dkk., 1992). Untuk menangani masalah ini perlu adanya cara untuk mempertahankan kualitas maupun kuantitas dengan cara pengawetan. Pengawetan umbi bawang merah yang biasa dilakukan adalah dengan pengeringan (Lesmana, 2001).

Menurut Henderson dan Perry (1976), pengeringan adalah proses pengeluaran air dari suatu bahan pertanian menuju kadar air kesetimbangan dengan udara sekeliling atau pada tingkat kadar air dimana mutu bahan pertanian dapat dijaga dari serangan jamur, aktivitas serangga dan enzim. Pengeringan dapat dilakukan dengan dua cara yaitu pengeringan dengan sinar matahari (*sun drying*) dan pengeringan dengan buatan (*artificial drying*) (Fatonah, 2000).

Biasanya cara pengeringan yang dilakukan oleh para petani yaitu dengan menggunakan sinar matahari (*sun drying*) atau yang disebut dengan pengeringan tradisional. Pengeringan tradisional dapat menggunakan panas dari matahari untuk mengeringkan bawang merah. Namun dengan cuaca dan iklim Indonesia saat ini dimana hujan tidak menentu, menjadikan pengeringan dengan metode ini kurang efektif. Selain itu, sinar matahari langsung menurunkan kualitas dari komoditas yang dikeringkan. Sinar atau cahaya dapat merusak kandungan vitamin dan warna bahan. Selama ini teknik pengeringan yang dilakukan petani adalah penjemuran di bawah sinar matahari yang membutuhkan waktu antara 7-9 hari.

Pengeringan dengan teknik ini tentunya sangat tergantung dengan kondisi cuaca saat penjemuran. Saat cuaca cerah penjemuran dapat berlangsung dengan baik, tetapi sebaliknya saat cuaca mendung atau bahkan hujan, penjemuran sama sekali tidak dapat dilakukan sehingga umbi bawang merah menjadi cepat busuk (Catur, 1991).

Pengeringan dengan cara tradisional ini akan memberikan kerugian yang besar bagi petani bawang merah karena kondisi cuaca yang tidak stabil. Dengan permasalahan yang dihadapi saat ini, maka diperlukan sebuah alat pengering yang dapat mengeringkan bawang merah dengan harga murah dan dapat terjangkau oleh para petani. Salah satunya yaitu menggunakan alat pengering tenaga surya Efek Rumah Kaca (ERK). Pengering

efek rumah kaca (ERK) adalah alat pengering berenergi surya yang memanfaatkan energi surya yang terjadi karena adanya penutup transparan pada dinding bangunan (Fekawati, 2010).

Salah satu faktor yang sangat penting disini adalah pemanfaatan energi panas matahari yang digunakan dalam proses pengeringan tersebut. Dengan mengetahui pemanfaatan energi panas yang dihasilkan pada alat pengering tersebut kita dapat memaksimalkan proses pengeringan. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian tentang analisis pemanfaatan energi panas pada pengeringan bawang merah (*Allium ascalonicum L.*) dengan menggunakan alat Pengering Efek Rumah Kaca (ERK).

Tujuan dari penelitian ini adalah yaitu mengamati sebaran suhu pada alat pengering, menghitung jumlah total kebutuhan energi pengeringan, menghitung efisiensi pengeringan, mempelajari pemanfaatan energi panas pada proses pengeringan bawang merah menggunakan alat pengering *Efek Rumah Kaca (ERK)*.

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu untuk memberikan informasi dan referensi dalam melakukan proses pengeringan bawang merah terutama untuk para petani bawang merah untuk menggunakan pengering Efek Rumah Kaca (*ERK*) sehingga menghasilkan mutu produk akhir (kering) dan sebagai referensi bagi para peneliti untuk mengembangkan alat pengering tenaga surya lainnya, sehingga dapat dimanfaatkan oleh masyarakat petani bawang sebagai alternatif pengeringan terbaru.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus-November 2015, mulai dari pukul 08:00 sampai 17:00 WITA di laboratorium Daya dan Mesin Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri Universitas Mataram.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: satu alat pengering Efek Rumah Kaca (ERK), termodigital tipe ebro/EBI TIB-400 untuk membaca suhu dari *Thermokopel* tipe-K dengan kisaran suhu 0-800°C, yang dihubungkan dengan alat, tali untuk mengikat bawang yang dikeringkan, timbangan digital untuk menentukan massa (bawang), termometer bola kering dan bola basah untuk menghitung RH, anemometer tipe

GM816 untuk mengukur kecepatan angin, *Light meter* untuk menghitung iradiasi harian matahari.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bawang merah yang baru dipanen dalam bentuk ikatan dengan kadar air berkisar 87-90%.

Parameter yang diukur dalam penelitian pengeringan, massa bahan (kg, massa bahan yang ditimbang dalam penelitian ini yaitu sebesar 5 kg, dengan dibagi menjadi beberapa ikatan dengan berat satu ikatan 0,250 kg), suhu (°C), kelembaban udara (%RH).

1. Kadar air bahan (%bb dan %bk)

Pada perhitungan kadar air bahan selama proses pengeringan digunakan persamaan (Fekawati, 2010) sebagai berikut:

$$Ka (\%bb) = \frac{m_i}{m_i+m_r} \times 100\% \dots\dots\dots 1)$$

$$Ka (\%bk) = \frac{m_i}{m_r} \times 100\% \dots\dots\dots 2)$$

2. Iradiasi surya (*Ih*)

Pengukuran iradiasi surya menggunakan alat *lightmeter*, dengan cara diukur langsung di dekat alat pengering, yaitu di tempat yang terkena sinar matahari secara langsung. Total iradiasi surya harian (*Ih*) dihitung secara matematis dengan menggunakan metode Simpson (Purcell & Vanberg, 1992).

$$Ih = \frac{\Delta t}{3} [I_i + 4\sum I_{t_{gl}} + 2\sum I_{t_{gf}} + I_f] \dots\dots\dots 3)$$

3. Kebutuhan energi yang digunakan dalam proses pengeringan, energi surya yang diterima oleh alat model pengering (ERK) (Fekawati, 2010)

$$Q_1 = 3,6.I_R A_P(\tau\alpha).t \dots\dots\dots 4)$$

4. Panas yang digunakan untuk menguapkan air produk dengan persamaan Siebel (Heldman & Singh, 1984)

$$Q_3 = m_u \times h_{fg} \dots\dots\dots 5)$$

$$M_u = m_0 \cdot \left(\frac{M_0 - M_f}{100 - M_f} \right) \dots\dots\dots 6)$$

$$H_{fg} = 2502 - 2,3775 T \dots\dots\dots 7)$$

5. Panas yang diterima udara model pengering

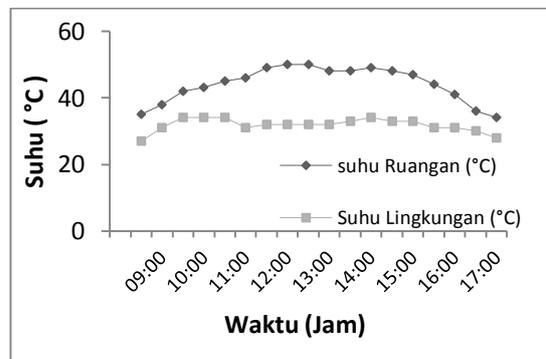
$$Q_3 = m_{ud} \cdot C_{ud} \cdot (T_R - T_I) \cdot 3600t \dots\dots\dots 8)$$

6. Kehilangan panas pada dinding transparan.
 $Q_{l4} = A_d \cdot U_d \cdot (T_R - T_a)$ 9)
7. Panas yang digunakan untuk menaikkan suhu produk
 $Q_2 = m_0 \cdot C_p \cdot (T_2 - T_1)$ 10)
 $C_p = 0,837 + 0,034 \cdot M_0$ 11)
8. Efisiensi sistem pengeringan
 $\eta = \frac{Q_t}{Q_T} \times 100\%$ 12)

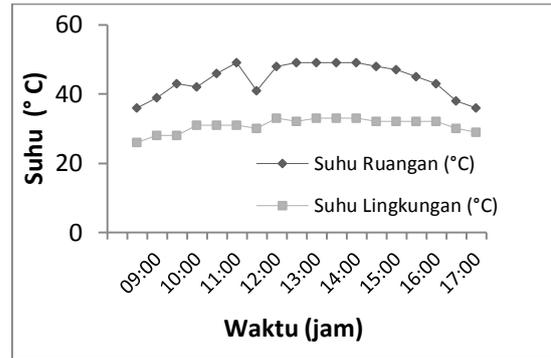
Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Analisis data yang dilakukan dengan pendekatan matematis untuk menyelesaikan model perhitungan matematik yang diolah dengan program komputer *Microsoft Exel*.

Pengujian Tahap Awal (Tanpa Bahan)

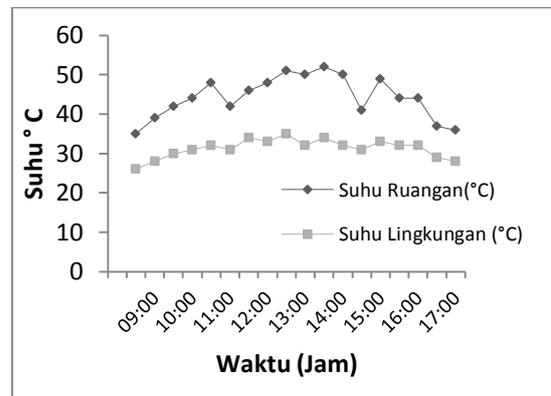
Sebelum memulai penelitian mengeringkan bawang merah menggunakan alat pengering *ERK* pada tahap awal ini dilakukan percobaan selama 3 hari berturut-turut untuk mengetahui perbedaan suhu ruang pengering dan lingkungan. Adapun hasilnya dapat dilihat pada gambar Gambar 1, 2, 3 berikut:



Gambar 1. Grafik perubahan suhu udara alat pengering dalam keadaan tanpa bahan (Percobaan hari 1)



Gambar 2. Grafik perubahan suhu udara alat pengering dalam keadaan tanpa bahan (Percobaan hari ke 2)

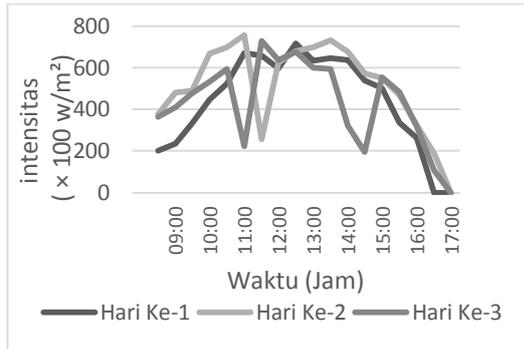


Gambar 3. Grafik perubahan suhu udara alat pengering dalam keadaan tanpa bahan (Percobaan hari ke 3)

Tabel 1. Suhu udara pada alat pengering (ERK) pengujian tanpa bahan

Parameter	Hari		
	1	2	3
T. Ruang pengering (°C)	34-50	27-49	35-52
T. Lingkungan (°C)	27-34	25-33	26-34

Perubahan intensitas cahaya matahari merupakan salah satu faktor penting dalam proses perubahan suhu pengeringan, semakin tinggi intensitas cahaya matahari semakin tinggi pula suhu dalam ruang pengering.



Gambar 4. Intensitas matahari

Dilihat dari Gambar 4, fluktuasi pada perubahan intensitas cahaya matahari sangat bervariasi dari hari pertama sampai hari ke tiga. Hal ini dapat kita lihat pada hari pertama peningkatan terjadi pada jam 12:30 yaitu sebesar 716 W/m², pada hari ke dua terjadi penurunan karena mendung pada pukul 11:30 sebesar 225 W/m², yang sebelumnya naik pada pukul 11:00 sebesar 756 W/m², dan pada hari ke tiga intensitas paling tinggi terjadi pada pukul 12:00 sebesar 675 W/m², kemudian turun disebabkan cuaca mendung pada pukul 14:00 sebesar 194 W/m².

Rata-rata intensitas penyinaran matahari paling tinggi terjadi pada tengah hari, hal ini disebabkan karena posisi matahari berada pada posisi tegak lurus dengan benda yang ada di bumi, penurunan dan peningkatannya terjadi secara perlahan-lahan. Selain disebabkan oleh intensitas matahari, perubahan suhu ruang pengering juga disebabkan oleh kelembaban udara (RH), baik itu lingkungan maupun alat pengering. Suhu lingkungan yang tinggi dengan intensitas matahari tinggi akan menyebabkan kelembaban udara pada lingkungan akan menjadi kecil dan udara yang masuk kurang lembab begitu juga sebaliknya, dengan meningkatnya suhu udara lingkungan kelembaban udara yang akan masuk ke ruang pengering akan menjadi kecil yang menyebabkan suhu udara meningkat sampai dengan menurunnya intensitas cahaya matahari.

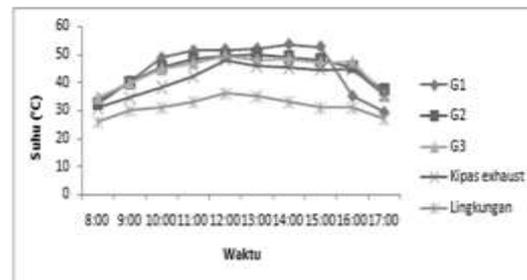
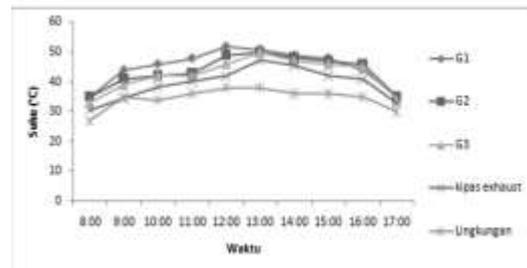
Tabel 2. Nilai rata-rata suhu ruang pengering, lingkungan, RH (Lingkungan & Alat pengering) dan Intensitas cahaya matahari

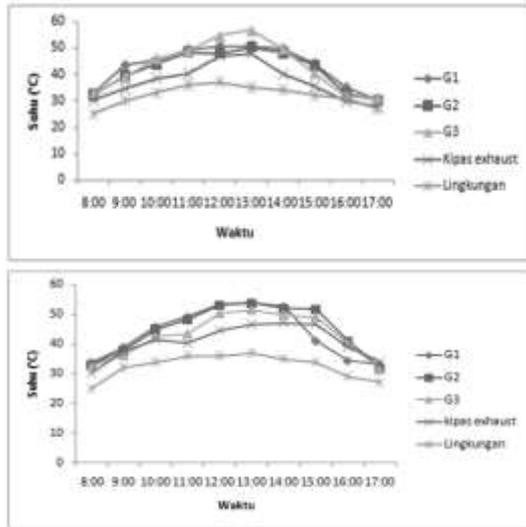
Tabel 3. Nilai rata-rata suhu ruang pengering, lingkungan, RH (Lingkungan & Alat pengering) dan Intensitas cahaya matahari

Hari	Parameter				
	Suhu Alat (°C)	Suhu Lingkungan (°C)	RH Alat (%)	RH Lingkungan (%)	Intensitas Cahaya (W/m ²)
1	44,1	30,7	71	86,2	440
2	44,2	30,8	72,1	87,9	513
3	44,3	31,2	71,8	85,8	433

Suhu Ruang pengering (ERK) dan Sebarannya

Suhu udara pada alat pengering berasal dari suhu udara lingkungan yang masuk melalui dinding transparan, yang dipantulkan dan diserap serta sisanya diteruskan ke dalam bangunan, kemudian mengubahnya menjadi energi gelombang panjang (Abdullah, 1995). Energi gelombang panjang inilah yang dapat memancarkan panas yang dapat memanaskan udara di dalam alat pengering secara terus menerus. Pada percobaan menggunakan bahan, alat pengering dibuatkan tempat penggantungan bawang sebanyak 3 tingkatan, masing-masing tingkatan terdiri dari 2 buah kayu gelantang (G), tingkatan atas (G1) tengah (G2) dan bawah (G3). Sebaran suhu dalam alat pengering dapat dilihat pada Gambar 5.





Gambar 5. Sebaran suhu dalam ruang pengering

Berdasarkan Gambar 5, terlihat jelas bahwa perbedaan suhu alat dan lingkungan sangat jauh berbeda hal ini dapat kita lihat dari hari pertama sampai hari ke empat dengan suhu rata-rata alat pengering selama 4 hari yaitu suhu terendahnya $37,75^{\circ}\text{C}$, suhu tertinggi $51,75^{\circ}\text{C}$ dan suhu pada lingkungan suhu terendahnya $25,8^{\circ}\text{C}$ dengan suhu tertinggi $37,0^{\circ}\text{C}$. Perbedaan suhu antara ruang pengering dan lingkungan dimana suhu alat pengering selalu lebih tinggi dibandingkan dengan suhu lingkungan ini disebabkan oleh pantulan dalam bentuk gelombang panjang terperangkap dalam ruangan pengering yang tidak dapat menembus dinding transparan, sehingga terjadi peningkatan suhu di dalam ruang pengering (Fekawati, 2010). Dengan suhu yang tinggi pada ruang akan menyebabkan proses pengeringan akan mengalami peningkatan hal ini karena semakin tinggi suhu alat pengering maka semakin cepat pula penguapan air bahan yang terdapat pada bahan yang dikeringkan sehingga proses pengeringan dapat berjalan dengan baik. Adapun rentang suhu yang ada pada alat pengering dan lingkungan dapat dilihat pada Tabel 3.

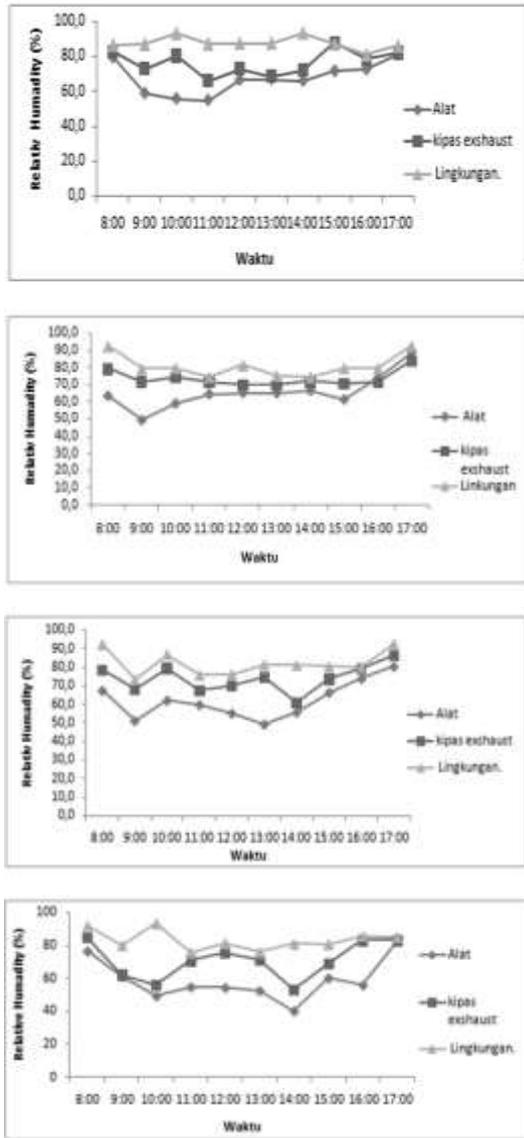
Tabel 3. Rentang suhu pada alat pengering

Hari	T. Ruang Pengering ($^{\circ}\text{C}$)		T. Exhaust ($^{\circ}\text{C}$)		T. Lingkungan ($^{\circ}\text{C}$)		Intensitas Rata-rata Matahari (W/m^2)
	min	max	min	max	min	max	
1	33	51	30	47	27	38	545,7
2	29	53	31	48	26	36	522,9
3	30	50	28	49	25	37	501,5
4	31	53	30	47	25	37	465,3

Dari Tabel 3 dapat diketahui perbedaan suhu udara pengering dan lingkungan menunjukkan bahwa dalam proses pengeringan bangunan pengering memiliki kecenderungan suhu udara pada alat pengering akan mengalami peningkatan apabila terjadi pemanasan udara, hal ini disebabkan karena kecenderungan panas matahari mengalir dari lingkungan menuju sistem pengering dengan menangkap panas matahari sebagian besar dan dipantulkan sebagian kecil (Widyastuti, 1993). Hal ini dapat berlangsung dengan baik apabila disertai oleh tingkat intensitas cahaya matahari yang optimal. Rata-rata radiasi surya yang diterima model alat pengering dalam proses pengeringan ini adalah $508,85 \text{ W}/\text{m}^2$, dengan kondisi cuaca selama pengeringan cerah dan mendung.

RH Alat pengering dan Lingkungan

Kelembaban (RH) udara pada alat pengering dan lingkungan dihitung dengan menggunakan aplikasi *Psychrometric Chart* dengan mengukur terlebih dahulu parameter suhu bola kering dan suhu bola basah yang ada pada alat pengering dan lingkungan. Selama proses pengeringan kelembaban (RH) akan mengalami fluktuasi seiring dengan fluktuasi yang terjadi pada besar kecilnya intensitas cahaya matahari, sehingga berpengaruh terhadap suhu udara sehingga suhu udara juga dapat mempengaruhi besar kecilnya kelembaban (Fekawati, 2010). Profil kelembaban (RH) pada alat pengering, kipas *exhaust* dan lingkungan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Profil RH pada alat pengering

Dari Gambar 6 dapat dilihat proses pengeringan mulai dari hari pertama sampai hari ke empat dapat diketahui bahwa RH ruang pengering rata-rata lebih rendah dibandingkan dengan RH lingkungan dan kipas *exhaust*, hal ini disebabkan karena peningkatan suhu udara yang berada di dalam alat pengering lebih tinggi dibandingkan dengan suhu udara lingkungan, semakin tinggi suhu udara pengering semakin rendah pula RH alat tersebut, demikian pula sebaliknya dengan mengabaikan faktor yang lain. Begitu juga dengan kipas *exhaust* (pembuang), RH nya lebih tinggi dibandingkan pada alat pengering hal ini disebabkan karena udara yang keluar melalui kipas *exhaust* tersebut membawa uap air bahan menuju lingkungan sehingga kelembaban disekitar kipas lebih tinggi dibandingkan dengan ruangan. Besarnya

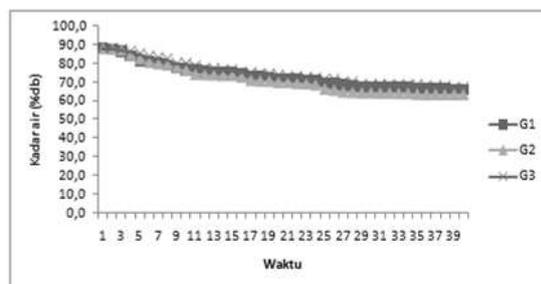
kelembaban pada lingkungan disebabkan karena suhu udara yang relatif rendah dibandingkan dengan suhu udara dalam ruang pengering.

Nilai total rata-rata kelembaban alat pengering 63,4% lebih kecil dibandingkan dengan nilai kelembaban kipas *exhaust* 73,6% dan kelembaban lingkungan 83,05%, sehingga kemampuan udara panas dalam menguapkan air bahan dalam ruang pengering lebih besar. Ketika RH pada alat pengering rendah dibandingkan dengan RH lingkungan maka akan mengakibatkan laju pengeringan semakin tinggi hal ini karena suhu pada alat semakin besar.

Perubahan kadar air (db %)

Perubahan kadar air pada bahan yang dikeringkan dipengaruhi oleh keadaan suhu di dalam ruang pengering, semakin tinggi suhu yang dihasilkan oleh ruang pengering, semakin tinggi pula penguapan kadar air bahan sehingga kadar air pada bahan menjadi berkurang.

Waktu pengeringan juga akan berpengaruh terhadap penurunan kadar air bahan yang dikeringkan, semakin lama waktu pengeringan maka suhu yang ada di dalam ruang pengering semakin meningkat. Untuk mengetahui hubungan waktu dengan penurunan kadar air bahan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Kadar air selama pengeringan

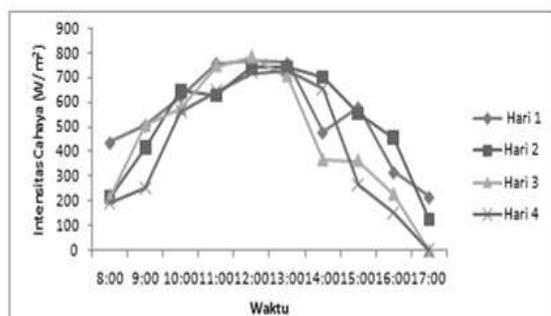
Gambar 7 menunjukkan hubungan antara penurunan kadar air bahan selama proses pengeringan terhadap waktu. Pengeringan bawang merah ini berlangsung selama 4 hari berturut-turut dengan bahan yang sama dengan kisaran kadar air bahan 80%-90%, dengan berat masing-masing sampel 0,250 kg. Setelah dikeringkan massanya mengalami perubahan atau penyusutan sekitar 25,7% sehingga berat akhir bahan menjadi 0,187 kg, dengan kadar air akhir sekitar 66,06%. Pengeringan dihentikan

setelah mencapai kadar air penyimpanan bawang, hal ini sesuai dengan pendapat Hall (1980). Proses pengeringan bawang merah ketika dikeringkan untuk penyimpanan proses pengeringan di hentikan jika beratnya menyusut 15%-20%.

Kebutuhan Energi Pengering dan Efisiensinya Energi Surya

Penggunaan energi surya dalam sistem pengeringan alami sangat penting sekali karena satu-satunya sumber yang digunakan sebagai energi pengeringan. Energi yang digunakan dalam proses pengeringan ini ada dua macam yang pertama energi listrik dan energi matahari. Energi listrik hanya digunakan untuk menggerakkan kipas *Exhaust* (pembuang) untuk mengeluarkan uap bahan yang ada di dalam alat pengering menuju lingkungan sehingga dapat mengurangi kelembaban yang tinggi.

Energi surya yang digunakan pada alat ini berfungsi untuk mengeringkan bahan dengan cara menaikkan suhu yang ada pada alat. Besarnya energi surya yang masuk pada alat pengering tergantung pada lamanya penyinaran matahari dan keadaan cuaca lingkungan selama proses pengeringan berlangsung. Pada pengukuran intensitas cahaya matahari dilakukan dengan bantuan alat ukur berupa Lux meter yang diukur mulai pukul 08:00 WITA sampai dengan pukul 17:00 WITA. Intensitas cahaya matahari yang diterima model alat pengering selama proses pengeringan dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Kondisi intensitas cahaya matahari selama pengeringan

Dari grafik pada Gambar 8 dapat dilihat nilai intensitas cahaya tertinggi yang diperoleh selama proses pengeringan mulai dari hari (I-IV), yaitu: 770 W/m², 741 W/m², 787 dan 733 W/m², dengan rata-rata intensitas

matahari per hari, yaitu 508,9 W/m², dengan lamanya penyinaran selama 10 jam/hari. Rata-rata iradiasi mencapai titik maksimum pada pukul 13.00, karena pada saat ini posisi matahari berada pada posisi tegak lurus dengan bumi. Dan terus menurun sampai mencapai titik 0 W/m² pada sore hari menjelang tenggelamnya matahari.

Rata-rata besarnya iradiasi surya yang diterima oleh model alat pengering bergantung pada lamanya penyinaran dan kondisi cuaca selama proses pengeringan berlangsung (Fekawati, 2010). Hal ini dapat kita lihat fluktuasi intensitas matahari yang berbeda-beda disebabkan karena setiap waktu intensitas cahaya matahari mengalami perubahan pada waktu tertentu. Intensitas cahaya matahari mengalami penurunan secara mendadak hal ini dapat kita lihat pada gambar grafik hari (I dan III) dapat dilihat penurunan intensitas secara tiba-tiba kemudian naik lagi. Hal ini disebabkan karena pada jam pengambilan data terjadi cuaca mendung sehingga pengukuran intensitas cahaya yang didapatkan mengalami penurunan.

Keadaan cuaca pada saat penyinaran berbeda-beda hal ini juga akan berpengaruh intensitas cahaya matahari dan energi yang akan diterima pada model alat pengering. Iradiasi total dan energi yang diterima selama proses pengeringan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Iradiasi total dan energi yang diterima selama proses pengeringan

Hari ke-	Intensitas Matahari (W/m ²)		Rata-rata Intensitas cahaya (W/m ²)	Lamanya Penyinaran (Jam)	IR Tot (W/m ²)	Energi Surya (kJ)
	Min	Max				
1	218	770	545,7	10	4882,0	2363161,4
2	127	741	522,9	10	5068,3	2453357,2
3	0	787	501,5	10	4246,3	2055463,1
4	0	733	465,3	10	4208,3	2037069,0

Kebutuhan energi pada proses pengeringan menggunakan alat pengering efek rumah kaca, berasal dari dua sumber energi, yang pertama energi matahari dan yang kedua energi listrik. Energi matahari digunakan sebagai sumber panas untuk memanaskan udara yang ada di dalam alat pengering. Sedangkan energi listrik hanya digunakan untuk menggerakkan kipas *exhaust* yang fungsinya untuk mensirkulasikan udara

yang ada di dalam alat pengering menuju lingkungan. Sehingga dapat kita lihat secara khusus energi yang paling berperan dalam proses pengeringan bahan adalah energi matahari karena proses pengeringannya tergantung pada ketersediaan matahari setiap waktu. Besarnya radiasi total dan energi yang dihasilkan pada proses pengeringan ini dapat dilihat pada Tabel 5 di atas. Penggunaan energi matahari hampir sekitar 99%, sedangkan penggunaan energi yang lain, seperti energi listrik yang fungsinya hanya untuk menggerakkan kipas *exhaust* sekitar di bawah 0%.

Energi yang Diterima Model Alat Pengering Tipe (ERK)

Sumber energi yang digunakan pada proses pengeringan ini, yaitu energi yang berasal dari iradiasi surya dan listrik. Iradiasi surya merupakan satu-satunya sumber energi termal yang dimanfaatkan sebagai *supply* panas pada alat pengering. Energi listrik digunakan untuk menggerakkan kipas *exhaust*. Energi yang diterima model alat pengering selama proses pengeringan dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 6. Komposisi Energi yang diterima Model alat pengering selama proses pengeringan

Tabel 6. Komposisi Energi yang diterima Model alat pengering selama proses pengeringan

Sumber Energi	Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4
Surva (kJ)	2363161,4	2453357,2	2055463,1	207069,0

Dari Tabel 6, sumber energi terbesar yang diterima oleh model alat pengering berasal dari Iradiasi matahari. Penggunaan energi surya sebagai sumber energi utama pada alat ini sangat penting. Hal ini terlihat dari tidak adanya pemanas tambahan yang digunakan sebagai sumber energi lain, penggunaan energi listrik tidak memiliki pengaruh besar terhadap perubahan suhu pada ruang pengering karena energi yang dihasilkan hanya untuk menggerakkan kipas *exhaust* dimana fungsinya untuk mengeluarkan uap air bahan yang berada pada bangunan pengering selama proses pengeringan berlangsung.

Besarnya energi matahari yang diterima model alat pengering ini dari hari ke

hari semakin berbeda. Hal ini sesuai dengan perbedaan cuaca dan tingkat intensitas cahaya matahari nilainya dapat dilihat pada Tabel 5.

Penggunaan Energi Panas

Sumber energi yang digunakan pada proses pengeringan ini adalah iradiasi surya serta listrik yang digunakan untuk menggerakkan kipas *exhaust*. Iradiasi surya merupakan sumber energi termal yang dimanfaatkan sebagai *supply* panas pada alat pengering. Energi yang diterima selama proses pengeringan dari hari (I-IV) dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Penggunaan energi panas pada alat pengering

Hari	T ₁		Panas yang diterima (Watt)	Kehilangan panas (Watt)	Panas yang dimanfaatkan (Watt)
	Ruang (°C)	Lingk (°C)			
1	43,7	34,5	1261,5	204,6	813,5
2	44,7	31,3	1482,9	298,1	886,7
3	42,6	32,0	1173,0	235,8	973
4	43,7	32,5	1239,4	249,1	937,2

Dari tabel 7 dapat dilihat jumlah rata-rata energi panas yang dapat diserap atau dihasilkan dari alat pengering tersebut berkisar antara 1173,0W-1482,9 W, dengan jumlah kehilangan panas rata-rata 246,9 W tiap harinya. Diduga komponen-komponen penyebab kehilangan panas yang besar ada di bagian dinding (L1), atap (L2), lantai (L3) dan Kipas *Exhaust* (L4). Sehingga perlu analisis pindah panas untuk mengetahui kehilangan panas tersebut.

Hasil analisis ini dapat digunakan untuk melihat bagian alat yang perlu modifikasi untuk mengurangi kehilangan panas tersebut. Hasil analisis pindah panas yang terjadi pada alat pengering ini dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 8. Panas yang hilang pada alat pengering

Hari	Panas yang hilang dari alat (Watt)			
	L1	L2	L3	L4
1	111,0	33,3	24,7	0,2
2	161,6	48,5	35,9	0,3
3	127,8	38,4	28,4	0,2
4	135,1	40,5	30,0	0,2

Jika dilihat dari data di atas nilai kehilangan panas pada alat yang paling besar terletak pada dinding ruangan dengan rata-rata 133,9 Watt/Hari dan yang paling kecil pengaruh kehilangan panasnya terletak pada kipas *exhaust* dengan rata-rata kehilangan panas 0,2 Watt/Hari.

Selain faktor-faktor di atas dan juga faktor lain yang menyebabkan kehilangan panas pada alat, yaitu ketika pada saat menimbang sampel, alat dibuka untuk mengambil sampel, sehingga diasumsikan bahwa kehilangan panas yang tidak terhitung terletak pada saat ketika membuka tutup alat pengering. Jumlah total energi yang digunakan dalam sistem pengering ini berkisar antara 65.941 Watt dengan komposisi energi seperti yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Efisiensi Pengeringan Bangunan Efek Rumah Kaca.

Efisiensi energi pada proses pengeringan adalah perbandingan antara total input energi pada sistem pengering ERK dengan output energi yang terpakai oleh produk yang dikeringkan. Input energi yang digunakan berupa energi panas dari matahari dan energi listrik. Sedangkan outputnya berupa energi yang digunakan untuk menaikkan suhu bahan dan menguapkan air pada bahan. Semakin tinggi efisiensi, maka akan semakin kecil energi yang dibutuhkan untuk mengeringkan tiap kg bahan.

Efisiensi ini menunjukkan baik tidaknya performansi alat untuk pengeringan atau efektif tidaknya energi panas yang dimanfaatkan. Besarnya efisiensi total sistem pengering selama 4 hari berturut-turut adalah sebagai berikut 95,9%; 27,7%; 27,2%; dan 8,8%. Efisiensi terbesar dicapai pada hari 1 dan efisiensi terkecil dicapai pada hari IV, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Efisiensi pengeringan

Hari	Q Uap (kJ)	Q suhu produk(kJ)	panas yang di serap (kJ)	% η
1	4073,9	248,9	4505,5	95,945
2	1250,01	237,7	5295,9	27,714
3	970,89	171	4189,3	27,257
4	183,75	206,6	4426,4	8,819

Faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi alat pengering adalah kehilangan panas dari alat, jumlah bahan yang dikeringkan, kadar air awal, iradiasi surya, suhu, dan RH lingkungan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Penyebaran suhu rata-rata pada ruang pengering cukup tinggi bisa mencapai 30,7°C-53°C dengan suhu lingkungan berkisar antara 27°C-37°C.
2. Besarnya iradiasi total tiap harinya pada alat mulai dari hari (I-IV): 4882,0 W/m²; 5068,3 W/m²; 4246,3 (W/m²); dan 4208,3 (W/m²).
3. Jumlah energi panas yang diterima model alat pengering, yaitu sebesar 1228,3 Watt yang dimanfaatkan sebesar 981,4 Watt dengan kehilangan panas 246,9 Watt.
4. Nilai efisiensi pengeringan 95,9%; 27,7%; 27,2%; dan 8,8%; dengan rata-rata 39,9%.

Saran

Untuk penelitian selanjutnya diharapkan model alat ini dimodifikasi lagi supaya dapat ditingkatkan suhunya, sehingga dapat meminimalisasi kehilangan panas pada alat dan sebaiknya digunakan juga biomassa sebagai pemanas tambahan untuk meningkatkan efisiensi pengeringannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, K. 1995. Pengering Energi Surya dengan Efek Rumah Kaca. Laboratorium Energi dan Elektrifikasi Pertanian. Jurusan Mekanisasi Pertanian. IPB. Bogor.
- Anonim. 2015. Data Badan Pusat Statistik (BPS) NTB.
- Apriliyanti, T. 2010. Kajian Sifat Fisikokimia dan Sensori Tepung Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas Blackie*) dengan Variasi Proses Pengeringan. Skripsi. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

- Asgar, A., dan R.M. Sinaga. 1992. Pengerinan Bawang Merah (*Allium ascalonicum L.*) dengan menggunakan Ruang Berpembangkit Vorteks. J. Hort. 12 (1): 48-55.
- Catur. D.S. 1991. Studi Pengerinan Bawang Merah (*Allium ascalonicum L.*) dengan menggunakan Ruang Berpembangkit Vorteks. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor.
- Fatonah, K. 2000. Studi Pemanfaatan Efek Rumah Kaca Dalam Pengerinan Benih Kacang Panjang (*Vigna unguiculata*). Skripsi. Jurusan Budidaya Pertanian. IPB. Bogor.
- Fekawati, R. 2010. Uji Performansi Pengerin Efek Rumah Kaca *Hybrid* Tipe Rak Berputar Pada Pengerinan Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*). Skripsi. Jurusan Teknologi Pertanian. IPB. Bogor.
- Hall, C.W. 1980. Drying and Storage of Agricultural Crops. AVI Publishing Company.Inc. Westport, Connecticut.
- Heldman, D.R. & R.P. Singh. 1984. Food Engineering 2nd edition. The AVI Publishing Co. Inc. Wesport, Connecticut.
- Henderson, S.M. and Perry, R.L. 1976. Agricultural Process Engineering.The AVI Publishing Co. Inc. Wesport, Connecticut.
- Lesmana, I. 2001. Mempelajari Keseimbangan Energi dan Kecepatan Aliran Udara berdasarkan Letak Kipas pada Model Alat Pengerin. Skripsi. Jurusan Teknik Pertanian. IPB. Bogor.
- Purcell & Varberg. 1992. Kalkulus dan Geometri Analitis. Jilid 1, edisi ke-5 (terjemahan I N. Susila & B. Kartasasmita). Penerbit Erlangga.
- Widyastuti, Y.E. 1993. *Greenhouse*, Rumah untuk Tanaman. Penebar Swadaya. Jakarta.