



## Cold Storage

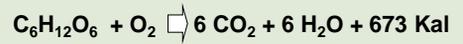


## Hortikultura

Panen



Respirasi



Umur simpan produk

- Tergantung dari laju evolusi panas
- Kondisi lingkungan



## Sayuran



**daun** : kailan, brokoli, horenzo, lettuce, kubis merah, pak choi

**buah** : kabocho, kyuri, nasubi, tomat, okra, paprika

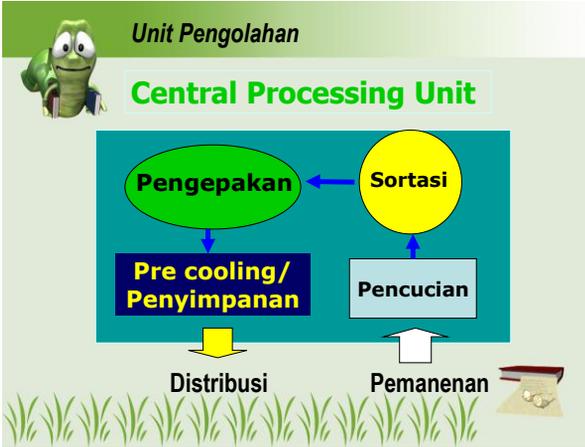


## Bunga



- Panen dilakukan pada pagi hari
- Bunga yang tidak terlalu tua atau muda
- Kemekaran bunga 60-70%
- Dilakukan secara manual dengan memotong tangkai bunga 80-90cm dengan gunting panen
- Bunga potong dibungkus pelindung bunga dan dimasukkan ember berisi air







### Sortasi

Memisahkan produk yang rusak, lepas tangkainya dsb.



### Grading

Memisahkan produk berdasarkan ukuran, bentuk dan berat



## Pendinginan

❖ proses pengambilan panas dari suatu benda/bahan sehingga suhunya akan menjadi lebih rendah dari sekelilingnya.

❖ Misal : Buah dan sayur



## Penyimpanan dingin

Bertujuan untuk mengurangi:

Aktivitas respirasi dan metabolisme

Proses penuaan (pematangan, pelunakan, perubahan warna dan tekstur)

Kehilangan air

Kerusakan karena aktivitas mikroba

Proses pertunasan



## PENDINGINAN

Selama Pendinginan :

- ❖ Laju Metabolisme Bahan Pangan → **Lambat**
- ❖ Pertumbuhan Mikroba → **Lambat**
- ❖ Enzim → **Inaktif**

Jadi, Bahan Pangan Lebih Awet

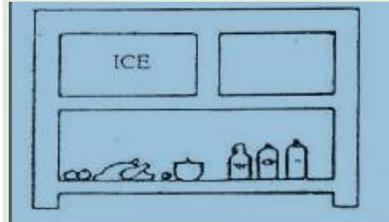




Pada dasarnya teknik pendinginan bahan pangan dapat dikerjakan dalam 2 cara yaitu : secara alami (*natural refrigeration*) dan secara mekanis (*mechanical* atau *artificial refrigeration*).



Pendinginan alami : menggunakan air dingin, es, campuran air dan es, larutan garam dan lain-lain



Pendinginan Dengan Es Secara Langsung???

Pendinginan Dengan Es Secara Tidak Langsung



Sifat-sifat yang dibutuhkan dari larutan garam sebagai media pendingin ialah : tidak korosif, mempunyai titik beku yang rendah, mempunyai panas spesifik yang tinggi, mudah didapat dan harganya murah.

Pada umumnya semakin tinggi konsentrasi larutan garam akan semakin rendah titik bekunya.



Pendinginan mekanis : menggunakan mesin-mesin yang mengatur terjadinya siklus pergantian fase uap dan fase cair dari suatu zat pendingin (*refrigerant*).

Zat pendingin adalah suatu persenyawaan kimia yang mampu menjadi penerima dan pembawa panas.

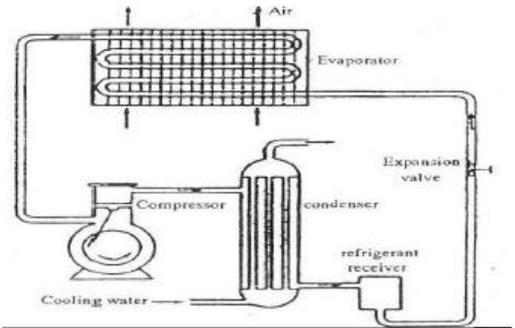




**Dasar Pendinginan mekanis dengan Sistem kompresi : terjadinya penyerapan panas oleh zat pendingin pada saat terjadi perubahan fase dari fase cair ke fase uap.**

**Komponen sistem pendinginan mekanis :**

- evaporator,
- kompresor,
- kondensor dan
- katup pengembangan



**Sistem Pendinginan Mekanis**



**Kompresor : untuk menghisap uap refrigerant dan mengkompresinya sehingga tekanan uap refrigerant naik sampai ke tekanan yang diperlukan untuk pengembunan (kondensasi) uap refrigerant di dalam kondensor.**



**Kondensor : untuk mendinginkan uap refrigerant dari kompresor agar dapat mengembun menjadi cairan.**





Mesin atau katup ekspansi ini berfungsi untuk menurunkan tekanan dari cairan refrigerant sebelum masuk ke evaporator, sehingga akan memudahkan refrigerant menguap di evaporator dan menyerap kalori (panas) dari media yang didinginkan.

### Evaporator

Juga merupakan alat penukar panas. Refrigerant cair dengan tekanan rendah setelah proses ekspansi, diuapkan dalam alat ini.



### Siklus refrigerasi :

1. Penyerapan panas pada ruangan temperatur rendah, oleh refrigerant cair pada evaporator.
2. Kompresi uap refrigerant pada kompresor.
3. Pembuangan / pelepasan panas pada ruangan temperatur tinggi, oleh refrigerant pada kondensor.
4. Ekspansi, pengembalian kondisi uap refrigerant seperti semula (refrigerant cair), oleh mesin atau katup ekspansi.



### Metode pendinginan:

**Air cooling (Room cooling, Forced air cooling)** : udara dingin

**Ice cooling** : kontak es

**Hydro cooling** : air dingin

**Vacuum cooling** : tekanan udara ruang pendingin diturunkan

#### Efektivitas proses pendinginan:

- 1 waktu pelaksanaan panen
- 2 sifat komoditi
- 3 kemasan
- 4 kapasitas produk



## Air cooling



Suhu pendingin lebih dari 0°C , debit udara 150 m<sup>3</sup>/jam

### Room cooling

Ruang dengan insulasi yang dilengkapi dengan alat pendingin

Umum digunakan tapi kurang efektif untuk segera memindahkan *field heat* produk





Udara pendingin didorong dengan kipas

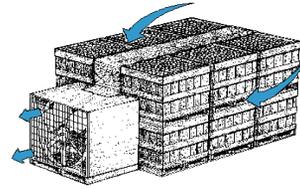
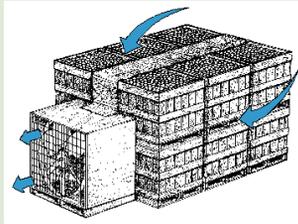
Udara bersirkulasi dengan kecepatan tinggi

75-90% lebih cepat dibanding room cooling

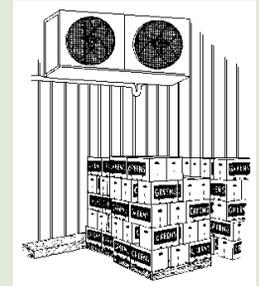
Efektif untuk produk yang dikemas

Perlu mengontrol RH antara 90-98%

### Air-forced cooling



ling



### Hydro cooling

- Panas produk dipindahkan melalui media air
- Banyak digunakan untuk sayuran untuk mempertahankan tekstur dan kesegaran daun
- Sering terjadi *mechanical injury*
- Untuk komoditi yang tidak sensitif terhadap air
- Membantu membersihkan produk
- Bisa dicampur dengan klorin untuk disinfektant



Hydrocooler





## ICE COOLING

- Metode pendinginan yang paling tua
- Bongkahan es ditempatkan di atas produk sebelum dikemas
- Air dari es yang meleleh akan mendinginkan produk
- Kelemahan :
  - \* tidak cocok untuk bahan yg tidak tahan dingin
  - \* butuh bahan pengemas yang besar → mahal transportasi
  - \* area penyimpanan, kontainer akan basah dan lembab



## Vacuum cooling

- Efek pendinginan melalui panas laten penguapan
- Metode pendinginan paling cepat
- Tekanan udara di ruang pendingin 4.6 mm Hg
- Sayuran daun seperti lettuce, cabbage, wortel, pepper, jamur, cauliflower



Alat pendingin vakum



## Faktor-faktor Yang Berpengaruh Pada Pendinginan

pengaturan suhu ruang pendingin  
kelembaban udara dalam ruang pendingin

**RH tinggi** → pertumbuhan jamur  
**RH rendah** → layu (misal sayuran dan buah-buahan) dan kulit buah akan keriput





### Tabel Metode pendinginan yang sesuai

Komoditi	Metode Pendinginan	Suhu (°C)	RH (%)
Asparagus	H	2.2	95-100
Broccoli	H	0	95-100
Cabbage	R, F	0	98-100
Cucumbers	F,H	7.2 - 10	95
Eggplant	R, F	7.8 - 12.2	90-95
Green onions	H	0	95-100
Okra	R, F	7.2 - 10	90-95
Peppers	R, F	7.2 - 10	90-95
Sweet corn	H	0	95-98
Tomatoes	R, F	7.2 - 10	90-95



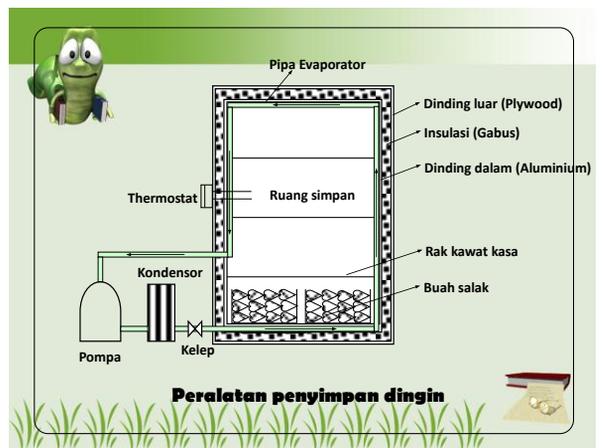
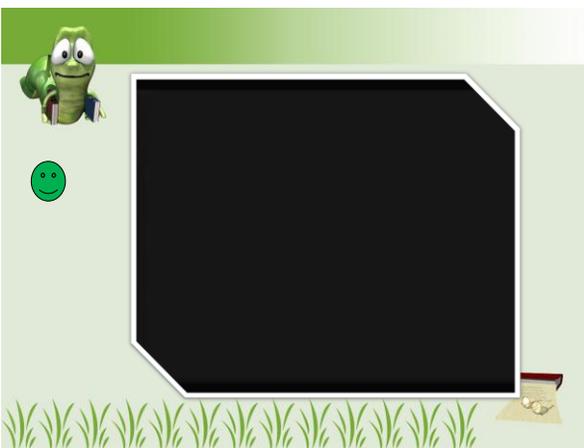
R: room cooling H: hydro cooling F: forced-air cooling



### Desain dan posisi sistem refrigerasi di truk kargo



## Refrigerated container





## Desain Cold Storage

