




IFT Leading the minds that feed the world IUfoST

Internationally Recognized Undergraduate Program by IFT & IUfoST

ITP 200
Pengantar Teknologi Pangan

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





Topik 5

Pengantar Fenomena Perpindahan


Capaian Pembelajaran
Setelah menyelesaikan topik ini, mahasiswa diharapkan mampu :

- Mampu menjelaskan fenomena perpindahan (pindah massa dan pindah panas)
- mampu mendeskripsikan 3 fenomena perpindahan dalam pengawetan dan pengolahan pangan




Sub Topik

- 1.1. Mengapa terjadi Perpindahan (Momentum, Panas, Massa)
- 1.2. Kejadian Fisik Dalam Perpindahan
- 1.3. Bantuan Matematika untuk Memahami Perpindahan




Mengapa terjadi Perpindahan ?

- Ditemui di berbagai aspek kehidupan: karena adanya kesenjangan
 - Urbanisasi : kesenjangan pendapatan
 - Perpindahan panas : perbedaan suhu
 - Osmosis : perbedaan konsentrasi




Ada yang Menghambat ?

- Urbanisasi : dihambat oleh jarak
- Perpindahan panas : dihambat oleh jarak dan bahan yang menghalangi
- Osmosis : dihambat oleh jarak
- Perpindahan uap air: dihambat kemasam
- Di Berbagai aspek kehidupan




Jadi,

- Ada faktor pendorong = kesenjangan
- Ada faktor penghambat
- Laju Perpindahan
 - Berbanding Lurus dengan Faktor Pendorong
 - Berbanding Terbalik dengan Faktor Penghambat
- Laju = k (kesenjangan/hambatan)



Pengolahan dan Pengawetan Pangan

- Menggunakan berbagai unit operasi
- Banyak dikembangkan di Teknik Kimia
- Spesifik untuk Bahan Pangan
 - Generally perishable
 - Particular condition (hygiene, cleanliness etc)
- Unit Operation :
- every chemical process conducted at any scale can be decomposed in an ordered series of what can be called unit operation, as pulverization, drying, crystallization, filtration, evaporation, distillation, etc. The amount of these unit operation is not very large and, generally, only few of them take place in a determined process. (Prof Little, MIT)



Prinsip Dasar Unit Operasi

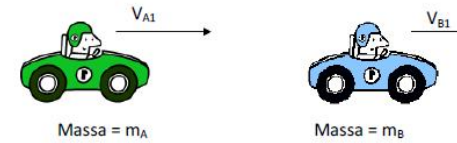
- Fenomena perpindahan
 - Ditemui dalam berbagai aspek kehidupan
 - Definisi
 - Fenomena fisik yang terjadi pada saat sistem berada jauh dari keadaan setimbang
 - Sesuatu yang berpindah : *flux*
- Kondisi pengolahan menciptakan suasana kondusif untuk terjadinya perpindahan
 - Panas, Momentum dan Massa

Contoh Fenomena Perpindahan

- Penyebaran / disipasi aroma atau bau di udara; difusi massa,
 - Terjadi perpindahan massa dari suatu tempat yang konsentrasi senyawa penimbul aroma/baunya tinggi ke daerah yang konsentrasinya rendah.
- Konduksi panas pada bahan padat
 - Panas merambat dari daerah yang suhunya tinggi ke daerah yang suhunya lebih rendah.
- Pada aliran fluida, jika terdapat perbedaan kecepatan antara dua titik, maka sistem akan mengupayakan penyamaan kecepatan melalui perpindahan momentum.

Apakah Momentum itu ?

- Dimiliki oleh benda bermassa yang mempunyai kecepatan
- Massa x kecepatan



Ilustrasi Perpindahan Momentum




Apa akibatnya ?



Setelah Bertumbukan



- A mengalami perlambatan
- B mengalami percepatan
- Dengan kata lain
- Terjadi perpindahan kecepatan dari A ke B
- Perpindahan Momentum



Gaya untuk Percepatan dan Perlambatan

$F_A = m_A a_A$ dan $F_B = m_B a_B$

Karena


$a_A = \frac{dv_A}{dt}$ dan $a_B = \frac{dv_B}{dt}$

maka

$F_A = m_A \frac{dv_A}{dt}$ dan $F_B = m_B \frac{dv_B}{dt}$

Atau

$F_A dt = m_A dv_A$ dan $F_B dt = m_B dv_B$



Jika, keduanya diintegrasikan


$$\int_{t_1}^{t_2} F_A dt = m_A \int_{v_{A1}}^{v_{A2}} dv_A$$

$$F_A \Delta t = m_A (v_{A2} - v_{A1}) = m_A v_{A2} - m_A v_{A1}$$

$$\int_{t_1}^{t_2} F_B dt = m_B \int_{v_{B1}}^{v_{B2}} dv_B$$


$$F_B \Delta t = m_B (v_{B2} - v_{B1}) = m_B v_{B2} - m_B v_{B1}$$

Momentum = massa x kecepatan
 Impuls = Gaya x Waktu = perubahan momentum



Jadi, ..

- Penyebab percepatan mobil B, gaya yang diberikan oleh mobil A, F_a
- Penyebab perlambatan mobil A, gaya yang diberikan oleh mobil B, F_b
- F_a dan F_b merupakan gaya aksi dan gaya reaksi
- Perubahan momentum pada kedua mobil bernilai sama
 - Momentum yang diberikan oleh mobil A = momentum yang diterima oleh mobil B
- Terjadi perpindahan momentum
 - Arah perpindahan sejajar dengan arah gaya F
 - Terjadi ketika kedua mobil bertabrakan atau bersentuhan
 - Lamanya waktu persentuhan adalah sebesar Δt .



Dapat disimpulkan,

- Benda diam memiliki momentum sebesar nol satuan.
- Benda yang bermassa m dan bergerak dengan kecepatan v memiliki momentum sebesar mv.
- Momentum sebuah benda dapat berpindah ke benda lain jika antara keduanya terjadi persentuhan atau adanya interaksi gaya antara dua benda.
- Jumlah momentum sebelum dan sesudah interaksi adalah sama.
- Momentum pada sebuah sistem adalah kekal.
- Jika mobil diganti air atau udara : PERGERAKAN FLUIDA

Bukti Eksperimental; Percobaan Reynolds

Menyuntikkan zat warna pada suatu aliran

Jalur pergerakan zat warna pada aliran yang berbeda

Aliran Laminar

atau

Aliran Transisi

Aliran Turbulen

Pindah Panas

- Animasi Kejadian Fisik Pindah Panas
- Heat: A form of energy that is transferred due to difference in temperature between two bodies. (Thermal Energy)
- The heat stored in a system can be used to perform useful work
- Heat = Useful Work + Wastage

Pindah Panas

- Unit dan Dimensi
 - Energi : Joule, Calorie (4,18 J)
 - Power :
 - Rate of heat transfer: Energy transfer per unit time; Watts = Joules/sec
- Forms of heat transfer
 - Conduction
 - Convection
 - Radiation

Dua Benda yang Berbeda Suhu

hot substance

cold substance

Apa yang terjadi jika keduanya dirapatkan ?

Dua Benda yang Berbeda Suhu

What's going to happen to the temperature of the small block?

What's going to happen to the temperature of the large block?

Dua Benda yang Berbeda Suhu


- Heat is a form of energy that flows from one object to another
- Always from hot to cold
- But what is happening at the particle level?
- How are particles involved in the flow of heat?
- Let's see what's happening *between* the hot and cold blocks

Konduksi

- Transfer of thermal energy due to molecular oscillations
- Contoh
 - From cookie sheet to cookies and inside cookies
 - Inside steak being heated over a grill
 - Mixing and Agitation vessels from outer surface to interior
 - Plates of a plate type heat exchanger used for pasteurization of milk
 - Walls of Cold Storage (for storing potatoes)


Konveksi

- Transfer of heat by bulk movement of molecules of heated fluids (liquids, gases, air)
- Convection is driven by temperature difference at different spatial locations inside the fluid





Contoh Konveksi

- Boiling of water in a vessel
- Heating of juice in evaporation tank
- Air in heated oven
- Air in cold storage
- Heating of steak on a grill
- Heat transfer inside Foods
 - Foods contain: Moisture, May contain air, Liquid or semisolid fat




Radiasi

- Radiation spectrum consists of:
 - A part of infrared rays (10-4 to 10-6 m)
 - Visible light (10-6 to 10-6.3 m)
 - A part of Ultra violet light (10-6.3 to 10-8.5 m)
- Radiation of energy from sun
- From walls and heating element of an Oven to the Food
- From burning charcoal to the food
- Between any two bodies at different temperatures


Kondisi Nyata

- All three types of heat transfer take place simultaneously
- One may be predominant
- Steady state and unsteady state
- Example:
 - Heating of Canned juice in a retort
 - Heating of steak on a grill
- Why heating of canned solid foods requires more time than heating of canned liquid foods?




Pindah Massa

- Animasi Diffusi
- Driving force to move materials
 - Dissolved solids in liquids; difference in the solids concentration
 - Gases and vapour; difference in partial pressure or vapour pressure
- A resistance to their flow
 - Arises from medium thru which the liquid, gas or vapour moves and
 - interactions between medium and material




What does that mean, though?

- Mass Transfer deals with the transfer of mass.
- Example of mass transfer:
 - If you take a glass of water and put one drop of red dye in it. Even if you don't stir the water, eventually the water is all the same pinkish color.
- The study of how the dye spreads out is Mass Transfer.




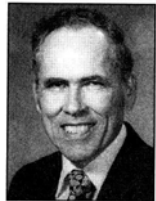

Contoh Pindah Massa

- Pemisahan komponen dalam evaporasi dan distilasi
 - Perbedaan volatilitas dan bantuan panas
- Diffusion of water vapour through a boundary layer of air in operations as dehydration, baking, etc
- Packing also creates additional boundary layers which act as barriers to movement of moisture and to heat transfer



Yang pertama merumuskan

First textbook "*Transport Phenomena*" by Bird-Stewart-Lightfoot, 1960, based on kinetic theory of gases



Minggu 6

Pengolahan dengan Suhu Tinggi