

# Freeze Drying Technology: for Better Quality & Flavor of Dried Products



*Freeze-drying technology has been developed since 2nd World War for the purpose of blood plasma preservation in an emergency situation. Freeze drying technology is currently used in food industry to produce better quality and flavor of dried food products. Instant coffee is one of the first and popular freeze dried food product. The difference between freeze-drying technology and regular drying technology is on the mechanisms of removing water content. Removal of water in freeze-drying technology occurs at low temperature and through mechanism of sublimation, directly from solid (ice) to vapor. Freeze dried product have several advantages; including (i) minimal shrinkage or structural change, (ii) rapid rehydration, (iii) high nutrient retention, and (iv) minimal change in odor, flavor, and color.*

**Pengeringan beku** (freeze drying) merupakan salah satu teknik pengeringan pangan.

Proses pengeringan-beku mulai dikembangkan pada saat Perang Dunia (PD)II; sebagai teknik pilihan untuk pengawetan plasma darah guna keperluan darurat di medan perang. Dengan teknologi pengeringan beku; maka dimungkinkan diperoleh stok plasma darah yang tidak rusak dan bisa disimpan lama dengan tanpa memerlukan refrigerasi.

Setelah PD II berakhir, teknologi ini kemudian diaplikasikan untuk pengembangan produk-produk untuk konsumen umum. Produk pangan pertama yang diproses dengan teknologi pengeringan-beku adalah kopi; khususnya kopi instan. Sebagaimana diketahui; saat ini produk kopi instan telah menjadi produk pangan praktis yang populer di berbagai belahan dunia, termasuk Indonesia. Saat ini berbagai jenis produk olahan lainnya; seperti buah, sayuran, daging, telur, bumbu, serta berbagai jenis sup instan siap saji banyak dihasilkan dari teknik pengeringan-beku ini. Namun demikian; teknologi pengeringan beku ini sangat berperan penting pada pengembangan dan produksi

berbagai jenis produk inovatif lainnya; terutama untuk keperluan camping dan/atau hiking, ekspedisi luar angkasa, obat, vaksin, enzim, dan lain sebagainya. Pada prinsipnya; berbagai bahan pangan yang cocok dan relatif mudah untuk proses pengeringan-beku adalah produk pangan larutan, lapis tipis daging, dan irisan buah/sayuran, atau buah/sayuran utuh yang berukuran kecil. Di pasaran global, bisa kita jumpai berbagai jenis produk pangan kering-beku ini -seperti udang (utuh atau pun potongan), daging kepiting, lobster, daging sapi, dan daging ayam. Ada juga campuran aneka sayur yang merupakan bagian sup; atau pun produk bubur yang siap disajikan hanya dengan penambahan air panas saja.

Hampir semua jenis buah dan sayuran bisa dikering-bekukan; termasuk kacang- kacangan, jagung, tomat, berries, nanas dan lain-lain.

### **Mekanisme pengeringan beku**

Sebagaimana tersirat dari namanya; prinsip teknologi pengeringan beku ini dimulai dengan proses pembekuan pangan, dan dilanjutkan dengan pengeringan; yaitu mengeluarkan/memisahkan hampir sebagian besar air dalam bahan yang terjadi melalui mekanisme sublimasi. Secara ilustratif, proses pengeringan beku ini dijelaskan seperti pada Gambar 1.

Proses pengeringan beku sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 1, dapat dijelaskan

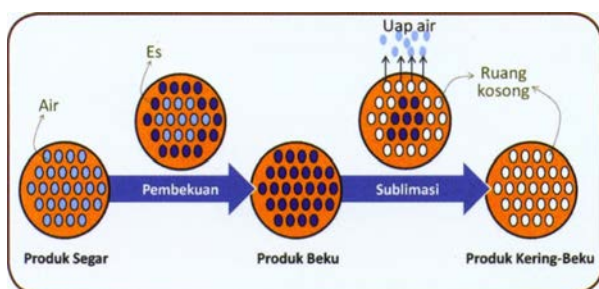


**FOODREVIEW**  
INDONESIA

Digital Magazines Available on :

**wayang** **SCOOP** **scanie**

\* Search on your iPad App Store & Android Market



Gambar 1. Skema ilustratif mekanisme terjadinya pengeringan beku.

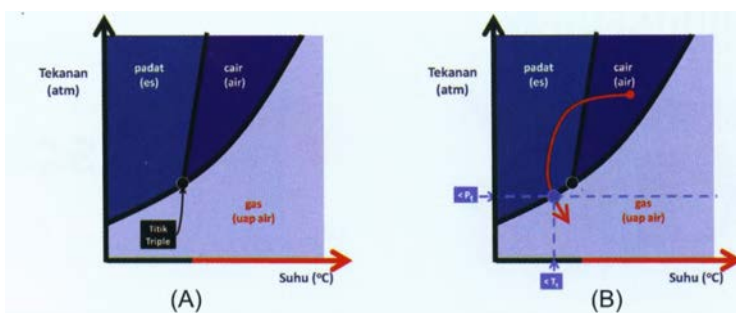
dengan menggunakan diagram fase air pada Gambar 2. Dari Gambar tersebut bisa diketahui bahwa dengan mengendalikan kondisi tekanan ( $P$ ) dan suhu ( $T$ ), air dapat berbentuk gas (uap), cair (air) atau padatan (es). Pada kondisi tertentu - yaitu pada kondisi tekanan 4,58 torr (610,5 Pa) dan suhu  $0^{\circ}\text{C}$ , air akan berada pada kondisi kesetimbangan antara uap, air dan es (Gambar 2A). Titik dimana terjadi kesetimbangan antar ketiga fase tersebut disebut sebagai titik triple. Titik triple untuk air terjadi pada pada tekanan ( $P$ ) 4.58 torr dan suhu ( $T$ )= $0^{\circ}\text{C}$ . Untuk bahan dalam kondisi beku pada tekanan yang dipertahankan tetap dibawah tekanan triple ( $P_t=4,58$  torr), dan kemudian suhu produk dinaikkan maka yang terjadi adalah peristiwa sublimasi, yaitu perubahan fase dari padat (es) ke uap (lihat Gambar 2B). Jika kondisi ini dipertahankan, maka air (es)

dalam bahan pangan secara kontinyu akan berkurang melalui proses sublimasi.

Mekanisme ini berbeda dengan proses pengeringan biasa; dimana pengeringan biasa terjadi melalui mekanisme penguapan

(evaporasi) yang biasanya terjadi pada suhu tinggi. Perbedaan antara proses pengeringan beku dengan pengeringan biasa dapat diilustrasikan pada Gambar 3. Pada Gambar 3A, proses pengeringan biasa terjadi melalui mekanisme penguapan pada suhu panas, sehingga bagian pangan yang kering akan terjadi perubahan kimia (gelatinisasi pati, karamelisasi gula, dan/ atau denaturasi protein) yang menyebabkan terbentuknya kerak

(crust) di permukaan; yang akan memberikan hambatan bagi difusi uap dari bagian basah ke udara lingkungan. Akibatnya, proses pengeringan akan terhambat dan terhenti, menghasilkan produk yang bagian luar sudah kering -bahkan terlalu kering dan menjadi kerak- tetapi bagian tengahnya masih basah. Kasus demikian sering disebut sebagai case-hardening. Pada Gambar 3B, proses pengeringan beku terjadi melalui mekanisme sublimasi yang terjadi pada suhu dingin. Karena itu, proses gelatinisasi, karamelisasi, dan denaturasi tidak terjadi, sehingga pada bagian pangan yang kering tidak terjadi perubahan pembentukan kerak. Dengan demikian, uap air bisa berdifusi dengan baik dari bagian basah ke udara lingkungan, sehingga bisa dihasilkan produk yang kering dengan baik. Secara



Gambar 2. Diagram fase air untuk menjelaskan proses sublimasi pada pengeringan beku.

Tabel 1. Perbedaan antara pengeringan biasa dan pengeringan beku.

Kriteria	Pengeringan Biasa	Pengeringan Beku
Suhu Pengeringan	37-93°C (tergantung tekanan dan aliran udara)	Dibawah titik beku
Mekanisme pengeringan	Penguapan (evaporasi)	Sublimasi
Laju pengeringan	Lambat dan tidak komplit	Cepat, dan lebih komplit
Tekanan	Umumnya pada tekanan atmosfer	Tekanan vakum
Mutu Produk	Sering menghasilkan permukaan yang keriput, kurang porus, densitas tinggi, kurang mudah dibasahkan (disegarkan) kembali, warna kegelapan, mutu flavor, nilai gizi berkurang (Lihat Gambar 3A)	Tidak menyebabkan permukaan yang keriput, lebih porus, densitas lebih rendah, mudah disegarkan kembali, warna normal, mutu flavor dan nilai gizi lebih dapat dipertahankan (lihat Gambar 3B)
Biaya	Lebih murah	Lebih mahal
Kegunaan umum	Untuk pengeringan umum, cocok untuk sayur-sayuran dan biji-bijian, kurang/tidak cocok untuk daging dan produk daging	Untuk produk dengan nilai ekonomi cukup tinggi, mikroenkapsulasi, produk instan, cocok untuk daging dan produk daging

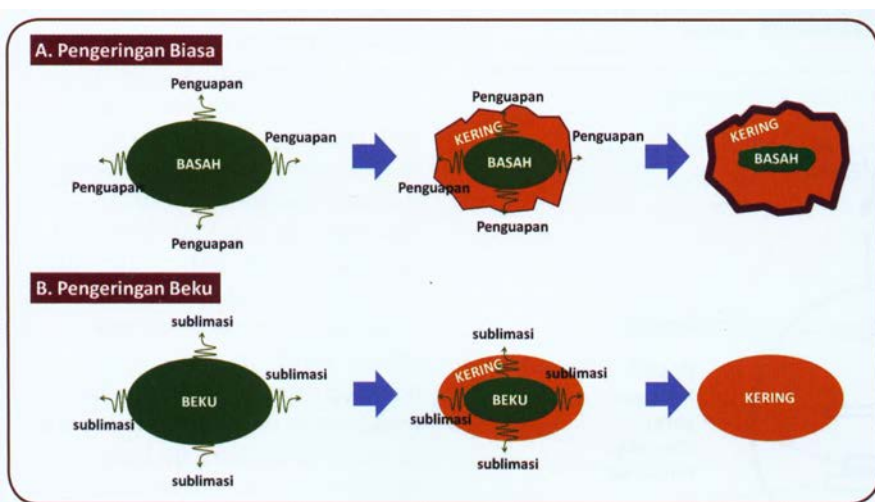
detil, perbedaan utama antara pengeringan beku dengan pengeringan biasa dapat diamati pada Tabel 1.

### Proses di industri

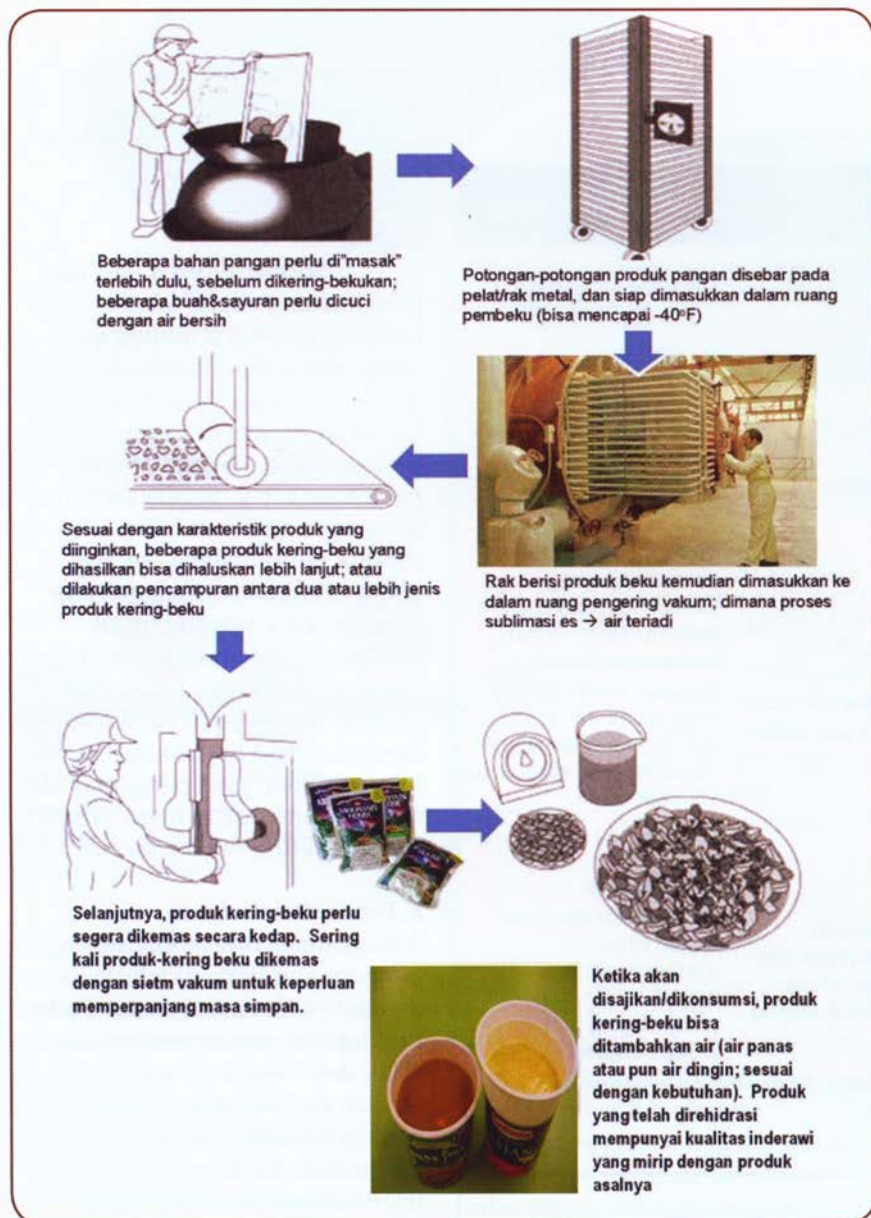
Secara industri, fasilitas pengolahan dengan teknik pengeringan-beku umumnya cukup besar dan memerlukan peralatan yang cukup modern. Secara skematis; proses produksi pangan kering-beku disajikan pada Gambar 4. Segera setelah proses pengeringan-beku, produk perlu dikemas secara kedap. Pengemasan memegang peranan yang penting untuk mempertahankan mutu produk kering- beku; karena sifat khas produk kering-beku yang memang bersifat sangat higroskopis. Untuk itu, pemilihan jenis pengemas akan sangat menentukan masa simpan produk kering-beku tersebut.

#### a. Proses Pembekuan

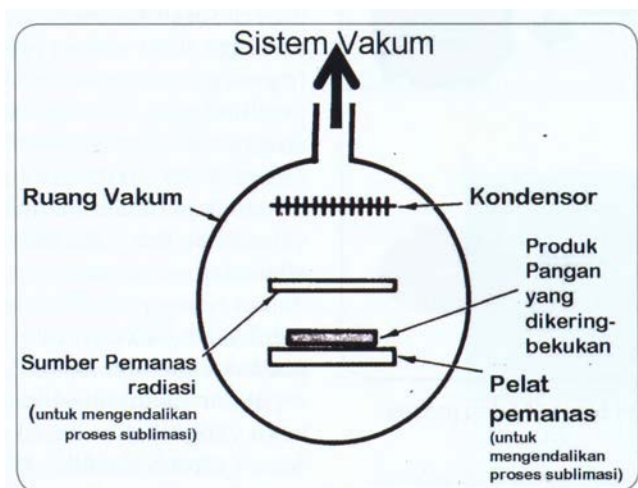
Sebagaimana diketahui, proses pengeringan-beku didahului dengan proses pembekuan. Pada prakteknya; proses pembekuan dilakukan dengan membuat lapisan produk pangan pada rak-rak (nampan) yang terbuat dari metal. Untuk produk yang telah mengalami pendinginan atau pembekuan sebelumnya; rak atau nampan hendaknya juga didinginkan terlebih dulu; sehingga tidak terjadi pelelehan (thawing) pada produk. Untuk produk kopi -misalnya- hasil seduhan kopi (pre-brewed coffee) dalam bentuk larutan kental dituangkan dalam nampan datar yang lebar. Rak atau nampan yang telah siap, kemudian dimasukkan dalam ruang pembeku dengan suhu -40°F (-40°C). Pada suhu ini, produk akan membeku dengan cepat dan akan dihasilkan produk beku yang tidak merusak tekstur. Secara umum, kualitas produk juga akan ditentukan oleh kualitas



Gambar 3. Perbedaan mekanisme proses pengeringan biasa (A) dan proses pengeringan beku (B).



Gambar 4. Skema umum proses produksi pangan kering-beku



Gambar 5. Skema umum sistim pengering beku

produk beku. Faktor utama proses pembekuan yang akan mempengaruhi mutu produk kering-beku yang dihasilkan adalah faktor kecepatan pembekuan. Proses pembekuan dapat dibedakan menjadi (i) pembekuan cepat (quick freezing) dan (ii) pembekuan lambat (slow freezing). Pembekuan cepat biasanya dilakukan pada suhu pembekuan sangat rendah, sampai sekitar -40°C, sehingga waktu pembekuan terjadi dengan cepat. Sebaliknya, pembekuan lambat dilakukan pada suhu diatas -24°C, sehingga memerlukan waktu pembekuan yang lebih lama. Secara lebih detil, aspek pembekuan ini pernah dibahas pada FOODREVIEW Edisi Juli 2007.

#### b. Pengerinan (Proses sublimasi)

Proses pengerinan (sublimasi) dilakukan dengan cara memasukkan produk beku ke dalam ruangan vakum. Harus dipertahankan bahwa kondisi proses (P dan T) tetap di bawah titik triple, sehingga bisa dijamin bahwa proses sublimasi bisa terjadi, dan tidak terjadi proses pelelehan. Dalam hal ini, kristal-kristal es yang berada pada struktur produk pangan dipaksa untuk langsung mengalami sublimasi. Hal ini bisa dicapai (lihat Gambar 3) dengan menjaga ruangan tetap vakum (biasanya tekanan ruangan sublimasi dipertahankan sekitar 0.036 psi atau sekitar 0.0025 bar) dan suhu kemudian dinaikkan secara terkontrol sampai mencapai sekitar 100°F (38°C) sehingga terjadi proses sublimasi. Dalam mekanisme alat freeze dryer, uap air yang dihasilkan ini kemudian disedot dan dikondensasikan sehingga tidak membasahi produk yang sedang dikeringkan (Gambar 5).

## Pengemasan

Faktor penting untuk bisa mempertahankan kualitas "premium" dari produk kering-beku adalah pengemasan. Produk kering-beku mempunyai sifat sangat higroskopis -mudah menyerap air. Karena itu, diperlukan proses pengemasan dan pemilihan bahan pengemas yang tepat; sehingga akan mampu melindungi produk dari kemungkinan menyerap air.

Untuk lebih memperpanjang umur simpan, terutama untuk produk kering-beku yang sensitif terhadap oksigen, sering pula dikemas dengan kemasan vakum. Penting diperhatikan bahwa proses pengemasan hendaknya dilakukan segera setelah proses pengeringan-beku berakhir.

*Purwiyatno Hariyadi*

## Referensi

Considine, Douglas M., Ed. *Food and Food Production Encyclopedia*. Van Nostrand Reinhold Company, 1982.  
Hui, Y.H., Ed. *Encyclopedia of Food Science and Technology, Volume 2*. John Wiley and Sons, 1992.

Hariyadi, P. *Pengeringan Beku dan Aplikasinya di Industri Pangan*. Diunduh dari <http://seafast.ipb.ac.id/lectures/itp530/11-itp%20530-pengeringan-beku.pdf>

# Karakteristik produk kering-beku

Produk pangan kering hasil proses pengeringan beku ini adalah produk kering -bukan produk beku. Produk yang dihasilkan sering disebut sebagai produk pangan kering-beku (freeze dried foods), dengan beberapa karakteristik umum sebagai berikut:

- Pertama; sebagaimana produk kering lainnya; produk kering-beku merupakan produk yang sangat ringan. Karakter ini penting; karena penurunan berat produk yang dihasilkan ini pada praktek perdagangan akan mengurangi biaya pengiriman dan transportasi (shipping and transportation cost). Faktor "ringan" ini telah menyebabkan produk kering merupakan produk populer bagi kalangan atau komunitas "boaters", "hikers" atau "camper" yang harus menggendong bekal pangan dengan ransel di pundaknya.

- Kedua, karena produk ini bisa disimpan dengan tanpa memerlukan referigerasi, maka -lagi-lagi- biaya pengiriman serta biaya penyimpanan (shipping and storage costs) juga menjadi ditekan.
- Ketiga, produk kering-beku merupakan produk yang stabil, tidak rentan ditumbuhi kapang dan khamir, apalagi bakteri, karena proses pengeringannya (pengurangan air) menyebabkan nilai aktivitas air menjadi turun
- Keempat, proses pengeringan yaitu proses pengurangan air yang dilakukan melalui proses sublimasi- akan menyebabkan produk kering yang porous. Porositas ini akan mempermudah proses proses rehidrasi produk; sehingga akan mempermudah pula proses persiapan untuk konsumsinya. Dengan

kata lain; produk kering-beku umumnya lebih higroskopis; lebih mudah direhidrasi, lebih mudah dilarutkan.

- Kelima, karena struktur fisik produk pangan kering-beku bisa dipertahankan selama proses pengeringan-beku, dan secara keseluruhan proses pengeringan berlangsung pada suhu rendah, maka pangan kering-beku yang dihasilkan akan mampu mempertahankan warna, bentuk, tekstur, dan flavor.

Namun demikian, proses pengeringan-beku juga mempunyai kelemahan terutama karena faktor biaya. Peralatan yang diperlukan untuk proses pengeringan-beku memerlukan investasi yang relatif besar. Hal ini menyebabkan produk-produk kering-beku dipasarkan dengan harga yang relatif mahal dibandingkan dengan produk kering sejenis.