

# TEKNOLOGI PENGAWETAN BUAH TOMAT DENGAN METODE FREEZE DRYING

Isti Pujihastuti

Jurusan Teknik Kimia PSD III Teknik, UNDIP Semarang  
Jl. Prof Sudarto SH, Pedalangan Tembalang, Semarang 50239

## *Abstract*

*The laboratory equipments are important in elaboration of technologies in freeze drying, for research of the product quality, amelioration, moreover determination of transport properties. Our department has a laboratory vacuum freeze drying equipment. We can register all the data during the procedure. It's important to analyze this freeze drying procedure, because this is elementary for system designing. We have constructed the necessary measuring instruments, their arrangement. The automatization of this process isn't a simple problem. The principal measured characteristics are mass of dried product, temperature of dried product layer, temperature of the heater, vacuum, freezing temperature. We can measure the dried product's weight by a load cell, with the necessary accuracy.*

*Kata kunci : freeze drying, tomato*

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Pengeringan merupakan salah satu jenis pengawetan makanan tertua dan keberadaannya sangat penting dalam setiap aspek pada pemrosesan pangan. Buah buahan dan sayur sayuran kandungan utamanya adalah air, vitamin, karbohidrat, protein dan lemak. Pengeringan bahan bahan alam yang peka terhadap suhu seperti buah buahan, sayuran, dan segala kebaikan yang ada di dalamnya, makanan fungsional, membutuhkan metode khusus untuk mencegah produk pangan dari bahan bahan tersebut terdegradasi atau terdekomposisi baik oleh suhu, reaksi oksidasi, maupun reaksi pencoklatan enzimatis.

Freeze drying adalah salah satu metode pengeringan yang paling menakutkan. Makanan hasil proses freeze

drying dapat dianggap memiliki kualitas yang baik dibandingkan dengan produk pangan hasil pengeringan jenis lain, karena freeze drying jika diinginkan dapat mengembalikan kondisi pangan dengan kandungan air seperti kondisi awal. Hal penting lain berkaitan dengan freeze drying adalah operasi proses ini pada suhu yang relative rendah, dan apabila diaplikasikan pada bahan pangan yang peka terhadap panas maka bahan pangan tersebut akan utuh dan tidak rusak. Freeze drying umumnya lebih dapat diterima sebagai pengawet cita rasa makanan beku yang lebih baik dibandingkan dengan metode lainnya. Freeze drying memberikan hasil yang baik dalam hal pengawetan pangan, seperti aroma dan rasa yang tahan lama, memiliki sifat rehidrasi yang lenih baik jika dibandingkan dengan metode pengeringan lainnya.

Sesuai dengan namanya freeze drying, kadar air dalam produk terlebih dahulu akan diubah menjadi es yang kemudian es tersebut akan diubah fasenya secara sublimasi pada suhu dan tekanan dibawah triple point air. Penentuan massa dibawah kondisi vacuum merupakan hal yang tidak mudah untuk dilakukan kondisi batas operasi dari beberapa sensor yang terjadi dan ukurannya pun dapat terpengaruh dari beberapa gangguan, seperti getaran, aliran gas dan gradient suhu.

Bahan makanan yang memiliki nilai pasar tinggi baik untuk pemenuhan kebutuhan dalam maupun luar negeri perlu adanya penanganan pasca panen yang tepat. Seperti halnya buah tomat yang memiliki nilai jual yang tinggi baik pasar domestik maupun ekspor, sehingga didalam distribusi dan pra pengolahan diperlukan suatu metode pengawetan yang tepat yakni freeze drying.

## **B. Tujuan penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh dari proses vacuum freeze drying (VFD) terhadap panas dan perpindahan massa, kecepatan pengeringan, rehidrasi dan sifat sifat fisik irisan buah tomat yang kemudian dibandingkan dengan metode convective drying (CD).

## **TINJAUAN PUSTAKA**

Pengeringan beku (freeze drying) adalah salah satu metode pengeringan yang mempunyai keunggulan dalam mempertahankan mutu hasil pengeringan,

khususnya untuk produk produk yang sensitive terhadap panas. Keunggulan pengeringan beku, dibandingkan metoda lainnya, antara lain adalah :

- a. Dapat mempertahankan stabilitas produk(menghindari perubahan aroma, warna, dan unsur organoleptik lain).
- b. Dapat mempertahankan stabilitas struktur bahan (pengkerutan dan perubahan bentuk setelah pengeringan sangat kecil).
- c. Dapat meningkatkan daya rehidrasi (hasil pengeringan sangat berongga dan lyophile sehingga daya rehidrasi sangat tinggi dan dapat kembali ke sifat fisiologis, organoleptik dan bentuk fisik yang hampir sama dengan sebelum pengeringan).

Keunggulan tersebut tentu saja dapat diperoleh jika prosedur dan proses pengeringan beku yang diterapkan tepat dan sesuai dengan karakteristik bahan yang dikeringkan. Kondisi operasional tertentu yang sesuai dengan suatu jenis produk tidak menjamin akan sesuai dengan produk jenis lain. Dalam hal ini, penelitian rinci mengenai karakteristik pengeringan beku berbagai jenis produk sangat diperlukan karena masih sangat terbatas, khususnya untuk produk produk khas Indonesia. Pengeringan beku merupakan prosedur yang umum diterapkan pada kategori bahan, sebagai berikut :

- a. Bahan pangan dan bahan farmasi (obat obatan).

- b. Plasma darah, serum, larutan hormon.
- c. Organ untuk transplatasi.
- d. Sel hidup, untuk mempertahankan daya hidupnya dalam jangka waktu yang lama.

Pengeringan beku bahan pangan masih jarang dilakukan, karena biaya pengeringan yang relatif mahal dibandingkan harga bahan pangan tersebut. Salah satu penyebabnya adalah tingginya resistensi terhadap perpindahan panas selama periode akhir pengeringan yang menyebabkan lambatnya laju pengeringan dan sebagai konsekuensinya meningkatnya biaya operasi. Akan tetapi, disamping pembuatan kopi instan dengan pengeringan beku yang sejak lama telah dilakukan secara komersial, akhir-akhir ini produk hasil pengeringan beku semakin marak dipasar internasional, seperti udang kering dan durian kering beku.

Berbagai usaha telah dilakukan untuk meningkatkan laju pengeringan tersebut, diantaranya dengan menerapkan sistem pemanasan volumetrik menggunakan energi gelombang elektromagnetik (gelombang mikro dan frekuensi radio), dan mengatur siklus tekanan dan pemanasan selama pengeringan untuk meningkatkan konduktivitas panas dan permeabilitas uap air bagian kering bahan. Terlepas dari berbagai usaha tersebut, optimalisasi proses pengeringan beku harus dimulai dari pemahaman mendalam mengenai mekanisme pengeringan beku tersebut.

Secara umum dapat dikatakan bahwa pengeringan beku merupakan metode pengeringan yang terbaik dalam mempertahankan mutu hasil pengeringan, khususnya untuk bahan-bahan yang sensitif terhadap panas. Meskipun demikian mutu prima hasil pengeringan beku hanya dapat diperoleh melalui prosedur dan proses yang tepat dengan bahan yang dikering-bekukan tersebut. Untuk itu penelitian terhadap karakteristik pengeringan beku berbagai produk, khususnya produk khas Indonesia seperti buah eksotik, hasil perkebunan, bahan ramuan obat tradisional (jamu), dan produk perairan masih perlu dilakukan karena masih sangat langka. Data karakteristik pengeringan beku tersebut sangat bermanfaat untuk menentukan kondisi operasi pengeringan beku yang optimal untuk masing-masing produk tersebut. Disamping itu metode pengeringan beku secara ekonomis membutuhkan biaya investasi dan biaya operasional yang tinggi, sehingga dengan prosedur operasi yang optimal, diharapkan hal tersebut dapat diatasi.

Metode yang umum digunakan adalah :

- a. Penggunaan udara dingin yang ditiupkan atau gas lain dengan suhu rendah kontak langsung dengan makanan, misalnya dengan alat pembeku tiup (blast), terowongan (tunnel), bangku fluidisasi (Fluidised bed), spiral, tali (belt) dan lain-lain.
- b. Kontak langsung misalnya alat pembeku lempeng (plate freezer),

dimana makanan. Atau cairan yang telah dikemas kontak dengan permukaan logam (lempengan, silindris) yang telah didinginkan dengan mensirkulasi cairan pendingin (alat pembeku berlempeng banyak)

- c. Perendaman langsung makanan ke dalam cairan pendingin, atau menyemprotkan cairan pendingin diatas makannya (misalnya nitrogen cair dan freon, larutan gula atau garam)

Metoda pembekuan yang dipilih untuk setiap produk tergantung pada :

- a. Mutu produk dan tingkat pembekuan yang diinginkan
- b. Tipe dan bentuk produk, pengemasan.
- c. Fleksibilitas yang dibutuhkan dalam operasi pembekuan.
- d. Biaya pembekuan untuk teknik alternatif.

Nitrogen cair dan bahan pendingin bersuhu rendah lainnya telah menjadi sangat penting akhir akhir ini sehubungan dengan perannya dalam pembekuan makanan secara cepat (rapid freezing), dimana teknik pembekuan lainnya menghasilkan mutu yang rendah pada produk akhir. Perendaman langsung ke dalam cairan nitrogen telah diganti dengan sistem penyemprotan langsung pada makan yang telah didinginkan terlebih dahulu oleh uap nitrogen yang bergerak berlawanan dengan aliran makanan dalam terowongan berisolator yang lurus atau

berbentuk spiral. Walaupun biaya operasi dengan menggunakan nitrogen cair ini lebih tinggi, cara ini mengurangi oksidasi permukaan makanan yang tidak dikemas dan hilangnya air dari bahan pangan tersebut, dan keluwesan cara memungkinkan pembekuan untuk berbagai jenis bahan pangan.

## **METODOLOGI PENELITIAN.**

### **1. Bahan dan alat**

Buah tomat yang diperoleh dari pasar tradisional dibersihkan dan dicuci dengan air yang mengalir sebelum diproses lebih lanjut. Tomat yang sudah dibersihkan kemudian diiris menjadi irisan irisan dengan ketebalan 3 – 5 mm, semua sampel ditimbang sampai beratnya sekitar 220 gram.

Irisan buah tomat tersebut kemudian dikeringkan dengan menggunakan dua tipe pengering yang berbeda metodenya yakni vacuum freeze drying (VFD) dan convective drying (CD).

### **2. Metode percobaan.**

Trial yang dilakukan ditampilkan degan sebuah VFD skala pilot. VFD tersusun dari unit pendinginan, pemanasan, vakum, pengukuran skala dan sistem pengumpulan data.

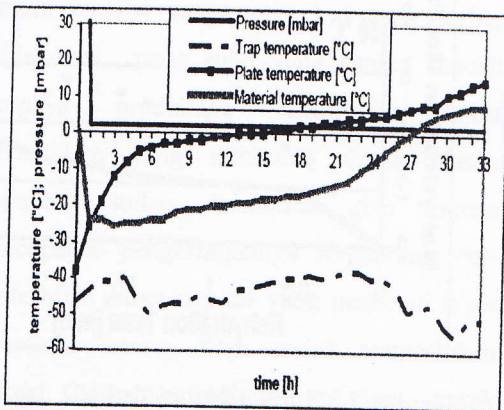
Alat VFD dioperasikan pada suhu - 50°C, tekanan 2 mbar, selama 33 jam. Parameter dari CD mengikuti ketentuan: menggunakan udara panas bersuhu 85°C, kecepatan aliran udara 0,6 m/s, dan kelembaban udara sebesar 10%. Pengeringan dilakukan didalam CD yang tersusun atas 5

papan yang masing masing berdiameter 320 mm. Jarak antar papan sebesar 15 mm. Udara panas mengalir secara langsung ke papan tersebut. Penurunan suhu sepanjang papan sekitar 2°C , diasumsikan pengeringan berjalan dengan suhu konstan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN.

### 1. Perpindahan panas dan massa.

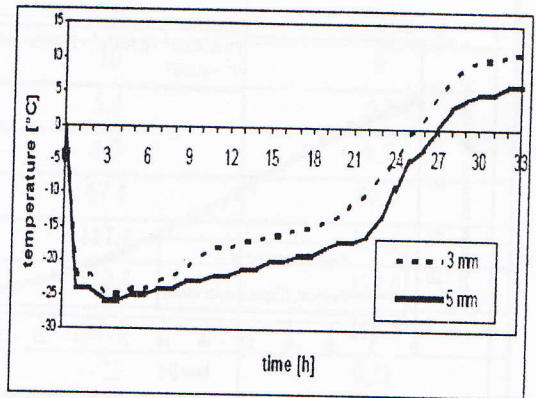
Kurva VFD merefleksikan hubungan antara suhu pemanasan, pemanasan bahan baku, laju dehidrasi, dan waktu pengeringan dalam freeze drying. Gambar 1 menunjukkan hubungan antara suhu pemanasan, temperatur rata rata tomat, suhu pendinginan trap, dan tekanan ruang sepanjang waktu perubahan. Kurva hubungan antar parameter mengindikasikan bahwa periode pengeringan yang terlama adalah pada metode VFD.



Gambar 1 : Grafik hubungan antar parameter dalam freeze drying tomat.

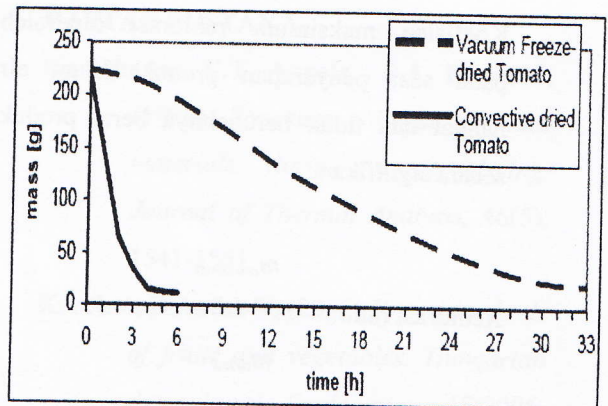
Gambar 2 menunjukkan peningkatan ketebalan bahan, waktu pengeringan menjadi lebih panjang dan dari gambar 2 juga mengindikasikan bahwa ketebalan memiliki hubungan yang tidak

linier dengan waktu pengeringan dan pengaruh dari ketebalan terhadap waktu pengeringan adalah signifikan.



Gambar 2 : Grafik pengaruh dari ketebalan pada VFD.

Seperti yang diilustrasikan pada Gambar 3 bahwa CD dapat dikatakan pengeringan lebih cepat dari pada VFD. Pada saat pengeringan mencapai 6 jam untuk CD untuk mengeringkan 220 gram tomat ( kadar air 93,4%) sampai mencapai kadar air akhir sebesar 10% dengan waktu 33 jam untuk membekukan sampel. Kecepatan maksimal dalam percobaan CD (0,23% per menit) lebih tinggi dibandingkan dengan percobaan VFD (0,04% per menit).

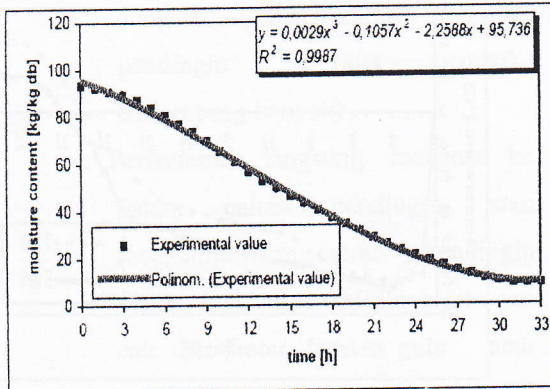


Gambar 3 : Kurva dehidrasi percobaan CD dan VFD untuk irisan tomat.

Gambar perubahan kadar air vs waktu pengeringan dari irisan tomat pada

VFD ditunjukkan oleh Gambar 4 dengan R = 99,87%

Gambar 4 : Grafik hubungan antara kadar air dan waktu pengeringan dari irisan tomat dalam VFD.



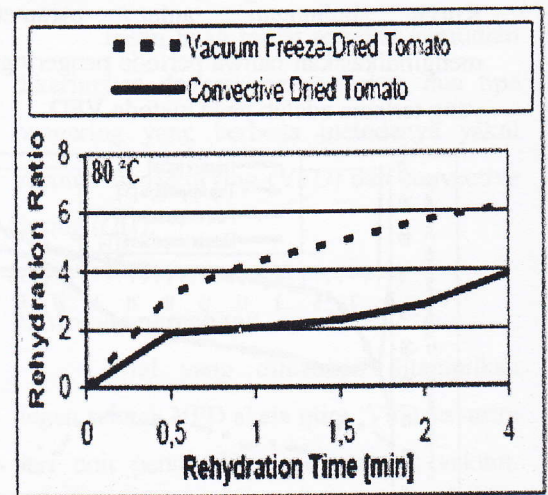
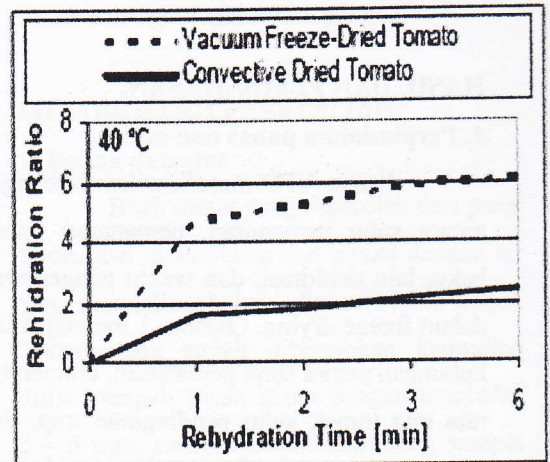
## 2. Potensial Rehidrasi.

Kapasitas freeze drying tomat untuk menghidrasi kembali telah diukur melalui penimbangan sekitar 1 gram dari hasil freeze drying setelah terserap dalam air suling untuk waktu yang berbeda. Koefisien rehidrasi (CR %) didefinisikan sebagai perbandingan jumlah air yang didapat dengan total air yang hilang selama pengeringan. Koefisien maksimum rehidrasi diperoleh pada saat penyerapan produk dalam air hangat dan tidak berubahnya berat produk secara signifikan.

$$\text{Rehidrasi ratio} = \frac{m_{\text{rehidrasi}}}{m_{\text{dried}}}$$

Kurva rehidrasi dari irisan tomat kering pada suhu 40°C dan 80°C ditunjukkan pada Gambar 5. Pada keduanya, VFD irisan tomat memperlihatkan ratio rehidrasi lebih tinggi dari pada Cd irisan tomat > Irisan tomat

hasil freeze drying, strukturnya berpori dan memiliki ratio rehidrasi paling tinggi. Pada saat air meningkat dengan kurangnya waktu rehidrasi maka perlu adanya rekonstruksi.



Gambar 5 : Kurva rehidrasi dari CD dan irisan tomat hasil freeze drying pada suhu 40°C dan 80°C.

## 3. Sifat fisis tomat

Tabel 1 : Komposisi kimia buah tomat

Samples	Raw material	Convective Drying (CD)	Vacuum Freeze Drying (VFD)
Moisture content [%]	93.4	10	9
Protein [g/100g]	7.2	5.4	6.3
Lipid Fat [g/100g]	2.1	1.2	1.7
Calcium [mg/100g]	79.3	67.4	69.3
Phosphorus [mg/100g]	134.1	117.4	123.5
Magnesium [mg/100g]	122.2	110.4	114.6
Vitamin C [mg/100g]	135	67.2	118.5
Vitamin B <sub>1</sub> [mg/100g]	0.64	0.22	0.31
Vitamin B <sub>6</sub> [mg/100g]	0.98	0.52	0.71

\* The results of chemical composition produced by Agricultural and Molecular Research Institute (College of Nyiregyhaza)

## KESIMPULAN.

Pengukuran massa keluar secara langsung dari produk adalah sangat penting setelah reaksi lyofilisasi, untuk mencapai suatu kondisi yang optimal. Freeze drying dilakukan pada suhu yang sangat rendah supaya produknya memiliki tingkat kerusakan yang minimum untuk alasan tersebut sudah disebutkan dan karena kecepatan pengeringannya tergantung dari intensitas aliran uap air yang melewati layer superfisi kering, tiap produk memerlukan suatu laju pendinginan optimum untuk menghasilkan laju dehidrasi dan rehidrasi yang efektif, yang pada akhirnya untuk memperoleh produk yang berkualitas. Efektivitas dari freeze drying tergantung dari suhu sampel dan ketebalannya setelah proses. Baik pada suhu 40°C maupun 80°C, laju rehidrasi yang lebih tinggi terjadi pada

permulaan rehidrasi. Dengan catatan sampel merupakan hasil freeze drying.

Dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa kualitas dan sampel yang digunakan adalah jauh lebih baik dari pada percobaan CD

## DAFTAR PUSTAKA.

- Karathanos, V.T. Angela , S.A. Karel.M,** (1996), *Structure collapse of plant materials during freeze drying*, *Journal of Thermal Analysis*, 46(5), 1541-1551
- Kerekes, B Antal. T,** (2006), *Drying methods of fruits and vegetables*, *Hungarian Agricultural Engineering*, 12/2006, 43-45.
- Lengyel.A,** ( 2005 ), *Determining the drying characteristics of apple*. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu*

Rzeazowski, *Seria Rolnieza* 2, 42-51 P

**Takahama. U,** (1985), *Inhibition of lipoxygenase- dependent lipid- peroxidation by quercetin- mechanism of antioxidative function,* *Phytochemistry*, 24, 1443-1446