

ANALISIS POMPA KALOR SIKLUS UDARA TERTUTUP UNTUK PENGERINGAN PISANG

Joko Harianto^[1], Azridjal Aziz^[2]

Laboratorium Rekayasa Termal, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Riau

Kampus Bina Widya km.12,5 Simpang Baru, Pekanbaru 28293

^[1]jokoharianto21@yahoo.co.id, ^[2]azridjal@yahoo.com

Abstract

In principle, the drying process involves the process of heat transfer and mass movement that occurs simultaneously. First, the heat must be transferred from the heating medium to the material. Furthermore, after water evaporation occurs, the moisture formed must be moved through the material structure to the surrounding medium. The purpose of this study is to determine the time required to dry bananas with water content that has been determined. The calculation analysis of consumption and energy cost for banana dryer system using heat pump. It is based on result of theoretical calculations with closed air circle. The advantages of this study as development in the field of energy saving with refrigeration technology and air conditioning. From the experimental results and the analysis obtained the average temperature of dryer indoor that is 44,5°C and 47°C.

Keywords: Drying, Temperature, Banana dryer system

1. Pendahuluan

Pengeringan (*drying*) merupakan pemisahan sejumlah kecil air atau zat cair lain dari suatu bahan, sehingga mengurangi kandungan zat cair. Pengeringan biasanya merupakan langkah terakhir dari sederetan operasi dan hasil pengeringan biasanya siap untuk dikemas [1].

Proses pengeringan pada prinsipnya menyangkut proses pindah panas dan pindah massa yang terjadi secara bersamaan, pertama panas harus ditransfer dari medium pemanas ke bahan. Selanjutnya setelah terjadi penguapan air, uap air yang terbentuk harus dipindahkan melalui struktur bahan ke medium sekitarnya. Proses ini menyangkut aliran fluida dimana cairan harus ditransfer melalui struktur bahan selama proses pengeringan berlangsung. Lama proses pengeringan tergantung pada bahan yang dikeringkan dan cara pemanasan yang digunakan. Salah satu produk yang memanfaatkan proses pengeringan adalah pisang sale, proses pengeringan merupakan hal yang penting untuk diperhatikan untuk keberhasilan pembuatan pisang sale. Kenyataan dilapangan, proses pengeringan yang dilakukan masih dilakukan secara konvensional, yaitu pengeringan dilakukan ditempat terbuka yang bergantung dari sinar matahari.

Sebelumnya telah dilakukan penelitian pengeringan pisang dengan alat pengering tenaga surya pemanasan langsung, namun alat pengeringan tersebut memiliki kelemahan diantaranya tidak dapat dioperasikan pada saat musim hujan. Maka dari itu diperlukan alat pengering yang bisa menggantikan peranan energi matahari yaitu alat pengering menggunakan pompa kalor dengan siklus udara tertutup. Nantinya hasil dari eksperimen

dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, metode mana yang lebih bagus untuk pengeringan pisang.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui laju pengeringan pisang dan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk pengeringan pisang. Pengeringan dilakukan dengan cara langsung dan memanaskan lemari selama 30 menit terlebih dahulu.

Tahapan-tahapan pengerjaan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tahapan Studi Literatur

Tahapan ini merupakan proses pembelajaran bahan-bahan pendalaman pemahaman terhadap konsep yang berkaitan dengan materi bahasan yang berasal dari buku-buku, jurnal penelitian, dan situs-situs internet.

2. Pembuatan Rangka Rak

Tahapan ini dilakukan pembuatan rangka rak untuk tempat pengeringan pisang.

3. Tahap Pengujian dan Pengambilan Data

Pengujian dilakukan dengan menggunakan 2 cara pengeringan, yaitu pengeringan secara langsung dan pengeringan dilakukan dengan cara memanaskan lemari pengering selama 30 menit terlebih dahulu. Pengambilan data dilakukan selama 2 hari, massa pisang awal yaitu 8 kg dengan menguapkan kandungan air sebesar 3,2 kg. Setiap 5 menit dilakukan pengukuran temperatur, tegangan listrik, kelembaban udara dan massa bahan (pisang raja sere) yang dikeringkan untuk mengetahui laju pengeringan dan waktu yang dibutuhkan.

4. Analisis Data dan Kesimpulan

Analisis data dilakukan berdasarkan data pengukuran dari proses pengujian yang kemudian dilakukan perhitungan sesuai dengan persamaan yang digunakan. Selanjutnya data dan hasil perhitungan yang diperoleh ditabelkan dan di plot ke dalam grafik. Dari tabel dan grafik dilakukan analisa yang menggambarkan hasil pengujian, kemudian dari hasil analisa tersebut ditarik kesimpulan.

5. Pembuatan Laporan

Pada tahapan ini semua teori-teori dan hasil yang didapatkan dijadikan dalam sebuah laporan skripsi sesuai format yang berlaku.

2.1 Pisang

Pisang merupakan salah satu komoditas pertanian yang sangat digemari masyarakat, dan menjadi salah satu komoditas tanaman buah yang mulai dikedirikan selain mangga, durian, rambutan, manggis, jeruk, nenas dan pepaya. Buah pisang sebagai produk utama dari tanaman pisang mempunyai aneka kegunaan, selain sebagai buah segar, buah pisang dapat dimanfaatkan menjadi makanan olahan, seperti tepung pisang untuk makanan bayi, sari buah pisang, sale pisang, roti pisang, sirup pisang, selai pisang, keripik pisang, tape pisang dan lain-lain [2]. Dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Kandungan gizi dalam buah pisang

Variates Pisang	Kalori	Karbohidrat (%)	Vitamin C (mg)	Vitamin A (SI)	Air (%)	Bagian Yang Dapat Dimakan(%)
Ambon	99	25.8	3	140	72	75
Angleng	68	17.2	6	76	80.3	75
Lampung	99	25.6	4	61.8	72.1	75
Emas	127	33.6	2	79	4.2	85
Raja Bulu	120	31.8	10	950	65.8	70
Raja sere	118	31.1	4	112	67	85
Uli	146	38.2	75	75	59.1	75

2.2 Jenis-jenis Pengereng Buatan

Jenis-jenis pengereng buatan berdasarkan media panasnya yaitu:

- Pengereng adiabatik: pengereng dimana panas dibawa ke alat pengereng oleh udara panas, fungsi udara yaitu memberi panas yang menguapkan air dari bahan.
- Pengereng isotermik: bahan yang dikeringkan terhubung langsung dengan alat atau plat logam yang panas [3].

Dasar proses pengereng adalah terjadi penguapan air ke udara karena perbedaan kandungan uap air antara udara dan bahan yang dikeringkan. Pengereng secara mekanis dapat dilakukan dengan 2 metode yaitu:

1. Continuous Drying

Suatu pengereng bahan dimana pemasukan dan pengeluaran bahan dilakukan terus menerus.

2. Batch Drying

Suatu pengereng dimana bahan masuk ke alat pengereng sampai pengeluaran hasil kering, kemudian baru dimasukkan bahan yang berikutnya.

Menurut sistem proses pengereng dibedakan menjadi 2 yaitu:

1. Direct Drying

Pada sistem ini bahan dikeringkan dengan cara mengalirkan udara pengereng melewati bahan sehingga panas sehingga panas yang diserap diperoleh dari sentuhan langsung antara bahan dengan udara pengereng, biasanya disebut pengereng konveksi.

2. Indirect Drying

Pada sistem ini panas pengereng didapat dari dinding pemanas yang bersentuhan dengan bahan yang dikeringkan secara konduksi.

2.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Suatu Pengereng

Faktor-faktor yang mempengaruhi suatu pengereng ada dua golongan yaitu faktor yang berhubungan dengan udara pengereng dan faktor yang berhubungan dengan sifat bahan yang dikeringkan. Faktor-faktor yang termasuk golongan pertama adalah suhu, kecepatan volumetrik, aliran udara pengereng dan kelembaban udara. Faktor-faktor yang termasuk golongan kedua adalah ukuran bahan, kadar air awal dan tekanan parsial didalam bahan.

Kelembaban udara berpengaruh terhadap proses pemindahan uap air. Apabila kelembaban udara tinggi, maka perbedaan tekanan uap air didalam dan diluar bahan menjadi kecil sehingga menghambat perpindahan uap air dari dalam bahan ke luar. Pengontrolan suhu serta waktu pengereng dilakukan dengan mengatur kotak alat pengereng dengan alat pemanas, seperti udara panas yang dialirkan ataupun alat pemanasan lainnya. Suhu pengereng akan mempengaruhi kelembaban udara didalam alat pengereng dan laju pengereng untuk bahan tersebut. Pada kelembaban udara yang tinggi, laju penguapan air bahan akan lebih lambat dibandingkan dengan pengereng pada kelembaban yang rendah [4].

2.4 Pengaruh Suhu Pada Proses Pengereng

Laju penguapan air bahan dalam pengereng sangat ditentukan oleh kenaikan suhu. Semakin besar perbedaan antara suhu media pemanas dengan

bahan yang dikeringkan, semakin besar pula kecepatan pindah panas ke dalam bahan pangan, sehingga penguapan air dari bahan akan lebih banyak dan cepat [5, 6].

Makin tinggi suhu dan kecepatan aliran udara pengering makin cepat pula proses pengeringan berlangsung. Makin tinggi suhu udara pengering makin besar energi panas yang dibawa udara sehingga makin banyak jumlah massa cairan yang diuapkan dari permukaan bahan yang dikeringkan. Jika kecepatan aliran udara pengering makin tinggi maka makin cepat pula massa uap air yang dipindahkan dari bahan ke atmosfer.

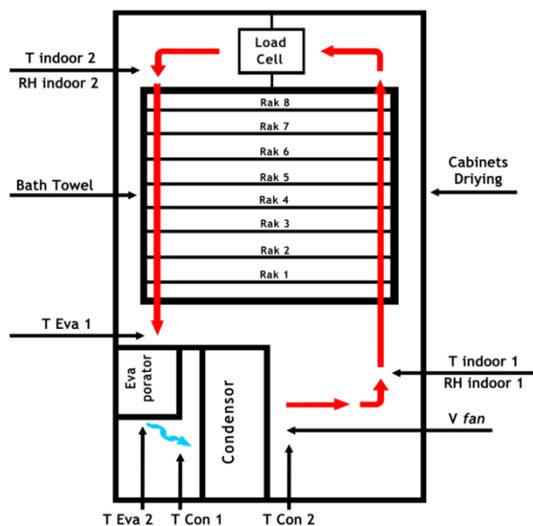
a. Laju Pengeringan (*drying rate*)

Laju pengeringan (*drying rate*) adalah banyaknya air yang diuapkan tiap satuan waktu atau penurunan kadar air bahan dalam satuan waktu. Penurunan kadar air selama proses pengeringan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan [7].

b. Nilai Laju Ekstraksi Uap Spesifik atau *Specific Moisture Extraction Rate* (SMER)

Nilai laju ekstraksi air spesifik atau *specific moisture extraction rate* (SMER) merupakan perbandingan jumlah air yang dapat diuapkan dari bahan dengan energi listrik yang digunakan tiap jam atau energi yang dibutuhkan untuk menghilangkan 1 kg air. Dinyatakan dalam kg/kWh, perhitungan SMER menggunakan persamaan [8].

Skematik titik pengambilan data pada alat pengering menggunakan pompa kalor dengan siklus udara tertutup dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1 Skematik Titik Pengambilan Data

3. Hasil dan Pembahasan

a. Temperatur

Setelah melakukan pengujian, dapat didistribusikan temperatur dan rasio kelembaban (MR) pada alat pengering seperti pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Pada Tabel 2 dan Tabel 3 menunjukkan temperatur ruang pengering selama proses pengeringan, temperatur ruangan semakin lama akan meningkat, karena pada lemari pengering menggunakan siklus udara tertutup jadi udara panas didalam ruang pengering tidak akan hilang akan tetapi akan semakin bertambah panas.

Pada alat pengering panas buang kondensor dimanfaatkan untuk memanaskan bahan sehingga kandungan air pada bahan akan berkurang. Udara panas tersebut disirkulasikan kembali melewati evaporator dan kondesor begitu seterusnya sampai pengujian selesai.

Pada pengujian ini temperatur ruang pengering selama proses pengeringan rata-rata 44,5 °C pada pengujian secara langsung tanpa memanaskan lemari terlebih dahulu dan 47 °C pada pengujian dengan memanaskan lemari selama 30 menit terlebih dahulu. Rasio kelembaban semakin lama akan menurun, semakin tinggi temperatur yang dapat dicapai didalam lemari dan semakin rendah nilai kelembaban didalam lemari, maka waktu pengeringan akan semakin cepat.

Tabel 2 Pengeringan Secara Langsung Tanpa Memanaskan Lemari

Time (minute)	MR	T out (°C)	T in (°C)
0	0,6	29,5	29,7
50	0,56	29,9	34,7
100	0,5	30,4	46,8
150	0,43	30,6	46,5
200	0,33	31,1	48,95
250	0,2	29,6	50,25
300	0,02	30,7	51,4

Tabel 3 Pengeringan Dengan Memanaskan Lemari Pengering 30 Menit Terlebih Dahulu

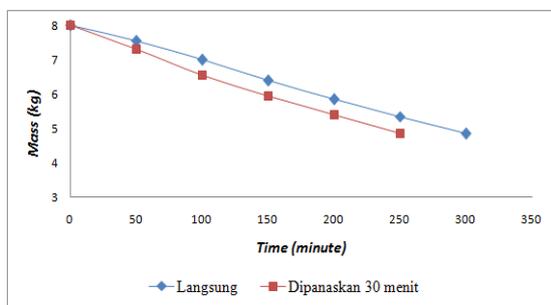
Time (minute)	MR	T out (°C)	T in (°C)
0	0,6	27,1	36,05
50	0,54	28,4	43,7
100	0,45	31,1	47,05
150	0,35	30,3	49,05
200	0,22	30,6	50,15
250	0,02	30,6	51,15

b. Kadar Air

Pada penelitian ini jumlah pisang yang dikeringkan adalah 8 kg untuk satu pengujian, dimana jumlah tersebut dibagi merata pada 8 buah rak sebanyak 1 kg untuk setiap rak nya.

Pada Gambar 2 terlihat bahwa massa pisang yang dikeringkan secara langsung dan pengeringan dengan cara memanaskan lemari pengering mengalami penurunan massa yang diakibatkan dari pengaruh temperatur ruang pengeringan meningkat. Dalam pengujian dengan cara langsung tanpa memanaskan lemari mengalami penurunan massa 3,2 kg membutuhkan waktu selama 305 menit, sedangkan pengujian dengan cara memanaskan lemari selama 30 menit terlebih dahulu mengalami penurunan massa 3,2 kg membutuhkan waktu selama 255 menit.

Jika dibandingkan hasil pengeringan menggunakan alat pengering dengan pengeringan alami, pisang yang dikeringkan dengan alat pengering jauh lebih cepat kering dibandingkan dengan pisang yang dikeringkan secara alami. Hal ini dikarenakan alat pengering menggunakan pompa kalor dengan siklus udara tertutup, sedangkan untuk pisang yang dikeringkan secara alami pengeringan berlangsung lambat terjadi karena pengaruh daerah yang terbuka.



Gambar 2 Grafik Perbandingan Massa dengan Waktu

Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4, pada pengeringan secara langsung tanpa memanaskan lemari dan pada pengeringan dengan memanaskan lemari selama 30 menit, kadar air basis basah sebesar 40% dan kadar air basis kering 66,67%. Konsumsi energi spesifik atau (SEC) pada pengeringan langsung sebesar 0,85 kWh/kg, sedangkan pada pengeringan dengan memanaskan lemari sebesar 0,78 kWh/kg.

Tabel 4 Hasil Pengujian

Massa (Kg)	t (menit)	SMER (kg/kWh)	SEC (kwh/kg)	md (gram/menit)	K _{abb} (%)	K _{abk} (%)
8	305	1,18	0,85	10,49	40	66,67
	255	1,29	0,78	12,55	40	66,67

4. Simpulan

Temperatur rata-rata ruang pengering selama proses pengeringan yaitu 44,5°C pada pengujian secara langsung tanpa memanaskan lemari terlebih dahulu dan 47°C pada pengujian dengan memanaskan lemari selama 30 menit terlebih dahulu.

Kadar air dalam pisang sere yaitu 67% sedangkan kadar air basis basah yang didapat dari pengujian yaitu 40%, maka pisang masih dapat dikeringkan lagi sebesar 27% kandungan airnya.

Semakin tinggi temperatur yang dapat dicapai didalam lemari pengering dan semakin rendah nilai kelembaban udara didalam lemari, maka waktu pengeringan akan semakin cepat.

Daftar Pustaka

- [1] Mc.Cabe, Warren L. 2002. *Unit Operation of Chemical Engineering*. Singapore: Edition 4th.Mc. Grow Hill International Book Co.
- [2] Prihatini, D., Nuswamarhaeni, S., Pohan, E. P. 1999. *Mengenal Buah Unggul Indonesia*. Penebar Swadaya: Jakarta.
- [3] Manurung, Tyson Marudut. 2014. *Rancang Bangun Evaporator Untuk Mesin Pengering Pakaian Sistem Pompa Kalor Dengan Daya 1 PK*. Universitas Sumatera Utara.
- [4] Taufiq. 2004. *Pengeringan Lapisan Tipis Kentang. (Solanum tuberosum. L) Varietas Granola*. Skripsi. Program Studi Teknologi Pertanian Universitas Hasanuddin.
- [5] Taib ,G., Sa'id ,E.G. , Wiraatmaja, S., 1988, *Operasi Pengeringan Pada Pengolahan Hasil Pertanian, Mediyatama Sarana Perkasa: Jakarta*.
- [6] Delpanro S, Azridjal A, Herisiswanto H. 2018. *Performansi Alat Pengering Tenaga Surya Pemanasan Langsung Dengan Kombinasi Penyimpanan Panas*. *Jurnal Online Mahasiswa*, Volume 5, UR. Riau
- [7] Himsar Ambarita. 2016. *Performance of a clothes drying cabinet by utilizing waste heat from a split-type residential air conditioner*. *Case Studies in Thermal Engineering* 8 : 105-114.
- [8] T. M. I. Mahlia, C. G. Hor, H. Masjuki, M. Husmawan, M. Varman and S. Mekhilef. 2010. *Clothes drying from room air*

conditioning waste heat: thermodynamics investigation. *The Arabian Journal for Science and Engineering*, 35(1B), pp: 339-351.