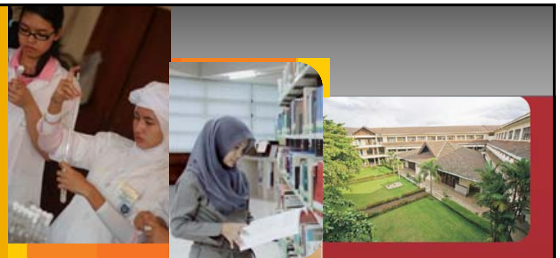


Internationally Recognized Undergraduate Program by IFT & IUFoST

ITP 200

Pengantar Teknologi Pangan

Program Studi Teknologi Pangan
Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, FATETA-IPB

Topik 11b

Pengolahan dengan Suhu Rendah

Capaian Pembelajaran

Setelah menyelesaikan topik ini, mahasiswa diharapkan mampu :

- mengilustrasikan prinsip dan proses pengolahan pangan dengan suhu rendah (pendinginan dan pembekuan).
- menjelaskan prinsip keterlibatan energi dalam proses refrigerasi/pembekuan.
- menjelaskan prinsip kerja sistem refrigerasi mekanis.

Sub Topik

- 11.1. Pengertian dan Contoh Proses Pendinginan dan Pembekuan
- 11.2. Keterlibatan Energi
- 11.3. Prinsip Kerja Sistem Refrigerasi Mekanis

Pendinginan dan Pembekuan

- Pendinginan dan Pembekuan dibatasi oleh titik beku
- Pengambilan panas dari sistem yang didinginkan/dibekukan
- Penting
  - Karakteristik Bahan
  - Pengaruh suhu terhadap reaksi

Prinsip Pengawetan Suhu Rendah

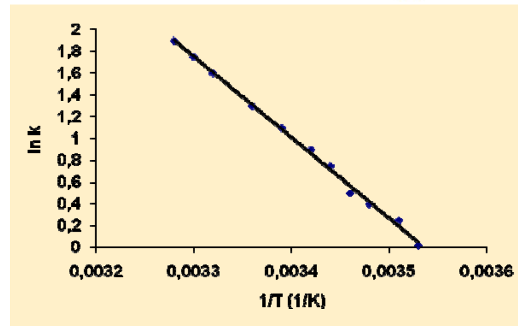
- Suhu rendah memperlambat laju reaksi
- A + B → C + D
- Laju reaksi dapat dinyatakan sebagai berikut

$$V = k[A]^m[B]^n$$

- Ketergantungan terhadap suhu: Persamaan Arrhenius

Model Persamaan Arrhenius

$$lnk = lnA + (Ea/R)\left(\frac{1}{T}\right)$$



Contoh Soal; Degradasi Riboflavin

Suhu (°C)	1,7	4,4	10
k (1/dt)	0,001652	0,002272	0,003115

- Reaksi ordo 1
- Tentukan;
  - Ea : 11369,7 kcal/mol
  - Persentase kehilangan riboflavin pada ketiga suhu penyimpanan setelah penyimpanan 0, 24, 48 dan 72 jam.

Persentase Kehilangan = $(1 - e^{-kt})$ x 100

Lama (jam)	1,7°C	4,4°C	10°C
0	0.00	0.00	0.00
24	3.89	5.31	7.20
48	7.62	10.33	13.89
72	11.21	15.09	20.09
96	14.67	19.60	25.85

Suhu Rendah

- Menurunkan laju reaksi kimia/biokimia
  - Termasuk pertumbuhan mikroba
- PENTING : Sifat Bahan Pangan
  - Chilling injury
- Suhu optimum bahan

Pendinginan

Suhu penyimpanan optimum	Contoh jenis-jenis produk pangan
-1°C sampai 1°C	Ikan segar, daging, sosis, daging giling, daging, ikan asap
0°Csampai 5°C	Susu, krim, yoghurt, salad (lalapan), sandwich
0°C sampai >8°C	Daging masak, daging kuring, margarin, keju, berbagai buah dan sayuran

Tidak semua bahan pangan tahan disimpan dingin: mengalami *chilling injury* → Pencoklatan, gagal matang, tekstur sangat lunak, dll.
Contoh : pisang, kentang, bawang

Penyimpanan Dingin

- **Beberapa definisi:**
  - Cool Storage : 5 – 20°C/ 0 – 15°C
  - Cold Storage : (-1) – (-5)°C
  - Chilled Storage : (-5) – (0°C)
  - Frozen Storage : (-10) – (-30°C)
- **Mengurangi:**
  - Respirasi dan metabolisme
  - Penuaan : pelunakan, perubahan warna dan tekstur
  - Transpirasi
  - Aktivitas bakteri, kapang dan khamir
  - Pertumbuhan yang tidak dikehendaki; mis. Pertunasan

Suhu Optimum Penyimpanan Buah

Bahan	Suhu Terbaik (°C)	Kerusakan jika di bawah suhu optimum
Alpukat	7.5	Coklat bagian dalam
Anggur	7.5	Luka, bopeng, coklat dalam
Apel	1 – 2	Coklat dalam, lunak dan pecah
Jeruk	2 – 3	Kulit tidak beraturan
Mangga	10	Warna pucat bagian dalam
Nenas++)	10 – 30	Lembek
Pepaya	7.5	Pecah
Pisang	13.5	Warna gelap jika masak

Suhu Optimum Penyimpanan Sayur

Bahan	Suhu Terbaik (^oC)	Kerusakan jika di bawah suhu optimum
Buncis	7.5 – 10	Bopeng, lembek, kemerahan
Kentang	4,5	Coklat (browning)
Ketimun	7,5	Bopeng, lembek, busuk
Kol$^{++)}$	0	Garis-garis coklat tangkai
Terung$^{++)}$	7 – 10	Bintik-bintik coklat
Tomat hijau	13	Tidak berwarna jika masak, mudah menjadi busuk
Tomat matang	10	Pecah
Wortel$^{++)}$	0 – 1,5	Pecah

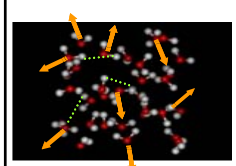
Pembekuan

- Penyimpanan bahan pangan dalam keadaan beku
- Suhu (- 12) – (-24^{o}C)
- Tidak memperbaiki mutu, hanya mengawetkan
- Mutu bahan pangan harus dalam keadaan paling baik *(prime condition)*
  - Buah cukup keras dan matang
  - Sayuran segar lapang (*garden fresh*), lembut dan matang seragam
  - Daging, ikan dan unggas bermutu tinggi, bersih dan siap dimasak sebelum dibungkus untuk dibekukan

Aplikasi Pembekuan

- Buah utuh atau hancurannya (stawberry, *blackcurrant*, dll)
- Sayuran (kacang polong, jagung manis, kentang, dll)
- *Seafood* (ikan, udang, rajungan, olahan ikan)
- Daging (sapi, ungggas, dll) dan olahannya (sosis, burger, dll)
- Produk bakery (roti, mantao, cakes)
- Pangan siap saji (pizza, es krim, dll)

Water vs Ice



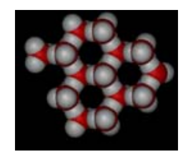
Water

Direction of motion

H Bond

Changes

- Sensible heat of water is released
- Nucleation occurs
- Lattice structure starts forming
- Latent heat is released
- Volume changes
- Sensible heat of ice is released



Ice

Nucleation

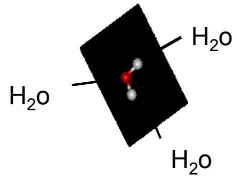
Before ice is formed a nucleus of water molecule must be present

Homogeneous nucleation:

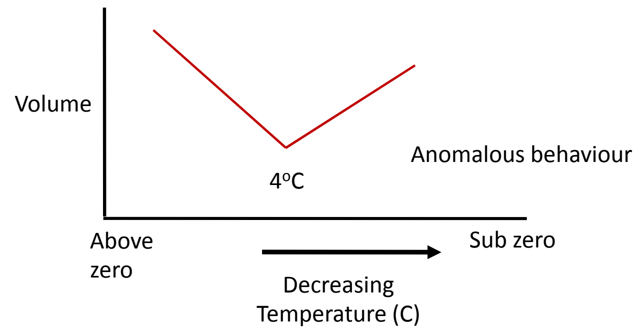
- The probable orientation of water molecules around a water molecule nucleus.

Heterogeneous nucleation:

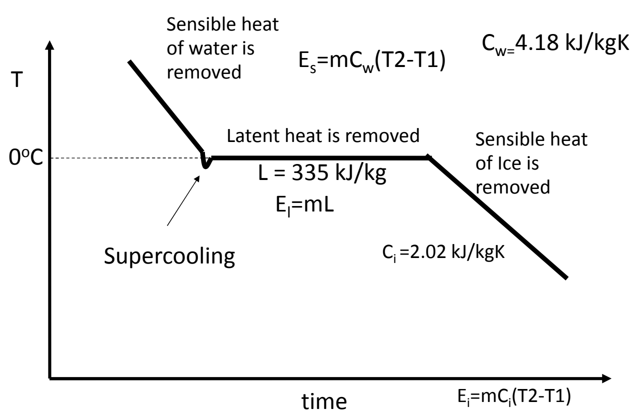
- The probable orientation of water molecules around suspended particles, cell walls, biopolymers etc.



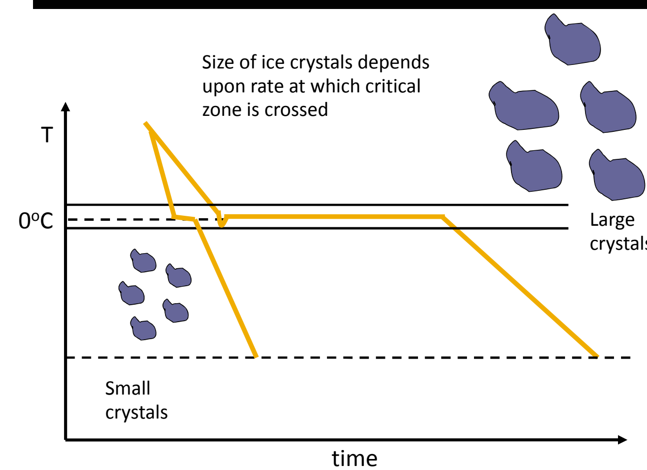
Volume Change of Water with Decrease in Temperature



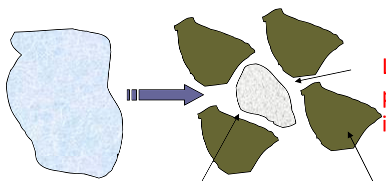
Temperature Change of Pure Water during Ice Formation



Critical Zone



Changes in Foods



Slow freezing

Growing ice crystal damages cell tissue

Effect on Food

- Food components
  - pigments, flavours, nutritionally important components : Very little damage
  - Degradation : chloroplasts, vitamin (esp. vit. C)
  - Browning of certain fruits and vegetables
  - Oxidation of lipids
- Meat has more flexible muscle structure than plant tissues
  - Therefore, damage to meat is less
- Drip loss
  - If cells are permanently damaged, then cellular material doesn’t regain turgidity upon thawing and leeks out of food.

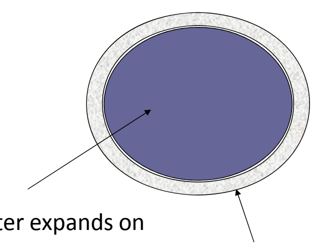
Fast Freezing

Smaller ice crystals are formed inside and outside of cells.

Same Vapour pressure inside and outside of food → Less damage

Water doesn’t migrate from free to crystal region

Very Fast Freezing



Inside water expands on freezing

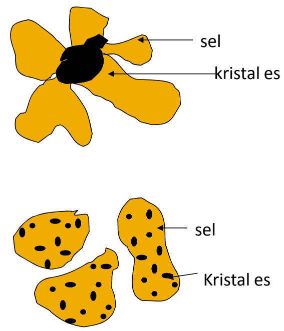
This causes cracking of foods

Ice crust formed on outside

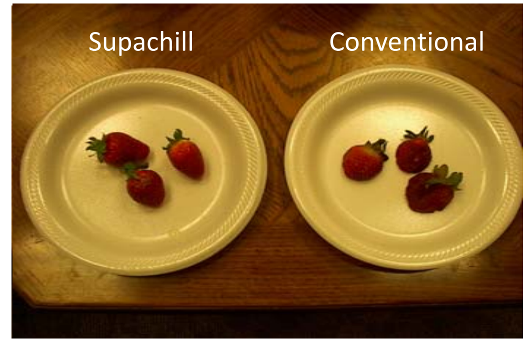
Pembekuan

Kelebihan pembekuan cepat dibanding pembekuan lambat :

- Kristal es yang terbentuk kecil-kecil
- Kerusakan mekanis lebih sedikit
- Pencegahan pertumbuhan mikroba cepat
- Kegiatan enzim cepat terhenti
- Mutu lebih baik

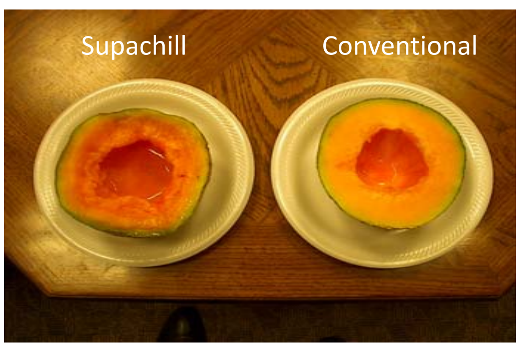


Pembekuan



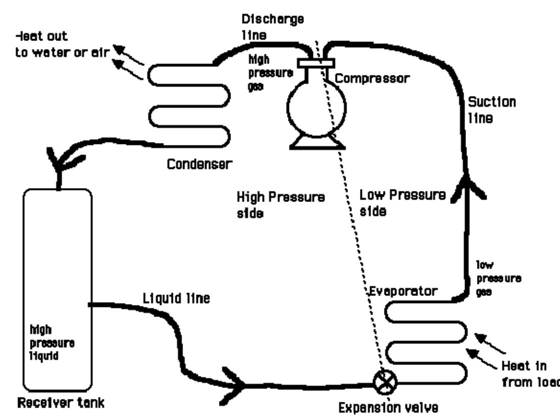
Thawed strawberries frozen with the Supachill method (left) compared to conventional method (right). Note the darker color, unacceptable consistency and water loss with conventional freezing (Courtesy: Dr. Pond)

Pembekuan

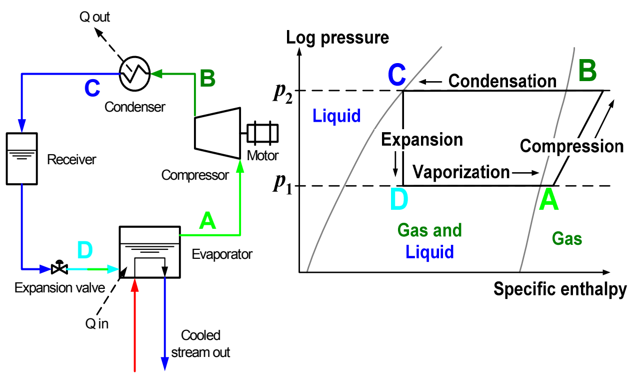


Thawed cantaloupe frozen with conventional method (left) and with Supachill (right). Note the darker color, unacceptable consistency and water loss with conventional freezing (Courtesy: Dr. Pond)

Sistem Refrigerasi Mekanis

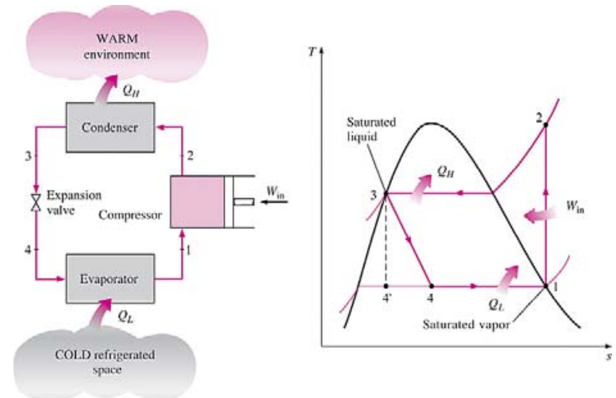


The Basic Refrigeration Cycle

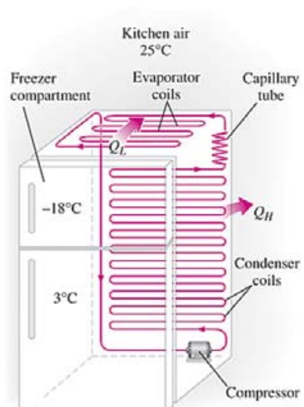


(Dossat, 1991)

Ideal Vapor-Compression Refrigeration Cycle



An Ordinary Household Refrigerator



Mengapa bisa Mendinginkan ?

- Mengalirkan refrigerant sebagai pengambil panas
- Terjadi perubahan P dan T
- Dapat diikuti dalam diagram, digunakan untuk penghitungan dalam refrigerasi
  - Masuk kompressor dengan PT rendah
  - Keluar kompressor sbg gas bertekanan tinggi
  - Membuang panas di kondensor
  - Keluar kondensor sbg cairan dengan P tinggi
  - Penurunan tekanan di expansion valve
  - Masuk evaporator sbg cairan dengan PT rendah
  - Menyerap panas di evaporator
  - Keluar evaporator sbg gas bertekanan rendah
  - Masuk kompressor kembali