

RANCANG BANGUN ALAT PENDINGER ENERGI SURYA UNTUK MENUNJANG AGROINDUSTRI

DESIGN OF SOLAR DRYER TO SUPPORT THE AGROINDUSTRY

Oleh :

Siswantoro, Agus Margiwiyatno, dan Masrukhi

Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian UNSOED

(Diterima : 15 Maret 2003, disetujui : 22 Maret 2003)

ABSTRAK

Penanganan pasca panen produk-produk pertanian akan menimbulkan masalah sulit yang sering dihadapi oleh para petani, khususnya pada saat produk berlimpah. Produk-produk pertanian pada umumnya merupakan produk yang mudah mengalami kerusakan jika tidak secepatnya dilakukan penanganan pasca panen; produk-produk tersebut masih melangsungkan proses kehidupan. Salah satu metode untuk mengatasi problem tersebut adalah dengan melakukan pengeringan; pengeringan merupakan proses yang relatif murah dan mudah. Penelitian yang ada pada artikel ini dibagi menjadi dua tujuan, tujuan umum dan khusus. Tujuan umum adalah untuk merancang alat pendinger dengan menggunakan energi surya. Tujuan khusus adalah (1) menganalisis performansi alat pendinger energi surya; (2) melakukan uji-coba untuk mengeringkan hasil pertanian; (3) menganalisis factor-faktor yang mempengaruhi efisiensi termal dari unit pendinger; (4) menganalisis prospek pengembangan alat pendinger energi surya untuk menunjang agroindustri. Penelitian yang telah dilakukan adalah eksperimen laboratorium dengan melakukan : pengukuran sifat fisis dan termis dari udara di dalam dan di luar alat pendinger, analisis proses pengeringan hasil pertanian (cabe, jamur, dan pisang), dan analisis ekonomi dengan menggunakan "break-even point" (BEP) serta analisis "benefit-cost ratio". Hasil dari penelitian ini adalah :

1. Pemanfaatan energi surya, dapat meningkatkan suhu sebesar 30 – 40 persen.
2. Rata-rata suhu kolektor dapat mencapai 60° C, dan suhu ruang pendinger sebesar 50° C, pada saat suhu udara luar sebesar 35° C.
3. Kapasitas optimum alat pendinger energi surya adalah 11,4 kg cabe selama 3 hari pengeringan, 7 kg jamur selama 2 hari pengeringan, dan 14,7 kg pisang selama 3 hari pengeringan.
4. Debit aliran minimum dari udara kering pada pengeringan dengan kondisi kapasitas optimum adalah 1,03 m³ per menit.
5. Titik impas dari alat pendinger energi surya yang dirancang adalah 39 hari/tahun untuk pengeringan cabe.
6. Menggunakan alat pendinger energi surya dapat diperoleh keuntungan sebesar Rp 969.600,00 apabila digunakan untuk 60 kali pengeringan cabe.

Kata kunci : hasil pertanian, pasca panen, pengeringan, energi surya.

ABSTRACT

The post-harvest handling of agricultural produces may create some difficult problem that frequently should be faced by farmer, especially when yield is abundant. Agricultural produces are generally perishable in nature when the post-harvest handling is not carried out immediately; the produces

on which this article was based had two aims, general and special aims. The general aim of the research was to design a kind of dryer utilizing the solar energy. The special aims were (1) analyzing the performance of solar dryer; (2) conducting a trial to dry agricultural produces; (3) analyzing the factors affecting the thermal efficiency of the drying unit; (4) analyzing the prospect of the development of solar dryer to support the agroindustry. It was a laboratory experiment in which the physical and thermal properties of the air within and outside the dryer were measured, the drying process of agricultural produces (chilli, mushrooms, and bananas) were analyzed, and break-even point and benefit-cost ratio analysis were applied to find out the economic value of the solar dryer. The research the followings:

1. The utilization of solar energy could increase the ambient temperature by 30 – 40 percent.
2. The average temperature of heat collector could be as high as 60° C, that of the drying room was 50° C, while the temperature of air outside the dryer was 35° C.
3. The optimum drying capacity of the solar dryer was 11.4 kg of chilli in 3 days, 7 kg of mushrooms in 2 days, and 14,7 kg of bananas in 3 days.
4. Minimum flow of dry air during the drying process at optimum capacity was 1.03 m³ per minute.
5. The break-even point of the solar dryer to dry chilli was 39 days/year.
6. The solar dryer could generate a profit of Rp 969,600.00 when it was used 60 times to dry chilli.

Key words: agriculture product, post harvest, drying, solar energy

PENDAHULUAN

Data statistik menunjukkan bahwa sekitar 50% pekerja di Indonesia bekerja di sektor pertanian termasuk perkebunan, kehutanan, dan industri pengolahan hasil pertanian. Kenyataan tersebut memberikan gambaran bahwa sektor pertanian membe-rikan kontribusi yang cukup besar pada pe-nyediaan lapangan kerja (Sarijono, 2000).

Pada tahun 1998, di Kabupaten Banyumas jumlah tenaga kerja yang terlibat di sektor pertanian sebanyak 404.686 orang, dari jumlah tersebut 69.822 orang bekerja di sektor industri pertanian (agroindustri). Kondisi ini meng-gambarkan terjadi kelebihan

pekerja aktif “on farm” atau dengan kata lain masih terjadi kondisi kurang efisien dan kurang efektifnya pemanfaatan tenaga di lapang (on farm). Salah satu solusi yang ditawarkan untuk mengatasi eksese pekerja aktif “on farm” adalah dengan mengembangkan **Agroindustri**. Pengembangan Agroindus-tri dapat memberikan keuntungan berikut : (1) mengurangi jumlah pekerja aktif di lapang, dan (2) meningkatkan nilai tambah produksi pertanian.

Peningkatkan efisiensi dan efektifitas kerja kegiatan agroindustri perlu ditunjang dengan pemanfaatan teknologi tepat guna/sepadan; salah satunya adalah dengan **penggunaan alat pengering**

Pemanfaatan alat pengering untuk menunjang agroindustri yang pada umumnya berskala kecil dan menengah, selalu memerlukan tersedianya energi panas. Energi panas ini mutlak diperlukan, karena sekitar 70% biaya operasi pengeringan digunakan untuk konsumsi energi panas atau bahan bakar. Saat ini persediaan bahan bakar minyak (BBM) sebagai salah satu sumber energi panas makin menyusut, apalagi BBM merupakan salah satu sumber energi yang tidak dapat diperbaharui (unrenewable). Untuk itu berbagai upaya konservasi dan diversifikasi sumber energi harus terus dilakukan, salah satunya dengan pemanfaatan sumber energi surya.

Secara umum, keuntungan pengeringan secara mekanis dengan energi surya dibanding dengan cara dijemur langsung (alami) adalah, pengeringan mekanis mempunyai efisiensi dan efektifitas yang lebih tinggi, serta terhindar dari kontaminasi debu dan kotoran yang lain.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan melalui dua tahap, yaitu tahap perancangan/pembuatan, dan tahap uji coba alat. Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto, dilaksanakan selama 6 bulan mulai bulan Mei sampai dengan bulan Nopember 2002.

Metode yang dipakai adalah

eksperimen laboratorium yang berupa :

- Pengukuran sifat fisis dan termis dari udara di luar dan di dalam ruang pengering dengan menggunakan grafik psikrometrik.
- Analisis kinerja alat pengering untuk pengeringan hasil pertanian (cabe, pisang, dan jamur), yang meliputi analisis luas kolektor (pemanas), dan analisis debit aliran udara.

Rumus yang digunakan untuk analisis adalah :

Air yang teruapkan :

Air teruapkan = berat awal (ka. Awal - ka. Akhir) / (100 - ka. Akhir). (1)

Neraca energi :

$m_a \cdot L = m_u \cdot C_p (T_i - T_f)$ (2)

m_a = massa air yang harus diuapkan

L = panas laten penguapan

m_u = massa udara

C_p = panas jenis udara pada tekanan tetap = 1,02 kJ/kg.C

T_i = suhu udara sebelum melewati bahan yang dikeringkan

T_f = suhu udara setelah melewati bahan yang dikeringkan

Aliran udara pengering :

$P \cdot V = m_u \cdot R \cdot T$ (3)

P = tekanan udara atmosfer = 101,3 kPa

R = konstanta gas ideal = 0,291 kPa m³ /kg.K

V = volume udara yang dibutuhkan untuk pengeringan

m_u = massa udara pengering

T = suhu udara dalam skala Kelvin = 273 + C

- Analisis prospek pengembangan untuk menunjang pengeringan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil utama yang diperoleh dari penelitian ini adalah alat pengering energi surya dengan spesifikasi sebagai berikut :

Panjang : 190 cm Lebar : 120 cm
Tinggi : 140 cm Berat : 40 kg
Sumber panas : kolektor plat hitam
(luas 2,28 m²)

Konstruksi : kerangka besi siku

Pengukuran selama penelitian menunjukkan bahwa, dengan menggunakan alat pengering energi surya yang dirancang dapat dihasilkan suhu udara pengering 40% lebih tinggi dibanding suhu udara luar. Suhu rata-rata ruang pengering 50° C, dengan suhu maksimum 60° C. Suhu rata-rata kolektor 60° C, dengan suhu maksimum 80° C.

A. Analisis Grafik Psikrometrik

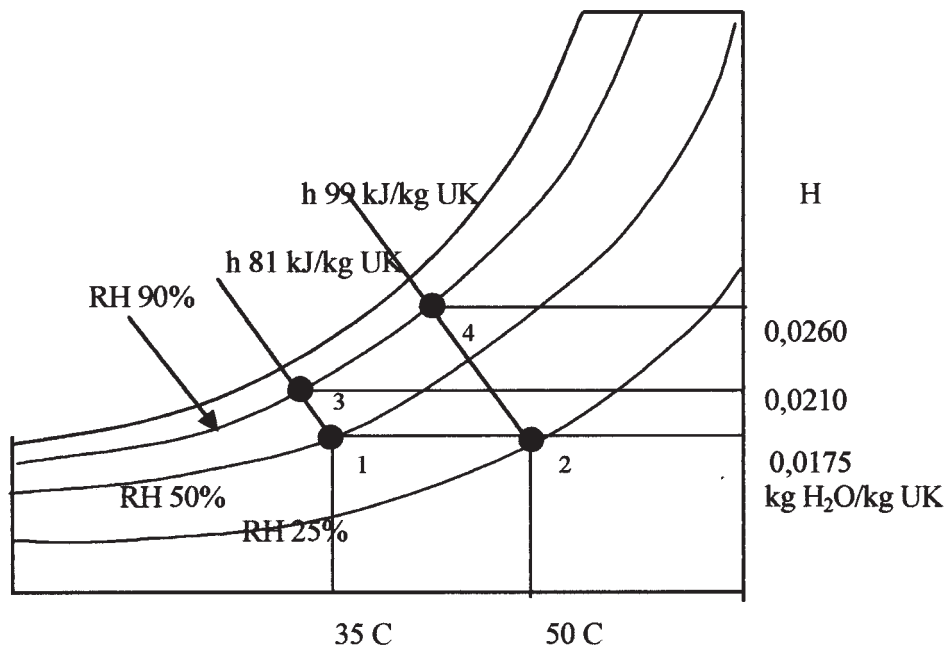
Analisis menggunakan grafik psikrometrik terhadap udara yang digunakan untuk proses pengeringan menunjukan bahwa terjadi peningkatan kemampuan udara untuk mengangkut uap air dari bahan yang dikeringkan sebesar 2,4 kali. Dasar perhitungan tersebut dapat diuraikan pada Gambar 1 (grafik psikrometrik).

Dalam Gambar 1 tersebut dapat dijelaskan bahwa dari titik 1 ke titik 2 adalah proses pemanasan, sedangkan dari titik 1 ke titik 3 dan dari titik 2 ke titik 4 adalah proses pengeringan. Pada proses pemanasan dengan menggunakan kolektor dari alat pengering terjadi peningkatan kandungan energi panas (entalpi) sebesar 18 kJ/kg udara kering.

Suhu rata-rata udara luar tanpa alat pengering adalah 35° C dan RH 50%. Pada kondisi tersebut udara mempunyai kandungan panas (entalpi) sebesar 81 kJ/kg udara kering, dan kelembaban mutlaknya sebesar 0,0175 kg H₂O/ kg udara kering. Setelah melalui kolektor pada alat pengering sifat fisis dan termis udara berubah; suhu menjadi 50° C dan RH menjadi 25%. Pada kondisi ini, udara mempunyai kandungan panas (entalpi) sebesar 99 kJ/kg udara kering, dengan kelembapan mutlaknya tetap sebesar 0,0175 kg H₂O/kg udara kering. Apabila udara tersebut dilewatkan bahan yang dikeringkan dan terjadi kesetimbangan pada RH 90%, maka udara luar mempunyai kemampuan mengangkut air dari produk yang dikeringkan sebesar 0,0035 kg H₂O/kg udara kering, sedangkan udara yang melalui kolektor mempunyai kemampuan mengangkut uap air dari produk yang dikeringkan sebesar 0,0085 kg H₂O/kg udara kering. Dari analisis tersebut terlihat bahwa terjadi peningkatan kemampuan daya angkut udara terhadap uap air sebesar 2,4 kalinya.

B. Analisis Luas Kolektor

Penentuan luas kolektor panas agar dapat mengumpulkan energi surya yang cukup bagi proses pengeringan, harus diketahui beberapa besaran. Besaran tersebut meliputi banyaknya air yang akan diuapkan dari produk yang akan dikeringkan (m_a), panas laten penguapan (L), kuantitas radiasi sinar matahari yang jatuh pada



Gambar 1. Analisis sifat fisik dan termis secara grafik psikrometrik

Jumlah air yang harus diuapkan (m_a) dari masing-masing bahan dapat dihitung apabila diketahui berat awal, kadar air awal dan kadar air akhir. Menggunakan **persamaan** (1), jumlah air yang harus diuapkan untuk pengeringan cabe sebesar 0,778 kg H_2O / kg bahan; jamur sebesar 0,920 kg H_2O /kg bahan; dan pisang sebesar 0,625 kg H_2O /kg bahan.

Besarnya panas laten penguapan (L) untuk cabe adalah 2892 kJ/kg; jamur, 2651 kJ/kg; dan pisang, 2784 kJ/kg. Besarnya kuantitas radiasi matahari (Q) per hari rata-rata 15 MJ/m², dengan waktu pengukuran jam 08.00 – 16.00. Efisiensi penangkapan menggunakan kolektor plat hitam sebesar 25%.

Dengan menggunakan besaran tersebut di atas, dapat ditentukan luas kolektor panas yang harus

dirancang bagi tiap satuan berat dan jenis produk yang dikeringkan. Apabila luas kolektornya sudah ditetapkan, dengan menggunakan perhitungan dapat diperkirakan kapasitas alat pengering yang dirancang. Analisis luas kolektor bagi pengeringan jenis produk tertentu, dan kapasitas alat yang dirancang dapat diuraikan pada alinea berikut.

Pengeringan cabe. Jumlah air yang harus diuapkan tiap 10 kg cabe adalah 7,78 kg, dengan panas laten penguapan sebesar 2,892 MJ/kg. Dari data tersebut diketahui jumlah panas yang diperlukan untuk menguapkan 10 kg cabe sebesar $7,78 \text{ kg} \times 2,892 \text{ MJ/kg} = 22,5 \text{ MJ}$. Sedangkan panas yang tersedia selama 3 hari penyinaran adalah $3 \text{ hari} \times 15 \text{ MJ/m}^2 - \text{hari} \times 0,25 = 11,25 \text{ MJ/m}^2$. Maka, luas kolektor minimum yang harus dibuat untuk

Pada penelitian ini, dengan kolektor yang dirancang untuk alat pengering seluas $2,28 \text{ m}^2$, panas yang tersedia adalah $2,28 \text{ m}^2 \times 11,25 \text{ MJ/m}^2 = 25,65 \text{ MJ}$. Jumlah air yang mampu diuapkan selama 3 hari pengeringan sebesar $(25,65 \text{ MJ} / 2,892 \text{ MJ/kg}) = 8,869 \text{ kg}$. Mengacu pada perhitungan tersebut, maka alat pengering yang dirancang mempunyai kapasitas sebesar $8,869 \times (100 - 10) / (80 - 10) = 11,4 \text{ kg}$ cabe tiap 3 hari proses pengeringan.

Pengeringan jamur. Jumlah air yang harus diuapkan tiap 10 kg jamur adalah 9,20 kg, dengan panas laten penguapan sebesar 2,651 MJ/kg. Dari data tersebut diketahui jumlah panas yang diperlukan untuk menguapkan 10 kg jamur sebesar $9,20 \text{ kg} \times 2,651 \text{ MJ/kg} = 24,4 \text{ MJ}$. Panas yang tersedia selama 2 hari penyinaran adalah $2 \text{ hari} \times 15 \text{ MJ/m}^2 \cdot \text{hari} \times 0,25 = 7,5 \text{ MJ/m}^2$. Maka, luas kolektor minimum yang harus dibuat untuk mengeringkan 10 kg jamur adalah $(24,4 \text{ MJ} / 7,5 \text{ MJ/m}^2) = 3,25 \text{ m}^2$.

Pada penelitian ini, dengan kolektor yang dirancang untuk alat pengering seluas $2,28 \text{ m}^2$, panas yang tersedia adalah $2,28 \text{ m}^2 \times 7,5 \text{ MJ/m}^2 = 17,1 \text{ MJ}$. Jumlah air yang mampu diuapkan selama 2 hari pengeringan sebesar $(17,1 \text{ MJ} / 2,651 \text{ MJ/kg}) = 6,45 \text{ kg}$. Mengacu pada perhitungan tersebut, maka alat pengering yang dirancang mempunyai kapasitas sebesar $6,45 \times (100 - 10) / (93 - 10) = 7 \text{ kg}$ cabe tiap 2 hari proses pengeringan.

Pengeringan pisang. Jumlah air yang harus diuapkan tiap 10 kg pisang adalah 6,25 kg, dengan panas laten penguapan sebesar 2,784 MJ/kg. Dari data tersebut diketahui jumlah panas yang diperlukan untuk menguapkan 10 kg pisang sebesar $6,25 \text{ kg} \times 2,784 \text{ MJ/kg} = 17,4 \text{ MJ}$. Panas yang tersedia selama 3 hari penyinaran adalah $3 \text{ hari} \times 15 \text{ MJ/m}^2 \cdot \text{hari} \times 0,25 = 11,25 \text{ MJ/m}^2$. Maka, luas kolektor minimum yang harus dibuat untuk mengeringkan 10 kg pisang adalah $(17,4 \text{ MJ} / 11,25 \text{ MJ/m}^2) = 1,55 \text{ m}^2$.

Pada penelitian ini, dengan kolektor yang dirancang untuk alat pengering seluas $2,28 \text{ m}^2$, panas yang tersedia adalah $2,28 \text{ m}^2 \times 11,25 \text{ MJ/m}^2 = 25,65 \text{ MJ}$. Jumlah air yang mampu diuapkan selama 3 hari pengeringan adalah sebesar $(25,65 \text{ MJ} / 2,784 \text{ MJ/kg}) = 9,2 \text{ kg}$. Mengacu pada perhitungan tersebut, maka alat pengering yang dirancang mempunyai kapasitas sebesar $9,2 \times (100 - 20) / (70 - 20) = 14,7 \text{ kg}$ pisang tiap 3 hari proses pengeringan.

C. Analisis Debit Aliran Udara

Jumlah debit aliran udara pengering ditentukan dengan cara (1) menghitung massa udara, menggunakan neraca energi dengan persamaan (2); (2) menghitung volume udara, menggunakan hukum gas ideal dengan persamaan (3). Hasil perhitungan diuraikan pada alinea berikut.

Pengeringan cabe. Jumlah air yang harus diuapkan rata-rata sebesar 0,778 kg/kg cabe, panas

yang dikeringkan 35° C. Dari berbagai nilai tersebut, maka jumlah massa udara pengering tiap kg pengeringan cabe adalah sebesar 147 kg. Nilai tersebut dapat dihitung sebagai berikut :

$$m_u = (m_a \cdot L) / (C_p (T_i - T_f)) = (0,778 \times 2892) / (1,02 (50 - 35)) = 147 \text{ kg}$$

Setelah massa udara diketahui maka volume udara yang dibutuhkan untuk pengeringan tiap kg cabe adalah 130 m³. Nilai tersebut dapat dihitung sebagai berikut :

$$V = (m_u \cdot R \cdot T) / P = (147 \times 0,291 \times 308) / 101,3 = 130 \text{ m}^3$$

Kapasitas alat untuk pengeringan cabe sebesar 11,4 kg, dengan waktu pengeringan 3 hari atau setara dengan 24 jam proses, maka debit aliran udara yang harus diberikan sebesar 1,03 m³/menit. Nilai tersebut dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{Debit aliran udara minimum} = (11,4 \text{ kg} \times 130 \text{ m}^3/\text{kg}) / (24 \times 60 \text{ menit}) = 1,03 \text{ m}^3/\text{menit}$$

Pengeringan jamur. Jumlah air yang harus diuapkan rata-rata sebesar 0,920 kg/kg jamur, panas laten penguapannya sebesar 2651 kJ/kg, panas jenis udara pada tekanan tetap sebesar 1,02 kJ/kg.C. Suhu udara rata-rata sebelum melewati bahan yang dikeringkan sebesar 50° C, dan suhu udara rata-rata setelah melewati bahan yang dikeringkan 35° C. Dari berbagai nilai tersebut, maka jumlah massa udara pengering tiap kg pengeringan jamur adalah sebesar 159 kg. Nilai tersebut dapat dihitung sebagai berikut :

$$m_u = (m_a \cdot L) / (C_p (T_i - T_f)) = (0,920 \times 2651) / (1,02 (50 - 35)) = 159 \text{ kg}$$

Setelah masa udara diketahui maka volume udara yang dibutuhkan untuk pengeringan tiap kg jamur adalah 141 m³. Nilai tersebut dapat dihitung sebagai berikut :

$$V = (m_u \cdot R \cdot T) / P = (159 \times 0,291 \times 308) / 101,3 = 141 \text{ m}^3$$

Kapasitas alat untuk pengeringan jamur sebesar 7 kg, dengan waktu pengeringan 2 hari atau setara dengan 16 jam proses, maka debit aliran udara yang harus diberikan sebesar 1,03 m³/menit. Nilai tersebut dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{Debit aliran udara minimum} = (7 \text{ kg} \times 141 \text{ m}^3/\text{kg}) / (16 \times 60 \text{ menit}) = 1,03 \text{ m}^3/\text{menit}$$

Pengeringan pisang. Jumlah air yang harus diuapkan rata-rata sebesar 0,625 kg/kg pisang, panas laten penguapannya sebesar 2784 kJ/kg, panas jenis udara pada tekanan tetap sebesar 1,02 kJ/kg.C. Suhu udara rata-rata sebelum melewati bahan yang dikeringkan sebesar 50° C, dan suhu udara rata-rata setelah melewati bahan yang dikeringkan 35° C. Dari berbagai nilai tersebut, maka jumlah massa udara pengering tiap kg pengeringan pisang adalah sebesar 114 kg. Nilai tersebut dapat dihitung sebagai berikut :

$$m_u = (m_a \cdot L) / (C_p (T_i - T_f)) = (0,625 \times 2784) / (1,02 (50 - 35)) = 114 \text{ kg}$$

Setelah masa udara diketahui maka volume udara yang dibutuhkan untuk pengeringan tiap kg pisang

$$V = (m_u \cdot R \cdot T) / P = (114 \times 0,291 \times 308) / 101,3 = 101 \text{ m}^3$$

Kapasitas alat untuk pengeringan pisang sebesar 14,7 kg, dengan waktu pengeringan 3 hari atau setara dengan 24 jam proses, maka debit aliran udara yang harus diberikan sebesar 1,03 m³/menit. Nilai tersebut dapat dihitung sebagai berikut :

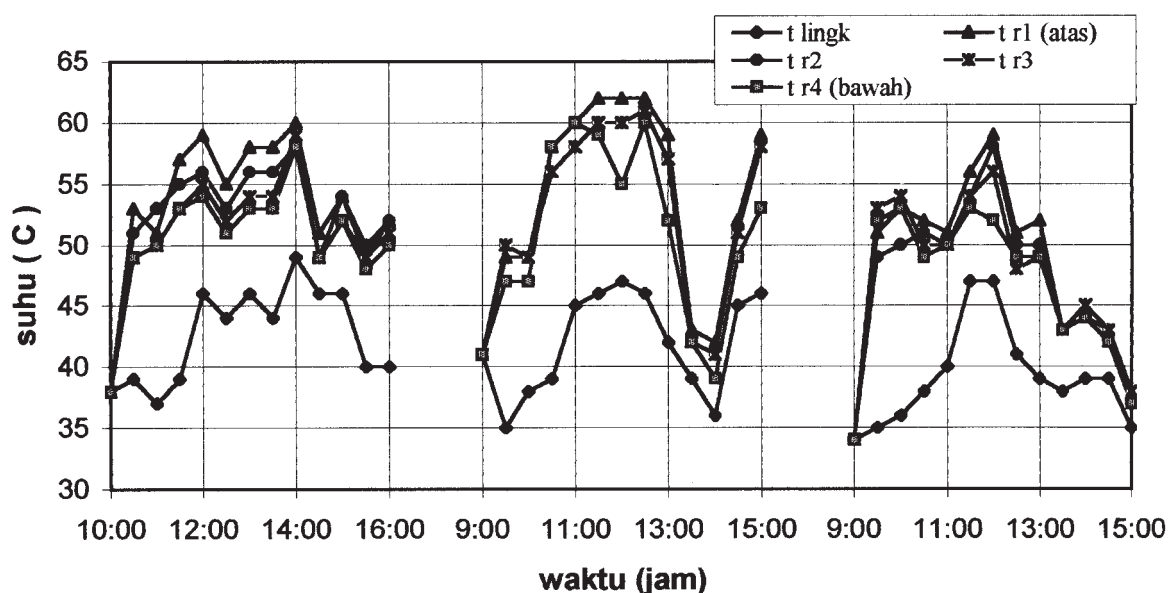
$$\text{Debit aliran udara minimum} = (14,7 \text{ kg} \times 101 \text{ m}^3 / \text{kg}) / (24 \times 60 \text{ menit}) = 1,03 \text{ m}^3 / \text{menit}$$

D. Efisiensi Alat Pengering

Efisiensi termis dari alat pengeing selain dipengaruhi oleh kualitas isolator yang digunakan untuk menyekat dinding alat, juga dipengaruhi oleh intensitas radiasi matahari. Pada hari dengan intensitas radiasi matahari rendah (mendung), efisiensinya rendah, karena pada kondisi ini perbedaan suhu luar dengan suhu ruang pengering tidak banyak.

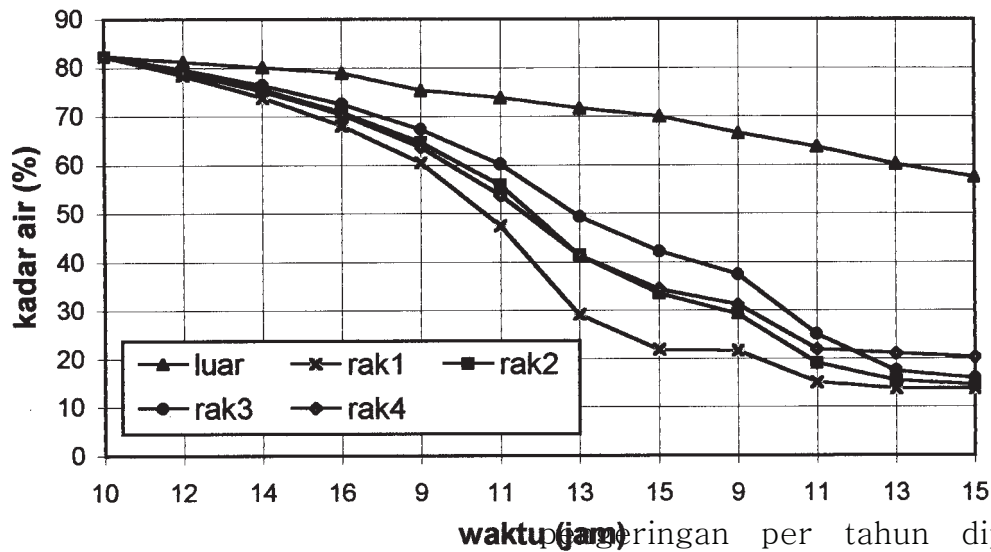
Uji coba pengeringan cabe menunjukkan bahwa suhu dan waktu yang diukur selama proses pengeringan cabe di dalam alat pengering sangat berbeda dengan yang dijemur secara langsung. Penggunaan alat pengering telah meng-hasilkan kenaikan suhu sekitar 30% – 40% dibanding tanpa menggunakan alat pengering. Realita ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan alat pengering efisiensi proses pengeringan meningkat sangat nyata. Hasil pengukuran suhu pada proses pengeringan cabe dapat dilihat pada Gambar 2.

Waktu yang diperlukan untuk pengeringan cabe dengan menggunakan alat pengering jauh lebih cepat dibanding dengan penjemuran secara langsung. Pengeringan cabe dengan menggunakan alat pengering hanya membutuhkan waktu sekitar 3 hari,



Gambar 2. Suhu proses pengeringan cabe dengan alat pengering dan dengan dijemur langsung

sekitar 5 – 6 hari. Kondisi ini menunjukkan adanya korelasi antara suhu pengeringan dengan kecepatan penurunan kadar air. Laju penurunan kadar air pada uji coba pengeringan cabe dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Laju pengeringan cabe dengan alat dan dengan cara dijemur langsung

F. Prospek Pengembangan

Hasil pertanian yang dicoba untuk dikeringkan dengan alat pengeringan ini adalah cabe, jamur tiram putih, dan pisang, secara fisik dan visual (uji organoleptik) bisa diterima oleh panelis dan tidak berbeda nyata kualitasnya dibanding dengan cara dijemur langsung. Kelebihan dari penggunaan alat pengering terletak pada waktu pengeringan yang lebih cepat bila dibanding dengan cara dijemur langsung. Pengeringan dengan cara dijemur langsung untuk cabe, jamur, dan pisang membutuhkan waktu 5 – 6 hari, sedangkan dengan menggunakan alat pengering hanya 2 – 3 hari.

Prospek pengembangan alat pengering energi surya hasil penelitian dilakukan dengan analisis

titik impas (BEP), dan analisis B/C rasio. Hasil analisis diperoleh BEP penggunaan alat adalah 13 kali pengeringan per tahun. Menggunakan perhitungan 60 kali

pengeringan per tahun diperoleh keuntungan Rp. 969.600,00, dan B/C rasio 1,8. Perhitungan analisis dapat dilihat pada Lampiran 1.

Ditinjau dari kualitas produk yang dihasilkan, efisiensi waktu, BEP, dan B/C rasio, maka alat pengering ini direkomendasikan dapat digunakan untuk menunjang agroindustri berskala kecil dan menengah, karena mempunyai prospek secara teknis dan ekonomis.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Alat pengering yang dirancang dapat meningkatkan suhu ruang pengering 30% – 40% lebih tinggi dibanding suhu udara luar.

2. Suhu rata-rata kolektor panas sebesar 60° C, sedangkan suhu rata-rata ruang pengering sebesar 50° C pada saat suhu udara luar sebesar 35° C.
3. Kapasitas optimum alat untuk mengeringkan cabe sebesar 11,4 kg dalam waktu 3 hari, untuk pengeringan jamur sebesar 7 kg dalam waktu 2 hari, dan untuk pengeringan pisang sebesar 14,7 kg dalam waktu 3 hari.
4. Debit aliran udara minimal yang harus terjadi pada pengeringan yang dilakukan pada kapasitas optimal alat adalah 1,03 m³ /menit.
5. Kualitas produk pertanian yang diuji pada alat pengering ini secara organoleptik masih dapat diterima oleh panelis, secara visual tidak nyata dibanding dengan pengeringan langsung (dijemur).
6. Titik impas (BEP) alat pengering untuk cabe merah adalah 13 kali pengeringan dalam satu tahun, atau sebanyak 39 hari pemakaian dari 180 hari panas (cerah) yang tersedia dalam satu tahun.
7. Keuntungan yang diperoleh dalam satu tahun apabila dioperasikan secara penuh (60 kali pengeringan cabe) adalah sebesar Rp 969.600,-
8. Dapat digunakan untuk menjangkau agroindustri berskala kecil dan menengah, karena mempunyai prospek secara teknis dan ekonomis.

B. Saran

1. Perlu dilakukan penyempurnaan

desain alat pengering ini, kaitannya dengan aerasi aliran udara keluar dari alat.

2. Perlu penyempurnaan daya serap kolektor terhadap panas, dengan menambah-kan serutan besi sisa pembubutan guna memperluas permukaan kolektor.

DAFTAR PUSTAKA

- ASAE. 1987. Guide and Data Books. Americans Society of Agricultural Engineers, New York.
- BPS. 1998. Kabupaten Banyumas Dalam Angka. Banyumas.
- Earle R.L. 1983. Unit Operation in Food Processing. Pergamon Press, Oxford, New York, Toronto, Sydney, Paris, Frankfurt.
- Heldman D.R dan R.P. Singh. 1981. Food Process Engineering. The Avi Publishing Co. Inc., Westport, Connecticut.
- Noor, Z. 1987. Pengembangan Berbagai Model Pengering Padi dalam Rangka Memperbaiki Penanganan Pasca Panen. Konsultasi Teknis Peningkatan Teknologi Pengeringan dan Penyimpanan Biji-bijian, Yayasan Maha Bhoga-Pusbangtepa, Bogor.
- Sarijono, T. 2000. Perhatian Sektor Pertanian Berkurang. Suara Pembaharuan, 3 Oktober 2000.
- Soemangat, 1983. Perancangan Pengembangan dan Penerapan Pasca Panen. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Lampiran 1. Analisis biaya pengeringan cabe dengan energi surya

Umur teknis alat = 10 th, 1 hari diasumsikan hanya dipakai 6 jam kerja

Dalam 1 tahun diasumsikan ada 180 hari cerah, maka 1 tahun = 1080 jam

waktu pengeringan cabe = 3 hari = 18 jam

sewa alat pengering per hari = Rp 9000

Fixed Cost / biaya tetap :

| | | | | |
|----------------|----------------------------|---|-----------------------|---|
| Penyusutan : | $(1200000 - 120000)/10$ | = | 108000 (Rp/th) | |
| Bunga modal : | $(1200000+120000)(0.24/2)$ | = | 158400 (Rp/th) | |
| total = | | | | + |
| | | | 266400 (Rp/th) | |
| | | | 1480 (Rp/hari) | |
| | | | 4440 (Rp/pengeringan) | |

Variable Cost / biaya tidak tetap :

| | | | | |
|--|--|---|-----------------------|---|
| Operator | | = | 300 (Rp/jam) | |
| Servis (4 %/ th) = $0,05 * 1200000/1080$ | | = | 56 (Rp/jam) | |
| total = | | | | + |
| | | | 356 (Rp/jam) | |
| | | | 6400 (Rp/pengeringan) | |

Biaya operasional = biaya tetap + biaya variable = 10840 (Rp/pengeringan)

$BEP = FC \text{ (Rp/th)} / \{ \text{sewa alat (Rp/pengeringan)} - VC \text{ (Rp/pengeringan)} \}$

BEP = $266400/(27000 - 6400)$ = 13 (pengeringan/th)
39 (hari/th)

Keuntungan per tahun (60 kali pemakaian) = penerimaan – pengeluaran

$(27000 \times 60) - 266400 - (6400 \times 60) = 969600 \text{ (Rp/th)}$

Kapasitas alat = 11,4 kg cabe basah akan menghasilkan : 2.28 kg cabe kering

harga cabe basah Rp 7500/ kg X 11,4 kg = 85500 (Rp)

biaya operasional = 10840 (Rp)

pengeluaran total = 96340 (Rp)

harga cabe kering Rp 75000/kg X 2,28 kg = 171000 (Rp)

Sehingga diperoleh **B/C rasio = 1.8**

Dijemur : Tenaga kerja = 1800 (Rp/hari) X 6 hari = 10800 (Rp)

Rak penjemur, penutup plastik = 200 (Rp)

Total = 11000 (Rp)

Pengeringan dng. Alat, biaya operasional = 10840 (Rp)

Selisih biaya pengeringan = $11000 - 10840 = 160 \text{ (Rp)}$