



Laporan Teknis Interen

PENGAMATAN LAJU PENGERINGAN PADA KOMODITAS WORTEL

Oleh

Irshan Zainuddin

Jakarta, Januari 2003
Mengetahui,

Pusat Pengkajian dan Penerapan
Teknologi Agroindustri
Direktur



Ir. Henky Henanto, MSc

**PUSAT PENGKAJIAN PENERAPAN TEKNOLOGI AGROINDUSTRI
DEPUTI BIDANG TEKNOLOGI AGROINDUSTRI DAN BIOTEKNOLOGI
BADAN PENGKAJIAN DAN PENERAPAN TEKNOLOGI**

2003

PERPUSTAKAAN

No. Induk : 0972 / H / 109
 Klasifikasi : IL. 98.04.0972
 Subjek : _____
 Harga / Asal : _____
 Pemb. / Had / Tk : _____
 Katalog : _____
 Dll. : 9 Agustus 2004,
 26-01-05

Daftar Isi

	Halaman
I. PENDAHULUAN	2
II. PENDEKATAN TEORITIK.....	2
III. METODE	3
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	5
V. KESIMPULAN	13
DAFTAR PUSTAKA	14

PENGAMATAN LAJU PENGERINGAN PADA KOMODITAS WORTEL

I. PENDAHULUAN

Cara pengawetan paling tua yang diketahui manusia adalah cara pengeringan. Prinsip dasar dari proses pengeringan adalah menurunkan kadar air bahan samapi mencapai kadar air tertentu, sehingga memungkinkan enzim-enzim tidak dapat aktif dan mikroorganismenya tidak dapat tumbuh. Pada proses pengeringan dapat dilakukan dengan menggunakan matahari maupun buatan.

Dasar proses pengeringan adalah terjadinya penguapan air keudara karena perbedaan kandungan uap air antara udara dengan bahan yang dikeringkan. Kemampuan udara membawa uap air bertambah besar jika perbedaan antara kelembaban nisbi udara sekitar bahan semakin besar.

Menurut Purwadaria & Mahdar (2000), pengeringan adalah pengambilan sebagian kadar air dari bahan pangan atau hasil pertanian dengan cara memanaskan bahan dibawah suhu titik didih. Jasad renik yang menyebabkan kerusakan bahan pangan berkembang biak dengan kehadiran air bebas dalam pangan. Disamping itu, enzim yang menyebabkan perubahan kimia dalam bahan biologis dapat berfungsi dengan kehadiran air bebas tersebut (Sagara, 1990).

Pengeringan atau dehidrasi bahan biologis, lebih-lebih hasil pertanian termasuk bahan pangan, digunakan sebagai salah satu teknik yang bertujuan untuk pengawetan. Mikroorganismenya yang menyebabkan bahan pangan basah dan rusak tidak dapat tumbuh dan berkembang tanpa air. Juga banyak enzim yang menyebabkan perubahan kimia dalam bahan pangan dan bahan biologis lainnya tidak dapat berfungsi tanpa air (Sagara, 1990; Heldman and Singh, 1981).

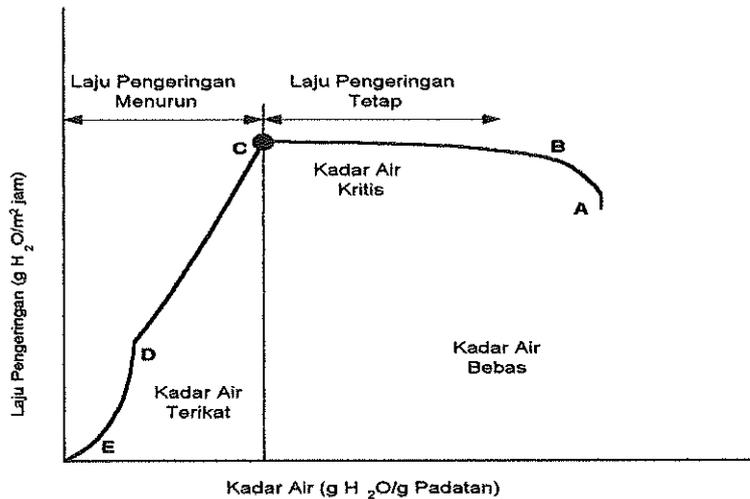
II. PENDEKATAN TEORITIK

Mekanisme pengeringan tergantung pada sifat bahan dan perilaku kontak antara bahan dengan udara pengering serta karakteristik pindah panas dan pindah massa dari luar ke dalam bahan dan sebaliknya (Sagara, 1990).

Didalam pengeringan berbagai bahan biasanya perlu memperhitungkan kemampuan pengering, mengetahui kapasitas pengering, suhu, kelembaban udara dan lama pengeringan yang dibutuhkan untuk mengeringkan suatu bahan dari kadar air awal menjadi kadar air akhir.

Kecepatan pengeringan bahan tergantung pada laju pindah panas dan massa antara permukaan bahan padat dan gas. Setelah bahan mencapai kadar air kritis dimana kandungan air bebas telah habis, maka laju pengeringan

tergantung pada laju gerak air dan jarak yang harus ditempuh oleh perpindahan air dari dalam sampai ke permukaan bahan (Purwadaria & Mahdar, 2000; Sagara, 1990).



Gambar 1. Karakteristik kurva pengeringan

Karakteristik kurva pengeringan biasanya digunakan sebagai dasar untuk membicarakan mekanisme pindah panas dan massa selama proses pengeringan tertentu dan untuk membandingkan sifat-sifat bahan dengan maksud memilih metode pengeringan. Karakteristik kurva pengeringan diperoleh dengan cara menggambarkan laju pengeringan versus kadar air basis kering seperti pada Gambar 1 (Purwadaria & Mahdar (2000); Henderson & Perry (1976); Brooker *et al.* (1973)).

III. METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang dikeringkan pada pengujian ini adalah wortel

Alat yang dipakai adalah pengering tray dryer dengan sumber panas listrik, rak penjemur, termokopel, alat perekam data, neraca serta alat-alat bantu pisau dan wadah plastik.

Prosedur Pengujian

Laju Pengeringan

1. Ikuti jalur proses persiapan pengeringan seperti pada Gambar 2. dan dilakukan penimbangan seperti petunjuk untuk mendapatkan rendemen.
2. Bagi bahan menjadi dua bagian, satu bagian untuk pengeringan dengan uap dan bagian lain untuk penjemuran.
3. Untuk mengikuti penurunan berat bahan, pisahkan cuplikan-cuplikan yang akan ditimbang setiap 15 menit pada 1 jam pertama dan setiap 30 menit untuk jam berikutnya sampai kadar air bahan sekitar 5% berat basah.
4. Ukur kadar air awal bahan dengan metode oven.

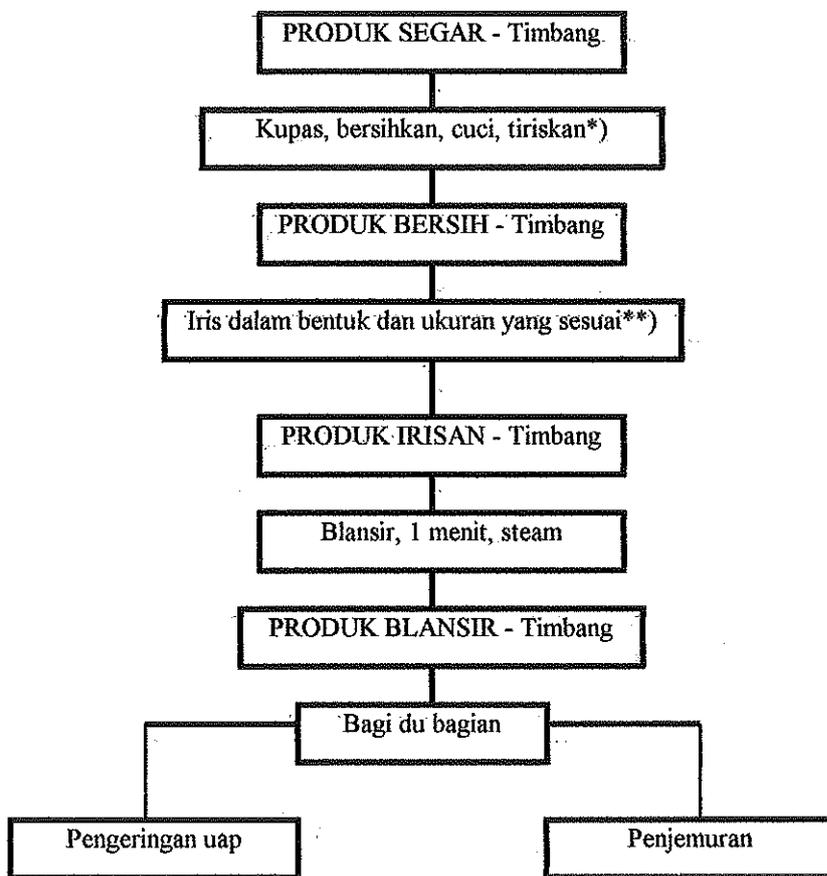
5. Suhu bahan yang dikeringkan dan suhu udara pengering diukur setiap interval waktu seperti pada Butir 3.

Penilaian Mutu Produk Kering

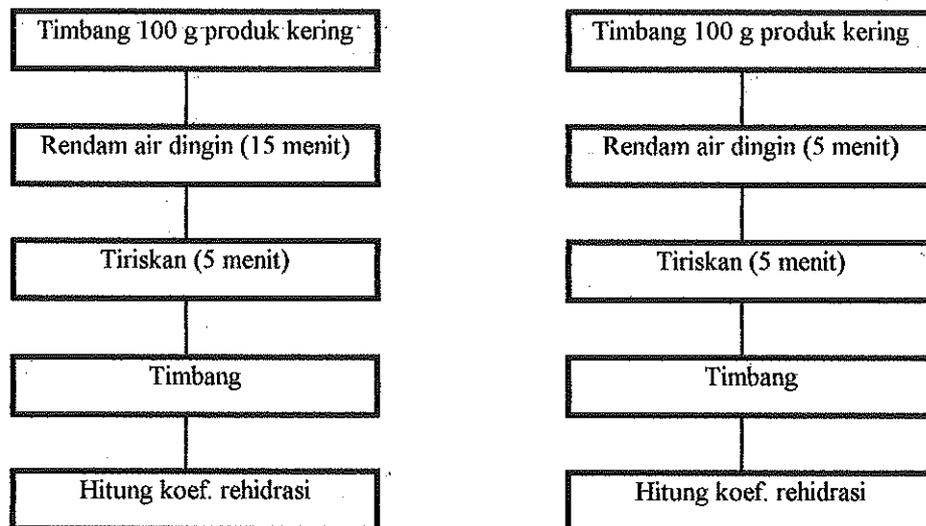
1. Produk kering diamati secara visual meliputi warna, tingkat keriput dan pencokelatan (*browning*) yang terjadi. Bandingkan dengan produk segar.
2. Cari koefisien rehidrasi produk kering dengan mengikuti prosedur seperti pada Gambar 3.

Koef. rehidrasi = berat tiris (berat setelah menyerap air)

100 g



Gambar 2. Proses persiapan pengeringan.



Gambar 3. Penentuan koefisien rehidrasi

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahan yang digunakan pada pengujian ini adalah wortel. Tabel 1 menampilkan sejumlah data terukur dalam persiapan proses pengeringan dan untuk menentukan koefisien rehidrasi.

Tabel 1. Data hasil pengukuran.

Kegiatan	Berat (g)
A. Persiapan pengeringan	
1. Produk segar	2 541
2. Produk bersih	2 464.4
3. Produk blansir	2 485
4. Produk tirisan	
a. Jemur	857.5
b. Tray dryer	1 173.5
5. Kadar air awal (%)	81%
B. Akhir pengeringan	
Produk kering	185.8
a. Jemur	199.3
b. Tray dryer	
	166.5

C. Penentuan koefisien rehidrasi	161
1. Metode penjemuran	
a. Rendam air dingin	105.8
b. Rendam air panas	107
2. Metode <i>tray dryer</i>	
a. Rendam air dingin	
b. Rendam air panas	

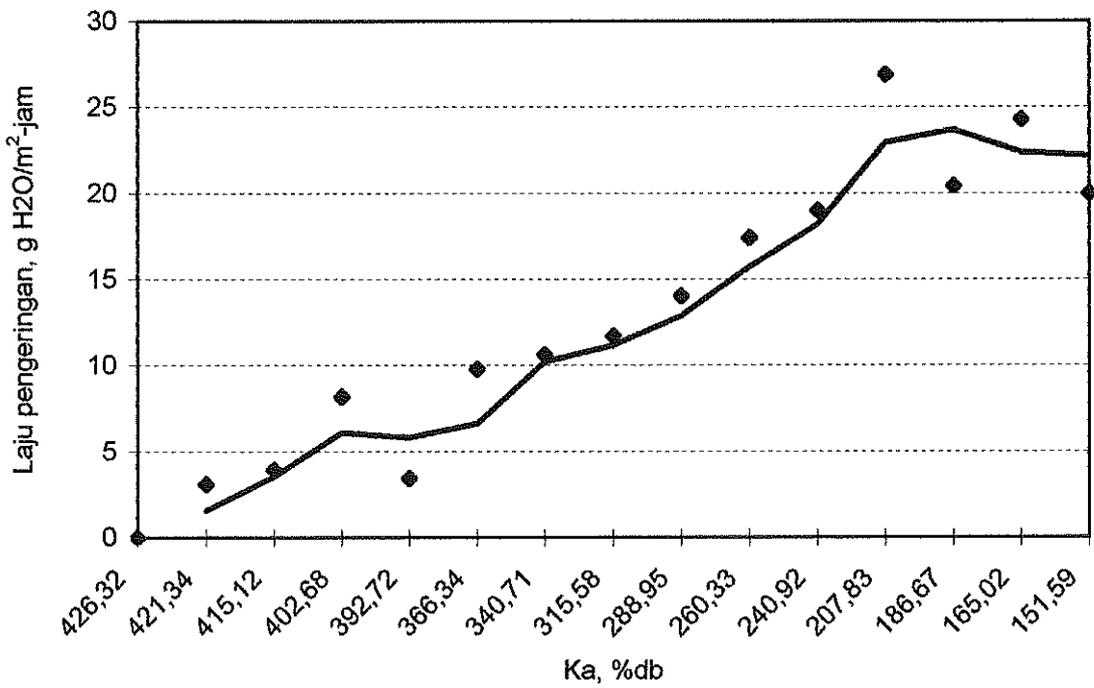
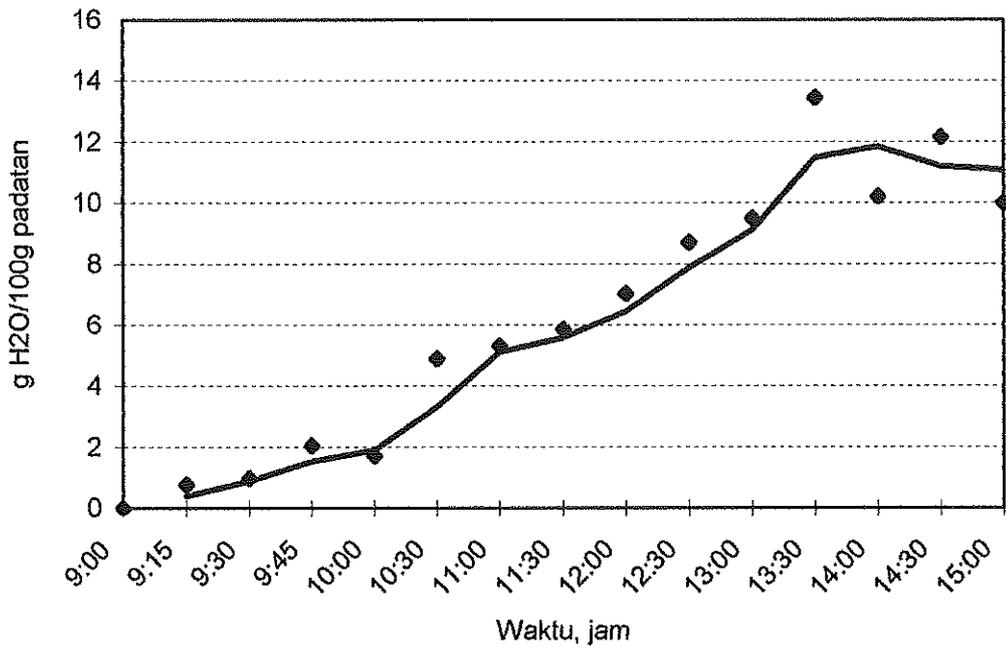
Laju Pengeringan

Dalam pengujian ini, metode pengeringan yang digunakan adalah penjemuran dengan panas matahari langsung dan dengan menggunakan mesin pengering tipe rak (*tray dryer*). Pengeringan dengan cara penjemuran sangat tergantung pada kondisi cuaca. Pengeringan bahan pertanian dengan metode penjemuran umumnya membutuhkan waktu antara 5 sampai 10 hari. Kendala lain antara lain mudah tercampur dengan benda-benda asing, kemungkinan kehilangan hasil lebih besar karena dimakan burung atau tertumpah saat pemindahan oleh pekerja dan tenaga kerja yang dibutuhkan relatif tinggi untuk keperluan menjemur dan memasukkan lagi kalau malam hari.

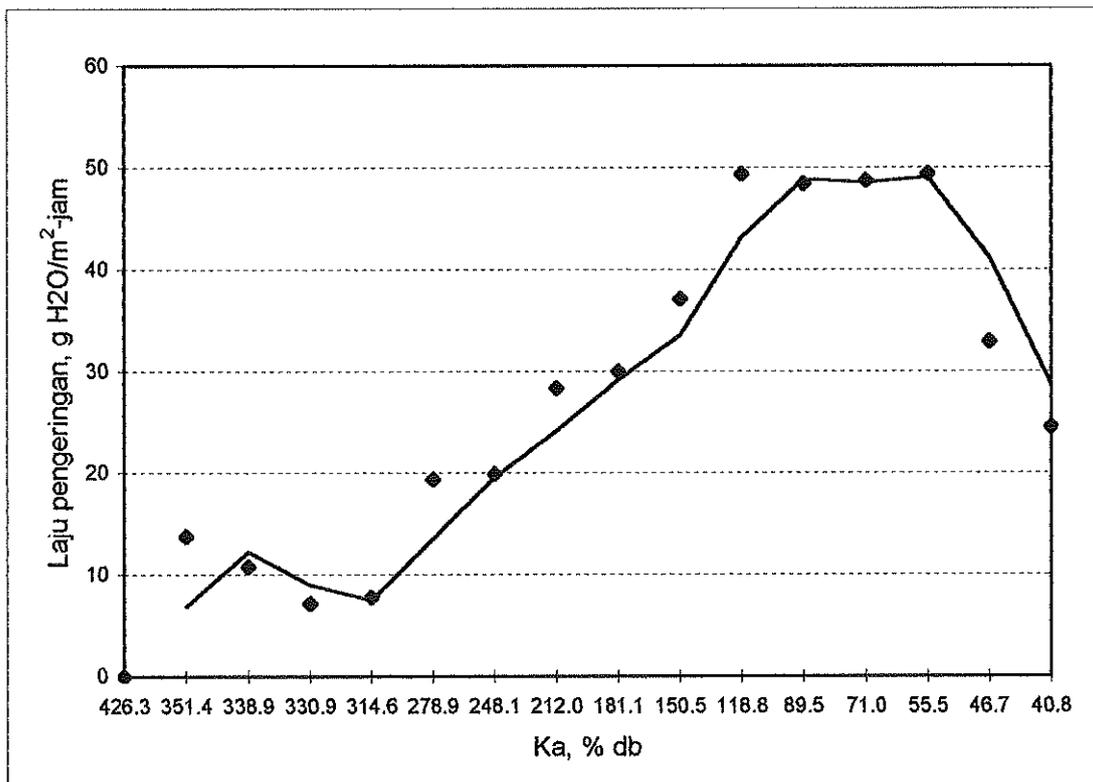
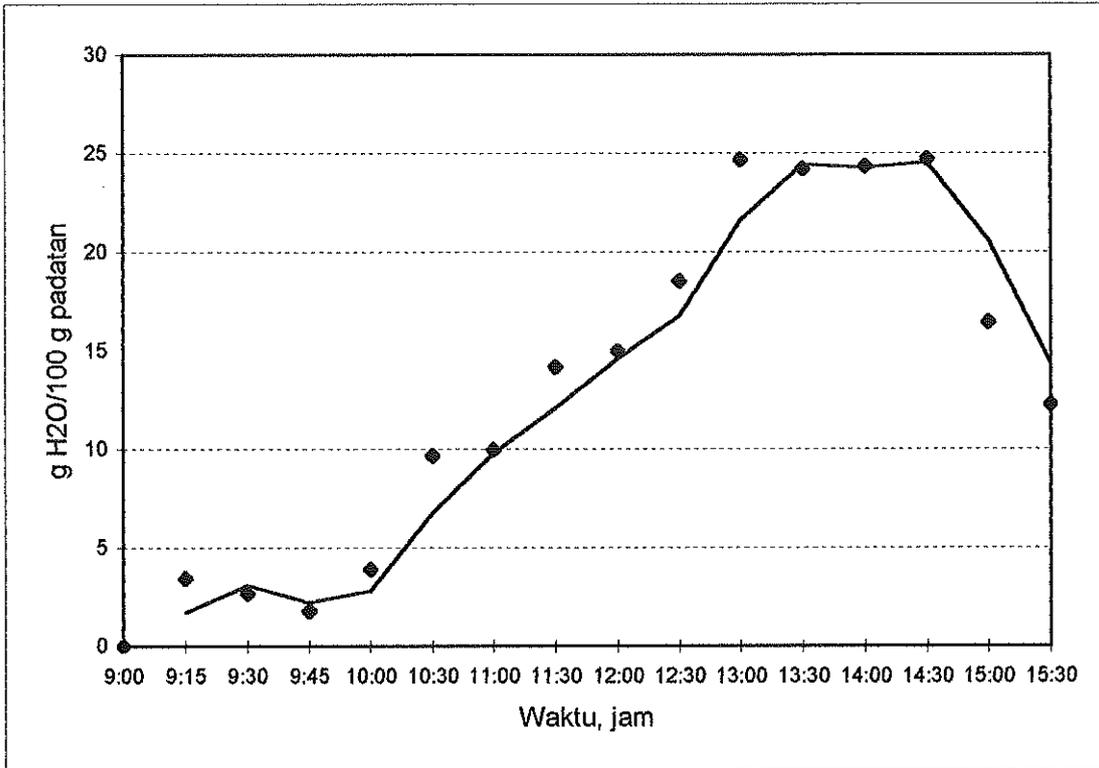
Pengering tipe rak (*tray dryer*) dapat digunakan untuk mengeringkan bahan apa saja, tetapi karena banyak tenaga kerja yang diperlukan untuk bongkar muat maka biaya operasionalnya menjadi sangat mahal dan sering digunakan untuk mengeringkan bahan-bahan yang bernilai tinggi (Sagara, 1990). Tapi produk akhir yang dihasilkan lebih seragam pengeringannya dan proses bisa dipercepat.

Gambar 4 dan 5 menunjukkan karakteristik kurva pengeringan yang diperoleh dengan kedua metode di atas. Kurva karakteristik pengeringan digunakan sebagai standar untuk membicarakan mekanisme pindah panas dan massa sejumlah proses pengeringan tertentu dan membandingkan sifat-sifat bahan dengan maksud memilih metode pengeringan yang terbaik dan layak digunakan.

Pengeringan bahan yang berbeda pada kondisi konstan yang berbeda sering memberikan kurva yang berbeda bentuknya selama periode laju pengeringan menurun. Namun, pada umumnya kedua bagian utama dari kurva karakteristik pengeringan yaitu periode laju pengeringan konstan dan periode laju pengeringan menurun selalu ada (Sagara, 1990)



Gambar 4. Karakteristik kurva pengeringan wortel dengan hasil penjemuran.



Gambar 5. Karakteristik kurva pengeringan wortel dengan menggunakan mesin pengering.

Periode laju pengeringan konstan ditandai oleh kecepatan pengeringan yang tidak tergantung pada bahan. Selama periode ini, permukaan bahan begitu basah sehingga seluruh permukaan ditutupi oleh lapisan air yang kontinyu. Periode laju pengeringan konstan dengan cara penjemuran diperoleh setelah pengeringan berlangsung selama 5 jam. Sedangkan laju pengeringan konstan dengan menggunakan mesin pengering diperoleh setelah pengeringan berlangsung selama 4.5 jam.

Kadar air kritis berbeda-beda tergantung pada ketebalan bahan dan kecepatan pengeringan karena memang bukan sifat bahan dan sebaliknya ditentukan dengan percobaan. Kadar air kritis wortel yang diperoleh dari metode penjemuran sebesar 207%db dan pada laju pengeringan $24 \text{ g H}_2\text{O/m}^2\text{-jam}$. Sedangkan metode pengeringan mekanis sebesar 119%db dan pada laju pengeringan $49 \text{ g H}_2\text{O/m}^2\text{-jam}$.

Laju pengeringan menurun tergantung pada apakah bahan tersebut berpori atau tidak berpori. Pada bahan tak berpori, pada saat tidak ada lagi air permukaan, pengeringan selanjutnya terjadi hanya pada kecepatan yang diatur oleh mekanisme air dari inti ke permukaan bahan. Keadaan permukaan yang seluruhnya kering terjadi secara perlahan-lahan sehingga tidak ada perubahan yang tajam yang dapat dijumpai pada kurva karakteristik pengeringan.

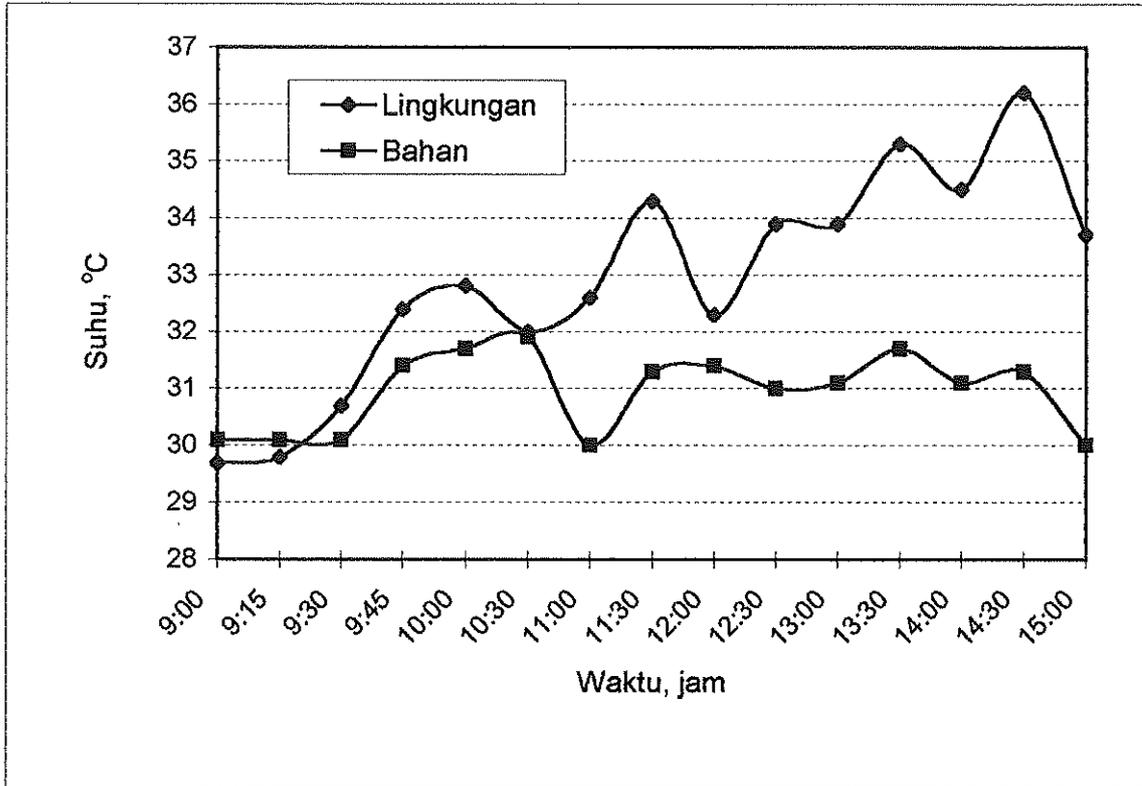
Pada bahan berpori, pada awal periode laju pengeringan menurun pertama gaya kapiler memberikan gaya pengeringan untuk mendorong air melalui pori ke permukaan, tetapi evaporasi muka air mulai bergerak menjauhi permukaan bahan. Sementara air secara pasti dibebaskan dari bahan, bagian dari pori-pori yang berisi udara semakin bertambah volumenya. Setelah bagian ini mencapai batas tertentu, air yang ada tidak mencukupi lagi untuk membuat film dipermukaan dan pori-pori diisi udara, dan ini menjadi fase yang kontinyu. Jika keadaan ini tercapai, kecepatan pengeringan secara mendadak menurun tepat pada waktu periode laju pengeringan menurun dimulai.

Pada bagian akhir proses pengeringan, kecepatan evaporasi praktis tidak tergantung lagi pada kecepatan aliran udara. Uap air harus berdifusi dengan bahan dan panas evaporasi dipindahkan ke daerah evaporasi dengan konduksi melalui bahan. Temperatur permukaan bahan mendekati temperatur bola kering udara dan gradien temperatur terdapat di dalam bahan.

Bahan yang memiliki pori-pori halus, kurva laju pengeringan di dalam laju pengeringan menurun kedua mungkin sesuai dengan model difusi dan kurva pengeringan cekung ke atas. Untuk setiap bahan yang porous, dimana pori-porinya besar, kurva laju pengeringan dalam periode kedua laju pengeringan menurun sering kali lurus, karena itu model difusi tidak dapat digunakan.

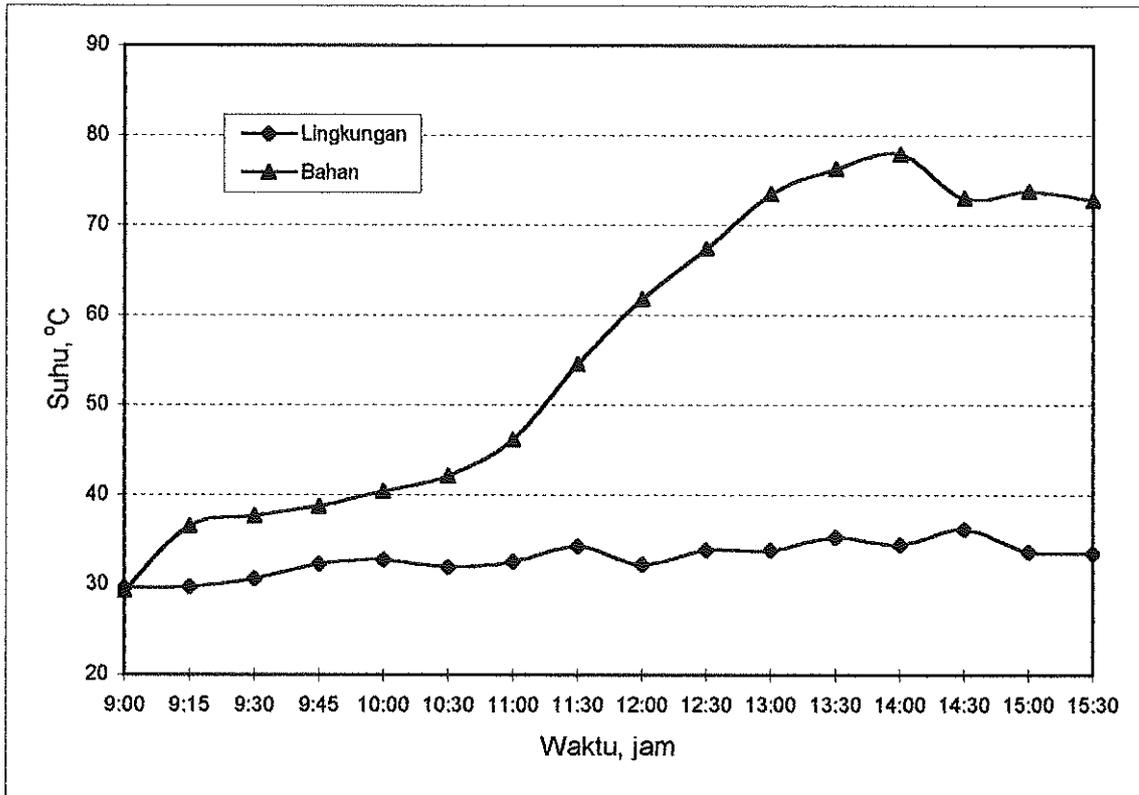
.Laju pengeringan menurun wortel dengan metode penjemuran berlangsung selama 5 jam, sedangkan dengan pengeringan mekanis berlangsung selama 4.5 jam. Kecepatan terjadinya laju pengeringan menurun maupun laju pengeringan konstan sangat dipengaruhi oleh suhu yang digunakan selama

proses pengeringan berlangsung. Oleh sebab itu, cara penjemuran laju pengeringannya ($\text{g H}_2\text{O}/\text{m}^2\text{-jam}$) lebih kecil jika dibandingkan cara mekanis (hampir 2 kali cara penjemuran). Gambar 6 dan 7 menampilkan suhu udara lingkungan dan suhu bahan selama proses pengeringan berlangsung.



Gambar 6. Kurva suhu bahan dan suhu lingkungan selama penjemuran.

Selisih suhu bahan dan lingkungan dengan cara penjemuran hanya sebesar 5°C , sedangkan dengan mesin pengering mencapai 40°C . Suhu yang tinggi berkorelasi pada jumlah energi yang dimiliki untuk menguapkan jumlah air bahan per satuan waktu besar. Hal ini dapat dilihat pada kadar air akhir bahan yang diperoleh dari lama proses pengeringan yang sama. Kadar air akhir dari hasil penjemuran dan mesin pengering masing-masing sebesar $60.25\% \text{wb}$ dan $31.8\% \text{wb}$.



Gambar 7. Kurva suhu bahan dan suhu lingkungan proses pengeringan dengan menggunakan mesin pengering.

Koefisien rehidrasi wortel hasil pengeringan dengan penjemuran (1.635) lebih kecil dibandingkan pengeringan dengan menggunakan mesin pengering (2.19). Jumlah air yang dapat diuapkan selama penjemuran lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah uap air yang dapat diuapkan oleh mesin pengering. Sehingga jumlah air yang dapat diserap wortel kering hasil penjemuran juga menjadi lebih kecil dibandingkan jumlah air yang dapat diserap wortel yang dikeringkan dengan mesin pengering. Rendemen wortel hasil penjemuran (21.66%) lebih besar jika dibandingkan cara mekanis (16.98%) karena jumlah air yang tertinggal dibahan (wortel) relatif lebih tinggi 29% dibandingkan cara mekanis.

Tabel 2. Nilai koefisien rehidrasi dan rendemen wortel.

Kegiatan	Keterangan
A. Penjemuran	
a. Koefisien rehidrasi (rerata)	1.635
- rendam air dingin	1.665
- rendam air panas	1.61
b. Rendemen, %	
B. Tray dryer	
a. Koefisien rehidrasi (rerata)	2.19
- rendam air dingin	2.183
- rendam air panas	2.2
b. Rendemen, %	

Mutu Produk Kering

Secara visual, wortel hasil penjemuran memiliki warna dan kenampakan yang lebih segar dibandingkan wortel hasil pengeringan secara mekanis. Hal ini disebabkan air yang terkandung di dalam wortel hasil penjemuran lebih besar sehingga terlihat lebih segar dan cerah. Sedangkan wortel hasil pengeringan mekanis kenampakannya lebih pucat dan keriput karena air terikat yang terkandung dalam bahan relatif lebih sedikit. Namun demikian jika disimpan dalam jangka waktu yang sama maka wortel kering hasil penjemuran akan lebih cepat rusak karena kadar air yang tinggi menyebabkan jasad renik dapat tumbuh dengan lebih baik.

V. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Dibandingkan dengan cara pejemuran dengan sinar matahari, penjemuran dengan cara mekanis lebih cepat dan lebih terjamin kebersihannya.
2. Energi panas yang dibutuhkan pengering mekanis lebih besar sehingga air permukaan dan terikat yang dapat diuapkan lebih besar dibandingkan dengan cara penjemuran. Kadar air akhir wortel dengan cara penjemuran sebesar 60.25%bb, sedangkan dengan cara mekanis sebesar 31.8%bb.
3. Koefisien rehidrasi wortel cara penjemuran (1.635) lebih kecil dibandingkan koefisien rehidrasi wortel cara mekanis (2.19) karena pada cara penjemuran air yang dapat dilepaskan lebih sedikit dibandingkan cara mekanis.
4. Rendemen wortel cara penjemuran (21.66%) lebih besar dibandingkan cara mekanis karena kadar air bahan cara penjemuran lebih tinggi dibandingkan cara mekanis (16.98%). Secara visual, wortel kering hasil penjemuran lebih cerah dan segar. Namun demikian, jika disimpan dalam jangka waktu yang sama maka wortel hasil penjemuran akan lebih cepat rusak jika dibandingkan dengan wortel hasil pengeringan mekanis.

PUSTAKA

- Brooker, D.B., F.W. Bakker-Arkema & C.W. Hall (1973). Drying Cereal Grains. The AVI Publs. Co. Inc., Wesport, Connecticut.
- Heldman, D.R & Singh, R.P.(1981). Food Process Engineering. 2nd ed. AVI Publ.Co., Wesport, Connecticut.
- Henderson, S.M. & R.L. Perry (1976). Agricultural Process Engineering. The AVI Publs. Co. Inc., Wesport, Connecticut.
- Purwadaria, H. K. & P. Mahdar. (2001). Pedoman Praktikum Teknik Pengolahan Pangan. Program Pasca Sarjana. Proyek Peningkatan Perguruan Tinggi. Institut Pertanian Bogor T.A. 1989/1990. *Unpublised*.
- Sagara, Y. (1990). Pengeringan Hasil Pertanian dan Bahan Olahan. Keteknikan Pertanian Lanjut. JICA-IPB. Bogor.