



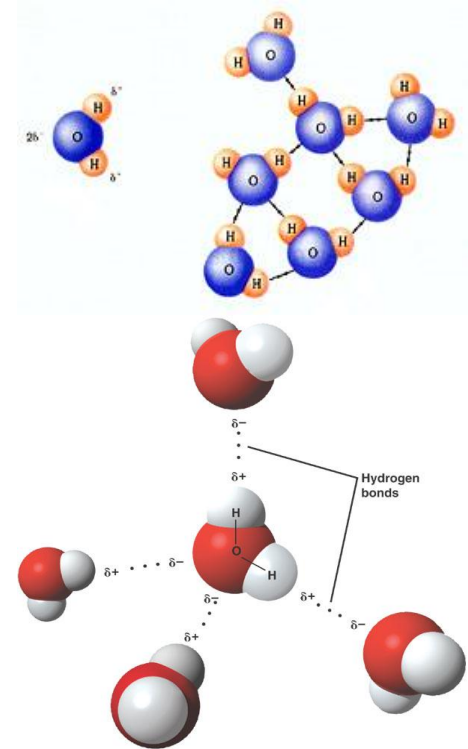
Analisis Kadar Air

Arief R. Affandi, STP., MSi

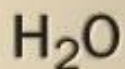


Molekul Air

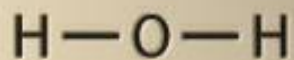
- Rumus molekul: H_2O
- Atom H dan O dihubungkan dengan ikatan kovalen
- Bersifat polar:
 - H cenderung bermuatan positif (δ^+)
 - O cenderung bermuatan negatif (δ^-)



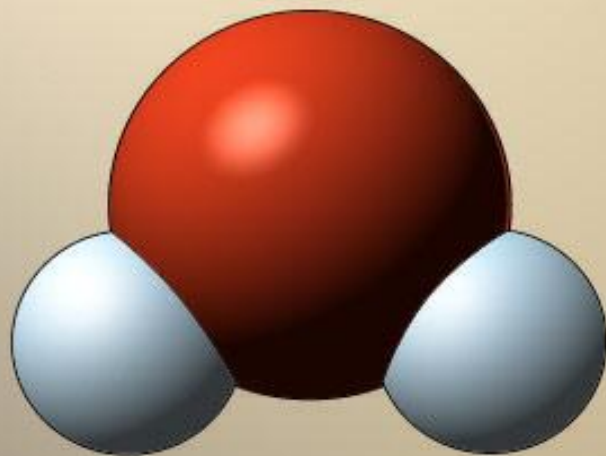
Molecular formula



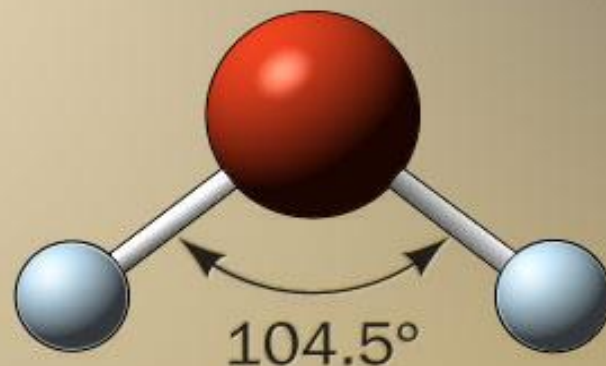
Structural formula



Molecular models



Space filling



Ball-and-stick

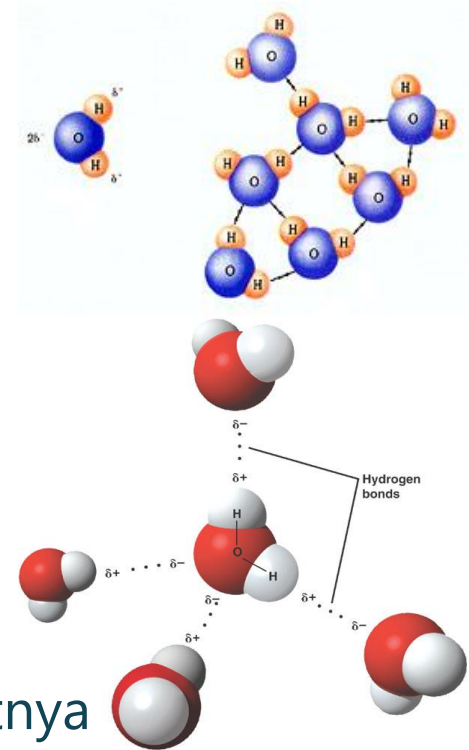
WATER



Molekul Air

Air yang terikat secara fisik

- **Air kapiler:** air terikat dalam rongga-rongga jaringan kapiler yang halus dari bahan pangan.
- **Air terlarut:** Air seakan-akan larut dalam bahan padat, contoh air gula, air garam.
- **Air adsorpsi:** Terikat pada permukaan. Daya ikatnya lemah dan mudah terlepas

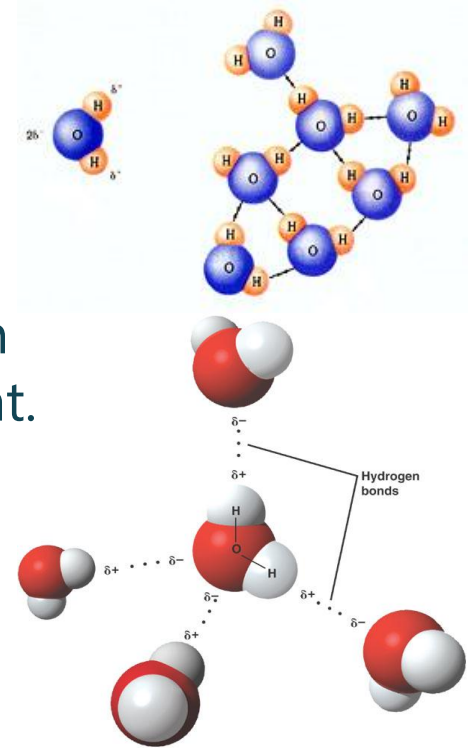




Molekul Air

Air yang terikat secara kimia

- **Air konstitusi:** Terikat pada senyawa lain (bagian dari senyawa lain), seperti pada protein, karbohidrat. Bila terurai maka akan keluar air (proses hidrolisis)
- **Air kristal:** air terikat sebagai molekul dalam bentuk H_2O . Contoh $\text{CaSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
- **Air bebas (mobile or Free Water):** Mempunyai sifat air normal. Mudah terlepas





Analisis Kadar Air



Pentingnya kadar air dlm bahan pangan:

1. Merupakan faktor penentu kualitas dalam pengawetan beberapa produk & mempengaruhi stabilitas. (contoh : susu bubuk)
2. Pengurangan kadar air digunakan untuk efektivitas dan efisiensi dalam pengemasan atau pengiriman produk. (Contoh : Liquid cane sugar (67% solid))
3. Mengetahui komposisi standar bahan pangan. (Contoh : Keju cheddar harus memiliki kadar air $\leq 39\%$)



Analisis Kadar Air



Water is an important component in food. It influences :

- Appearance**
- Texture**
- Taste**
- Acceptability (Freshness and durability)**

Water content in food are various



Peran Air Dalam Pangan

- Mempengaruhi tekstur, kesegaran dan keawetan
- Pelarut universal (garam, vitamin, gula, pigmen)
- Dapat berionisasi (H_3O^+ , OH^-)
- Reaksi kimia
- Aktivitas enzim
- Pertumbuhan mikroorganisme → menentukan keamanan dan stabilitas pangan
- Medium pindah panas
- Tidak mengandung kalori





Analisis Kadar Air



1. Molekul air terikat dengan molekul lainnya melalui suatu **ikatan hidrogen** yang cukup kuat
2. Molekul air dapat berikatan satu dengan lainnya, baik dalam struktur kapiler mikro maupun yang memiliki struktur bebas dalam bahan pangan (yang memiliki perbedaan karakteristik kompleks)
3. Pada umumnya, air akan terikat dalam suatu jaringan matriks seperti serat, jaringan kapiler, membran, dan lain sebagainya
4. Molekul air yang tidak terikat pada kompleks apapun disebut sebagai **air bebas**



Air Dalam Bahan Pangan



Tipe 1:

- **Air terikat** yang sebenarnya (*bound water*)
- Molekul air yang terikat pada molekul lain melalui ikatan hidrogen.
- Molekul air membentuk hidrat dengan molekul-molekul lain yang mengandung atom O dan N, seperti karbohidrat, protein dan garam.
- Tidak dapat membeku, sebagian dapat dihilangkan dengan pengeringan



Air Dalam Bahan Pangan



Tipe 2:

- Molekul-molekul air membentuk ikatan hidrogen dengan molekul air lain, terdapat pada mikrokapiler.
- Sifatnya berbeda dari air murni.
- Lebih **sukar dihilangkan** dibandingkan air bebas.
- Apabila dihilangkan, kadar air bahan akan mencapai 3-7%



Air Dalam Bahan Pangan



Tipe 3:

- Air yang secara fisik terikat dalam jaringan matriks bahan, seperti membran, kapiler, serat, dll.
- Bersifat sebagai **air bebas**.
- Mudah diuapkan dan dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan mikroba dan media bagi reaksi-reaksi kimiawi.
- Apabila dihilangkan, kadar air bahan akan mencapai 12-25% dengan $A_w \sim 0.8$



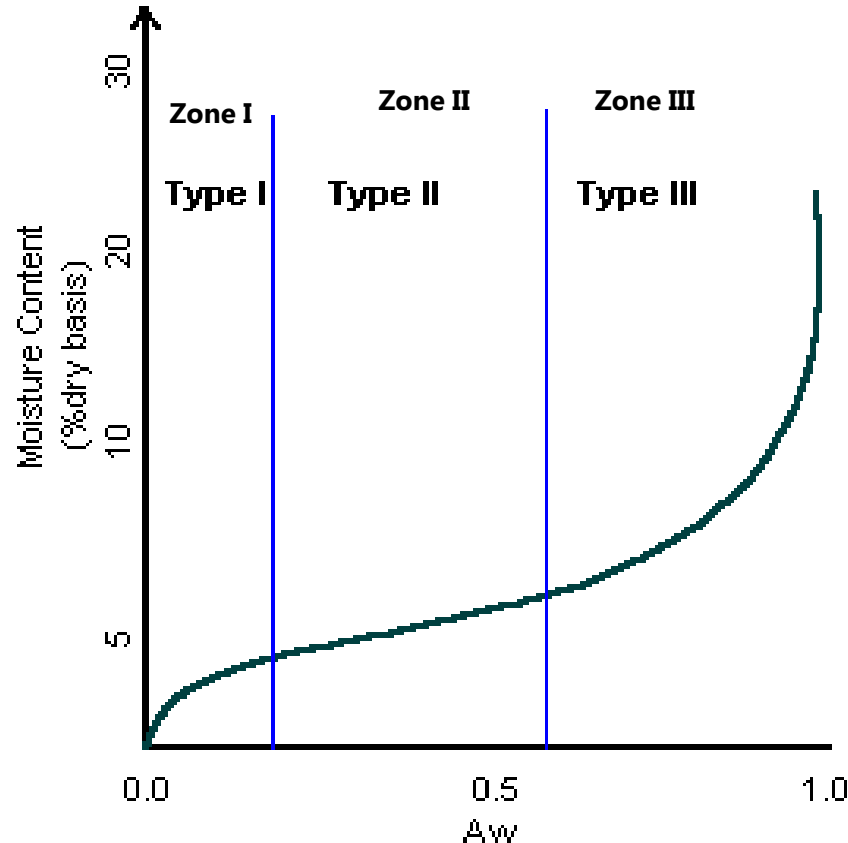
Air Dalam Bahan Pangan



Tipe 4:

- Air yang tidak terikat dalam jaringan suatu bahan.
- Bersifat **air murni** (air biasa) dengan keaktifan penuh.

Adsorption Isotherm for Water in Foods



Type I - Bound Water

Here water is adsorbed on the surface of macromolecular colloids. Thus it is known as the water of hydration. The adsorption forces include both hydrogen bonding and Van der Waals forces.

Type 2 - Monolayer Moisture Content

In this case the monolayer is adsorbed and the first multilayers are added.

Type 3 - Free Water

Here water fills the intergranular spaces and the spaces within the pores. This water is mobile and retains the properties of water. Thus, it is a dispersing agent as well as a solvent

Kandungan Air Bahan Pangan

Bahan	Kandungan air (%)	Bahan	Kandungan air (%)
Tomat	94	Ikan kering	38
Semangka	93	Daging sapi	66
Kol	92	Roti	36
Nenas	85	Buah kering	28
Kacang hijau	88	Susu bubuk	14
Susu sapi	90	Tepung terigu	12

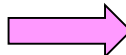


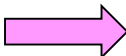
Sifat Fisik Air



- Tekanan atmosfer :

Cair (suhu $> 0^{\circ}\text{C}$)

Es/beku (suhu 0°C)  Titik beku

Uap (suhu 100°C)  Titik didih

Densitas = 1 g/ml



Metode Gravimetri

Metode Destilasi

Metode Kimia

1

Metode Gravimetri

Prinsip pengukuran kadar air dengan metode ini adalah mengevaporasi air dalam bahan pangan dengan cara memanaskannya di dalam oven pengering dengan suhu sekitar $105-110^{\circ}\text{C}$,

Selisih antara berat awal dengan berat setelah pemanasan diperhitungkan sebagai jumlah air yang terkandung dalam bahan pangan tersebut

Bahan pangan yang memiliki kandungan gula, protein, atau lemak akan rusak terkena panas.

Proses evaporasi dapat dibantu dengan menggunakan pompa vakum (untuk bahan-bahan tertentu).





Analisis Kadar Air : Gravimetri

Kelebihan:

Sangat sederhana, relatif cepat, dan dapat digunakan untuk jumlah sampel yang banyak

Kekurangan:

dekomposisi selama pengeringan, penguapan komponen volatil, sulit untuk menghilangkan air terikat

Keakuratan dipengaruhi:

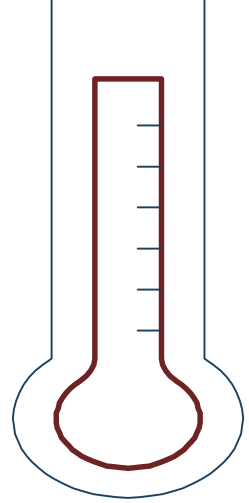
ukuran sampel, berat sampel, posisi sampel di dalam oven

Prinsip : sampel dikeringkan dg oven 100–102°C sampai berat konstan



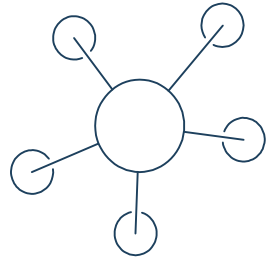
Gravimetri : Prosedur

1. Wadah dikeringkan dlm oven 15 menit
2. Dimasukkan desikator, dinginkan, dan timbang
3. Timbang sampel $\pm 2-5$ g
4. Dikeringkan 3 jam
5. Dinginkan dlm desikator dan timbang
6. Panaskan lg dlm oven 30 menit
7. Dinginkan dlm desikator dan timbang
8. Perlakuan ini diulangi hingga diperoleh berat konstan (selisih penimbangan berturut-turut 0,2 mg)





Gravimetri : Metode Oven Vakum



Digunakan untuk bahan yang mengandung komponen yang mudah rusak pada suhu tinggi (bahan yang banyak mengandung gula)

Kelebihan:

pemanasan pada suhu rendah sehingga mencegah dekomposisi sampel

Kekurangan:

tidak dapat menganalisis sampel dalam jumlah banyak

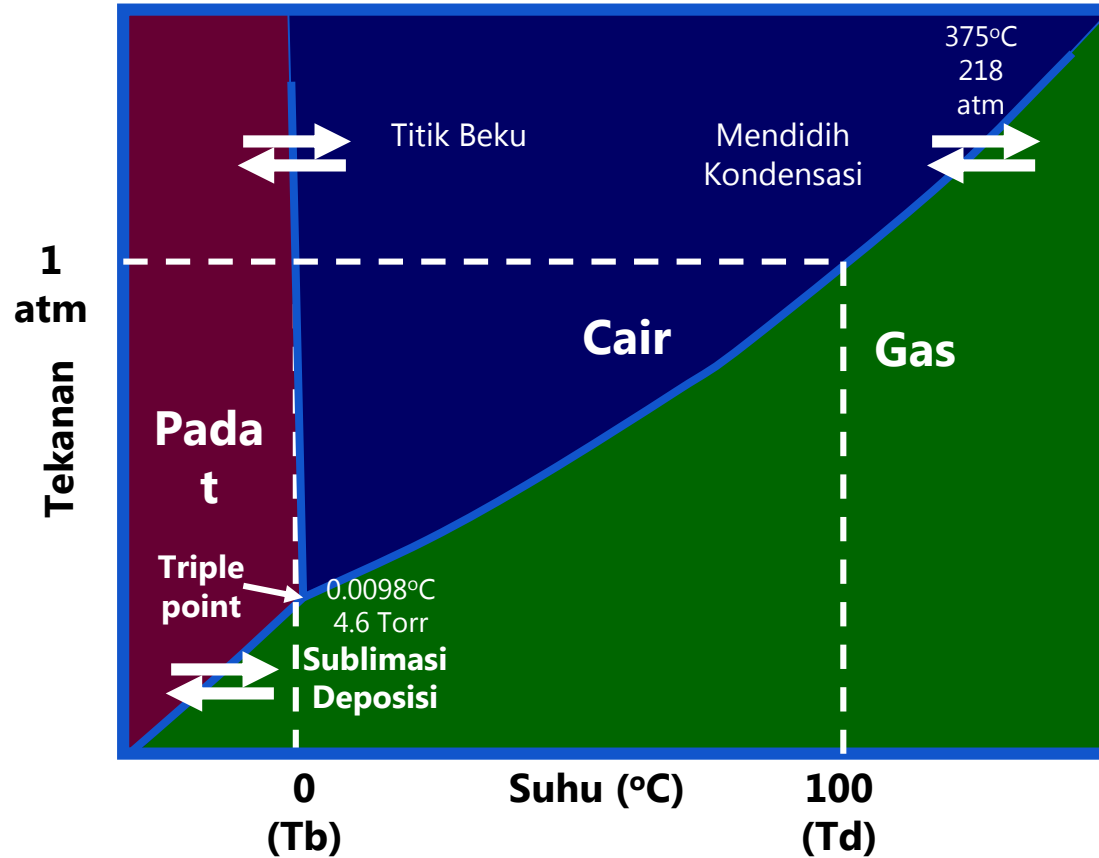
Prinsip : sampel dikeringkan pada suhu rendah dengan tekanan di bawah 1 atmosfer



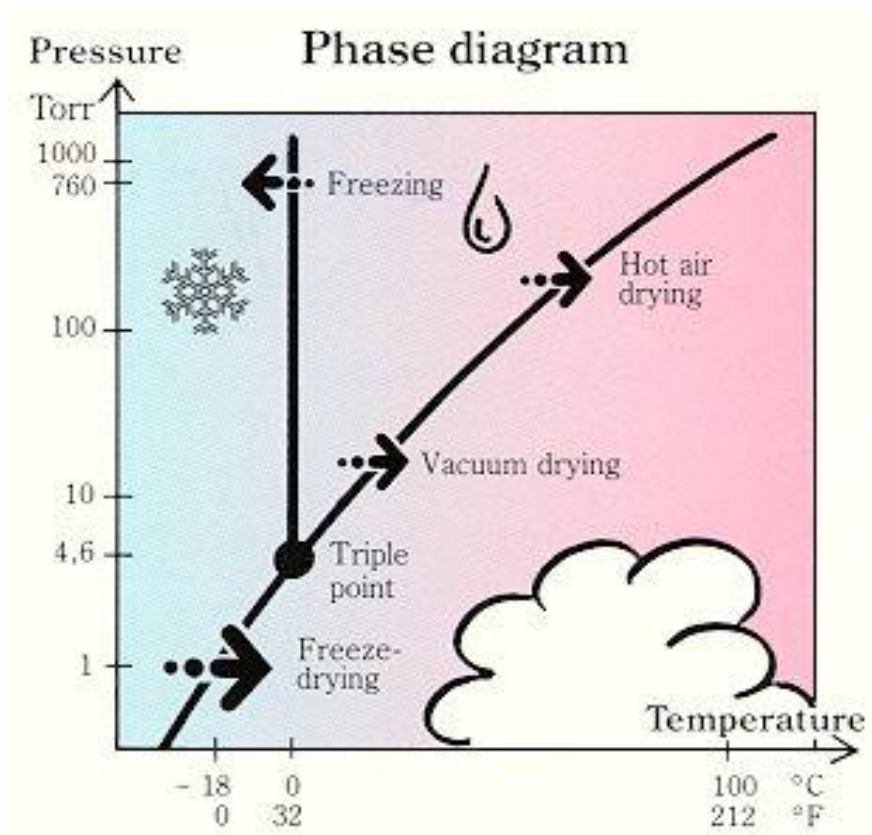
Metode Oven Vakum : Prosedur

1. Wadah dikeringkan dalam oven 105°C selama 30 menit
2. Dinginkan dalam desikator dan timbang
3. Timbang sampel $\pm 2-5$ g dalam wadah yang telah diketahui beratnya
4. Keringkan dalam oven vakum selama 6 jam, suhu 60–70 °C dengan tekanan ± 25 mmHg
5. Lakukan pengeringan sampel hingga diperoleh berat konstan

Diagram Fase Air (Cair – Uap – Padat)



Proses Pengeringan di Industri Pangan



2

Metode Destilasi

Metode ini digunakan untuk menentukan kandungan air pada bahan pangan yang memiliki komponen volatil cukup tinggi seperti bawang merah, bawang putih, cengkeh, bunga melati, dan lain sebagainya.

Penentuan kadar air dilakukan dengan melakukan proses distilasi dengan bantuan pelarut tertentu :

1. punya titik didih yang lebih tinggi dari air,
2. memiliki densitas yang lebih rendah dari densitas air,
3. tidak mudah larut/ bercampur dengan air.

Contoh : toluene, xylol, heptane



Metode Destilasi

Kelebihan:

- distilasi dengan memanaskan cairan sangat efektif dalam transfer panas
- penghilangan air lebih cepat
- kerusakan oksidasi lebih rendah

Prinsip :

- Air dalam bahan disuling dengan menggunakan pelarut organik.
- BJ air $>$ BJ pelarut organik, sehingga air ada di lapisan bawah dan bisa dibaca volumenya
- Titik didih air $<$ titik didih pelarut organik
- Pelarut organik (toluen, benzena dan xylene) tdk dapat bercampur dg air



Metode Destilasi



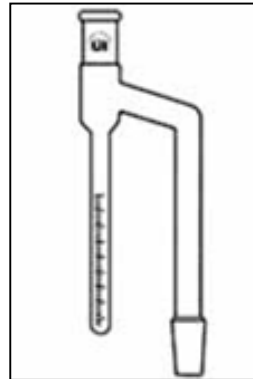
Labu Sterling-Bidwell





Metode Destilasi

1. Labu didih diisi sampel (misalnya timbang 3–4 g sampel (W))
2. Isi labu dengan solvent (toluen, n-hexan)
3. Hubungkan labu Sterling–Bidwell dengan kondenser dan labu didih
4. Lakukan destilasi
5. Baca jumlah ml air (V)





Azeotropic Distillation

3

Metode Kimia

Metode penentuan kadar air dengan metode kimia dapat dilakukan dengan 2 metode yaitu menggunakan Calcium carbide dan Titrasi Karl Fischer

Metode Calcium carbide dapat menentukan kadar air bahan berdasarkan volume gas etilen yang hasil reaksi antara calcium carbide dengan air

Metode ini biasa digunakan untuk beberapa bahan seperti sabun, tepung, bubuk vanili, butter, dan lain sebagainya.



Metode Titrasi

Penentuan kadar air dengan metode titrasi Karl Fischer memanfaatkan reaksi antara air dengan larutan iod dan sulfur dioksida yang terkandung dalam beberapa jenis alcohol seperti methanol dan basa organik (piridin)

- There are two determination methods different in iodine providing principle : the volumetric titration method and the coulometric titration method



Metode Titrasi



Unit Titrasi Karl Fischer





Fill the syringe with some distilled water and press out any air bubbles that may be present.



Any Questions?

