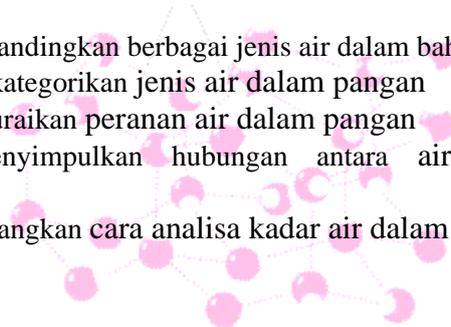


Pertemuan ke : 2
Mata Kuliah : Kimia Makanan / BG 126
Program Studi : Pendidikan Tata Boga
Sub Pokok Bahasan : 1. Pendahuluan
2. Fisik dan Kimia Air
3. Fungsi Air dalam Makanan
4. Air dan Penyimpanan Makanan

Tujuan Pembelajaran Umum : Mahasiswa memahami komponen air dalam bahan makanan, fungsi dan sumber air dalam Bahan makanan

Tujuan Pembelajaran Khusus :

1. Mahasiswa dapat menyebutkan kisaran kadar air dalam pangan kering, basah dan semi basah.
2. Mahasiswa dapat membandingkan berbagai jenis air dalam bahan pangan
3. Mahasiswa dapat mengkategorikan jenis air dalam pangan
4. Mahasiswa dapat menguraikan peranan air dalam pangan
5. Mahasiswa dapat menyimpulkan hubungan antara air dalam pangan dengan penyimpanan
6. Mahasiswa dapat menerangkan cara analisa kadar air dalam pangan



AIR

Pendahuluan

Air merupakan komponen yang paling penting bagi kehidupan seluruh makhluk hidup dan fungsinya tidak dapat digantikan oleh senyawa lain. Tubuh manusia 65% nya terdiri dari air atau sekitar 47 liter per orang dewasa. Setiap hari sekitar 2.5 liter harus diganti dengan air yang baru. Diperkirakan dari sejumlah air yang harus diganti tersebut 1,5 liter berasal dari air minum dan sekitar 1,0 liter berasal dari bahan makanan yang dikonsumsi. Air juga merupakan salah satu media pertumbuhan yang baik untuk berbagai mikroorganisma. Air berfungsi sebagai pembawa zat-zat makanan dan sisa-sisa metabolisme. Semua bahan makanan mengandung air dalam jumlah yang berbeda-beda. Air dalam bahan makanan dapat mempengaruhi penampakan, tekstur, serta cita rasa makanan tersebut. Air juga terdapat dalam bahan makanan kering yang secara kasat mata tidak terlihat adanya air, seperti tepung-tepungan dan biji-bijian dalam jumlah tertentu. Air dapat berupa komponen intrasel, dan / atau ekstrasel dalam sayuran dan produk hewani, sebagai medium pendispersi atau pelarut dalam berbagai produk,

sebagai fase terdispersi dalam beberapa produk yang diemulsi seperti mentega dan margarine, dan sebagai komponen tambahan dalam makanan lain.

Buah mentah yang menjadi matang selalu bertambah kandungan airnya, misalnya calon buah apel yang hanya mengandung 10% air setelah matang kadar airnya menjadi 80%. Kandungan air beberapa bahan makanan tidak dapat ditentukan dari keadaan fisik bahan tersebut. Hal ini seperti yang ditunjukkan pada Table 1.

Tabel 1. Kandungan Air Beberapa Komoditi

Bahan	Air	Bahan	Air
Tomat*	94%	Selada (<i>Lactuca sativa</i>) ***	95%
Semangka*	93%	Kubis***	92%
Kol*	92%	Jeruk***	87%
Nenas**	85%	Biji Kopi, Panggang***	5%
Kacang hijau*	90%	Kentang***	78%
Susu sapi**	88%	Pisang***	75%
Ikan teri kering**	38%	Ayam***	70%
Daging sapi*	66%	Keju***	37%
Roti*	36%	Selai***	28%
Buah kering*	28%	Madu***	20%
Susu bubuk**	14%	Mentega dan Margarin***	16%
Tepung terigu**	12%	Beras***	12%

* Hartley, 1970;

**Poerwosoedarmo, 1977

***John M deMan 1997

Kandungan air dalam bahan makanan ikut menentukan *acceptability*, kesegaran dan keawetan bahan makanan tersebut. Sebagian besar dari perubahan-perubahan bahan makanan terjadi dalam media air yang ditambahkan atau yang berasal dari bahan makanan itu sendiri. Adanya air mempengaruhi kemerosotan mutu makanan secara kimia dan mikrobiologi. Pengeringan ataupun pembekuan air penting pada beberapa pengawetan makanan.

Air dapat berbentuk molekul air. Air diperoleh manusia dari beberapa sumber :

1. Air Tanah

Air tanah adalah air yang terkandung dalam kulit bumi. Air tanah memiliki karakteristik mengandung mineral yang berasal dari permukaan tanah yang terbawa pada proses resapan, konsentrasi (jumlah air) dalam kulit bumi menjaga keseimbangan permukaan, sehingga apabila diambil/dieksplorasi harus dipertimbangkan ekosistem.

2. Air Permukaan

Air permukaan adalah air yang berbentuk cadangan air yang tidak meresap dalam tanah. Contoh : air laut, danau, sungai, genangan air hujan memiliki karakteristik tingginya kandungan zat-zat anorganik yang berasal dari sisa-sisa kehidupan dan memiliki kadar suspensi yang tinggi. Suspensi adalah endapan-endapan, contoh : Lumpur, pasir (laut) yang menyebabkan air permukaan keruh dan memiliki warna. Mata air adalah air tanah yang muncul ke permukaan.

Untuk dapat dikonsumsi air tanah dan air permukaan harus melalui proses pengolahan air *Water Treatment* oleh PDAM. Proses pengolahan air tanah dan air permukaan berbeda. Air tanah sebelum dikonsumsi perlu diambil dulu dengan cara : Pembuatan sumur : sumur bor/pantek 3050 m, sumur artesis 100-150 m, sumur gali 2-15 meter.

1. Air yang diambil dari tanah dikumpulkan dan ditampung dalam sebuah bak, dalam bak penampungan akan terjadi proses pengendapan. Dalam proses pengendapan beberapa kandungan dalam air seperti pasir/tanah akan berada pada dasar bak, hingga air pada permukaan bak lebih bersih. Biasanya bak pengendapan terdiri dari beberapa bak untuk memudahkan pengambilan air bersih. Proses pengendapan biasanya memerlukan waktu dan lebih murah.

2. Penyaringan

Untuk mempercepat proses pemurnian terutama untuk air-air permukaan, penyaringan dalam bentuk sederhana cukup melalui skat/celah yang menahan benda-benda yang terkandung dalam air untuk tidak melewatinya, memperlambat dan tidak efektif. Penyaringan yang baik dapat memisahkan benda-benda yang terkandung, warna ataupun bau. Penyaringan yang efektif melalui beberapa tahapan: saringan kasar, saringan halus dan dilewatkan pada karbon active/arang untuk menterap bakteri. Pasir kuarsa dapat menyerap air.

3. Pemasakan/Pendidihan : dalam suhu mendidih (95 °C) bakteri mati.

4. Proses Oksidasi

Proses Oksidasi adalah pemberian O₂ pada air yang diperoleh, air yang sehat adalah air yang mengandung O₂ cukup.

Air sadah adalah air yang mengandung unsure Mg²⁺ dan Ca²⁺ Air sadah apabila dikonsumsi akan menyebabkan korosi (corrothion) yaitu unsur Mg dan Ca mengendap

pada dasar alat/bejana pendidihan. Untuk air sadah proses pemanasan lama karena terhalang endapan air sadah, pemanasan tinggi akan meledak karena *over heating*. Mineral air sadah dapat dihilangkan dengan *ion exchange*. Kesadahan dinyatakan dengan 1°DH. 1° DH = 1 mg/L.

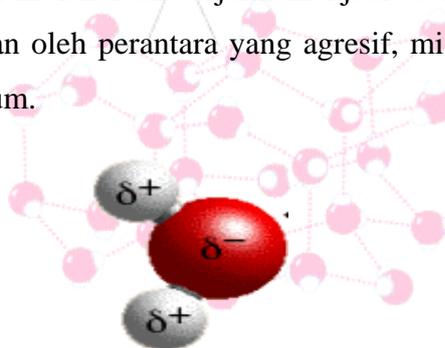
Anomali air

Air dalam bahan makanan mempunyai Normalitas 0.01N

Fisik dan Kimia Air

Beberapa sifat fisika air dan es yang sangat berbeda, perlu diketahui untuk pemrosesan makanan seperti pembekuan dan pengeringan. Perbedaan kerapatan air dan es yang besar dapat mengakibatkan kerusakan struktur makanan jika makanan dibekukan. Kerapatan es berubah dengan berubahnya suhu, dan karena itu menimbulkan tekanan dalam makanan yang dibekukan.

Sebuah molekul air terdiri dari sebuah atom oksigen yang berikatan kovalen dengan dua atom hydrogen (Gambar 1). Keunikan air terjadi berkat ikatan pemađu kedua unsurnya. Perangkaian jarak atom-atomnya mirip kunci yang masuk lubangnya, kecocokannya begitu sempurna, sehingga air tergolong senyawa alam yang paling mantap. Semua atom dalam molekul air terjalin menjadi satu oleh ikatan yang kuat, yang hanya dapat dipecahkan oleh perantara yang agresif, misalnya energi listrik atau zat kimia seperti logam kalium.



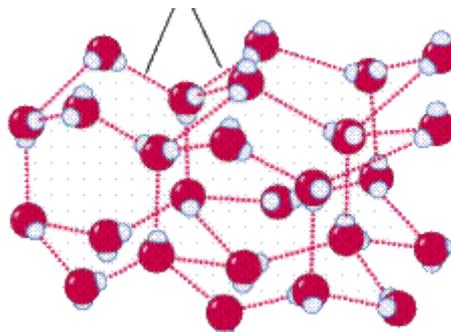
Gambar 1. Molekul Air

Dalam sebuah molekul air dua buah atom hidrogen yang bersifat elektro positif berikatan dengan sebuah atom oksigen yang bersifat elektro negatif melalui dua ikatan kovalen, yang masing-masing mempunyai energi sebesar 110,2 kkal per mol. Ikatan kovalen tersebut merupakan dasar bagi sifat air yang penting, misalnya kebolehan air sebagai pelarut.

Daya tarik menarik di antara kutub positif sebuah molekul air dengan kutub negative molekul air lainnya menyebabkan terjadinya penggabungan molekul-molekul

air melalui ikatan hidrogen. Ikatan hidrogen jauh lebih lemah daripada ikatan kovalen. Ikatan-ikatan hidrogen mengikat molekul-molekul air lain disebelahnya dan sifat inilah yang bertanggung jawab terhadap sifat mengalirnya air pada tekanan 1 atmosfer, suhu 0-100 °C. Kemampuan molekul air membentuk ikatan hidrogen menyebabkan pembentukan hidrat antara air dengan senyawa-senyawa lain yang mempunyai kutub O atau N, seperti senyawa methanol atau karbohidrat yang mempunyai gugus OH (hidroksil).

Bila suhu air diturunkan, pelepasan panas akan mengakibatkan pergerakan molekul-molekul air diperlambat dan volumenya mengecil. Bila air didinginkan sampai suhu 4 °C, suatu pola baru ikatan hydrogen terbentuk. Volume air sebaliknya mengembang ketika air diturunkan suhunya dari 4 °C sampai 0 °C. Ketika panas dilepas lagi setelah air mencapai 0°C terjadilah kristal, dan ketika air es berubah menjadi kristal es, volume mendadak mengembang. Es memerlukan ruang 1/11 kali lebih banyak daripada volume air pembentuknya, tetapi es bersifat kurang padat bila dibanding air, karenanya es terapung ke permukaan air.



Gambar 2. Ikatan-ikatan air membentuk heksagon dalam es

Jenis Air Dalam Makanan

Menurut derajat keterikatan air dalam makanan, air dapat dibedakan menjadi 4 tipe:

1. Tipe I

Air tipe I (air terikat) yaitu molekul air yang terikat pada molekul-molekul lain melalui suatu ikatan hidrogen yang berenergi tinggi. Molekul air membentuk hidrat dengan molekul-molekul lain yang mengandung atom-atom O dan N, seperti karbohidrat, protein atau garam. Air tipe ini tidak dapat bertindak sebagai pelarut, dan

tidak membeku pada suhu dibawah 0°C, tetapi sebagian dapat dihilangkan dengan cara pengeringan biasa. Air tipe ini terikat kuat dalam artian sebenarnya. Banyak air yang tidak dapat dibekukan, dihitung terhadap kandungan protein. Sekitar 8 – 10 persen dari air total dalam jaringan hewan tidak dapat dijadikan es (Meryman, 1966). Putih telur, kuning telur, daging dan ikan semuanya mengandung kira-kira 0,4 g air yang tidak dapat dibekukan per g protein kering. Ini sesuai dengan 11,4 persen dari air total dalam daging tidak berlemak. Sebagian besar buah dan sayuran mengandung kurang dari 6 persen air tak terbekukan; butir jagung utuh , 34 persen.

2. Tipe II

Air tipe II (air kapiler) adalah molekul-molekul air membentuk ikatan hydrogen dengan molekul air lain, terdapat dalam mikrokapiler. Air jenis ini lebih sukar dihilangkan dan penghilangan air tipe ini akan mengakibatkan penurunan aw (*water activity*). Bila sebagian air tipe II dihilangkan, pertumbuhan mikroba dan reaksi-reaksi kimia yang merusak bahan makanan seperti *browning*, hidrolisis atau oksidasi lemak akan dikurangi. Jika air tipe II dihilangkan seluruhnya, kadar air bahan berkisar 3-7%, kestabilan optimum bahan makanan akan tercapai, kecuali pada produk-produk yang dapat mengalami oksidasi akibat adanya kandungan lemak tidak jenuh.

3. Tipe III

Air tipe ini atau lebih dikenal dengan air bebas adalah air yang secara fisik terikat dalam jaringan matriks bahan seperti membran, kapiler, serat dll. Air tipe ini mudah diuapkan dan dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan mikroba dan media bagi reaksi-reaksi kimiawi. Apabila air tipe III ini diuapkan seluruhnya, kandungan air bahan berkisar antara 12-25% dengan aw 0.8 tergantung dari jenis bahan dan suhu. Banyaknya air bebas dalam daging sapi, dan domba beragam mulai dari 30-50 persen dari kandungan air total, bergantung pada jenis daging dan jangka waktu pelayuan. Aktivitas air berpengaruh besar terhadap laju dari banyak reaksi kimia dalam makanan dan terhadap laju pertumbuhan mikroba (Labuza 1980). Hal ini dapat dilihat dalam Tabel 2.

Tabel 2. Laju reaksi dalam makanan yang ditentukan oleh aktivitas air

Reaksi	Air Tipe I	Air Tipe II	Air Tipe III
Aktivitas Enzim	Nol	Rendah	Tinggi
Pertumbuhan Kapang	Nol	Rendah*	Tinggi
Pertumbuhan Khamir	Nol	Rendah*	Tinggi

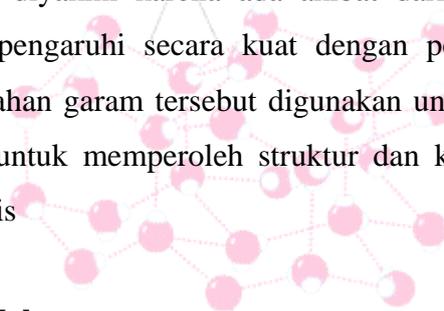
Pertumbuhan Bakteri	Nol	Nol	Tinggi
Hidrolisis	Nol	Meningkat Cepat	Tinggi
Pencoklatan nonenzim	Nol	Meningkat Cepat	Tinggi
Oksidasi Lipid	Tinggi	Meningkat Cepat	Tinggi

4. Tipe IV

Air jenis ini adalah air yang tidak terikat dalam jaringan suatu bahan atau air murni, dengan sifat-sifat air biasa dan keaktifan penuh.

Selain keempat tipe air di atas, air juga dapat dibedakan menjadi air imbibisi dan air kristal. Air imbibisi adalah air yang masuk ke dalam bahan makanan dan akan menyebabkan pengembangan volume. Air ini tidak merupakan komponen penyusun bahan tersebut. Contoh : air dengan beras membentuk nasi, atau pembentukan gel dari bahan pati. Air kristal adalah air terikat dalam semua bahan, baik makanan ataupun nonmakanan yang berbentuk kristal seperti gula, garam, CuSO_4 dll.

Menurut Hamm (1962) kemampuan daging mengikat air disebabkan oleh protein otot. Sekitar 34% dari protein ini larut dalam air. Kemampuan otot mengikat air terutama disebabkan oleh aktomiosin, komponen utama myofibril. Pemanasan daging pada suhu di atas 40°C mengakibatkan denaturasi kuat dan perubahan hidrasi. Pembekuan daging secara cepat meningkatkan sedikit tetapi bermakna kemampuan mengikat air. Pembekuan secara perlahan menurunkan sedikit pengikatan air secara bermakna. Pengaruh ini diyakini karena ada akibat dari kerja mekanik kristal es. Pengikatan air dapat dipengaruhi secara kuat dengan penambahan garam tertentu terutama fosfat. Penambahan garam tersebut digunakan untuk mengurangi kehilangan selama pemasakan dan untuk memperoleh struktur dan konsistensi yang lebih baik dalam manufaktur sosis



Air dan Penyimpanan Makanan

Kandungan air dalam bahan makanan mempengaruhi daya tahan bahan makanan terhadap serangan mikroba yang dinyatakan dengan aw. Aw adalah jumlah air bebas yang dapat digunakan oleh mikroorganisme untuk pertumbuhannya. Kandungan air dan aktivitas air mempengaruhi perkembangan reaksi pembusukan secara kimia dan mikrobiologi dalam makanan. Makanan yang dikeringkan atau dikeringbekukan,

mempunyai kestabilan tinggi pada penyimpanan, kandungan airnya sekitar 5 sampai 15%. Golongan makanan yang kandungan airnya menengah, seperti korma, kue basah rentang kandungan airnya 20-40%. Pangan berkelembaban air menengah biasanya mempunyai aktivitas air di atas 0,5, termasuk air kapiler.

Penurunan aktivitas air dapat dilakukan dengan pengeringan atau dengan penambahan senyawa yang larut dalam air seperti gula dan garam. Pertumbuhan bakteri sebenarnya tidak mungkin pada aktivitas air di bawah 0,90. Kapang dan Khamir biasanya dihambat pada aktivitas air antara 0,88 dan 0,80, meskipun ada beberapa galur khamir osmofil yang tumbuh pada aktivitas air sampai serendah 0,65. Kebanyakan enzim menjadi tidak aktif jika aktivitas air turun di bawah 0,85 seperti amylase, fenoloksidase, dan peroksidase. Akan tetapi lipase dapat tetap aktif pada aktivitas air 0,3 atau bahkan 0,1 (Loncin dkk, 1968). Contoh pengaruh aktivitas air terhadap beberapa reaksi secara enzimatik diberikan oleh Acker (1969). Aw minimum agar mikroorganisma dapat tumbuh dengan baik adalah 0,90 untuk bakteri, 0,80-0,90 untuk khamir, 0,6-0,7 untuk kapang.

Jika harga a_w yang rendah diubah menjadi 0,70 setelah penyimpanan 48 hari laju naik secara cepat. Pencoklatan nonenzimatik atau reaksi Maillard merupakan salah satu faktor paling penting yang menimbulkan pembusukan pada makanan. Reaksi ini sangat bergantung pada aktivitas air dan mencapai laju maksimum pada harga 0,6 sampai 0,7. Contohnya pencoklatan serbuk susu yang disimpan pada 40°C selama 10 hari sebagai fungsi dari aktivitas air. Kehilangan lisina sebagai akibat dari reaksi pencoklatan sejajar dengan perubahan warna.

Aktivitas air merupakan faktor utama yang mempengaruhi kualitas simpan sejumlah makanan, dengan demikian diperlukan pengemasan untuk membantu mempertahankan kualitas makanan. Produk higroskopis harus dikemas dalam wadah kaca dengan tutup tidak tembus air atau dalam plastik kedap air (polivinil klorida tebal). Misalnya kopi instant. Ada beberapa makanan yang kelembapan nisbi kesetimbangannya di atas kondisi iklim luar. Dengan demikian bahan kemas bekerja melindungi produk agar tidak kehilangan air. Hal ini terjadi pada keju yang diproses dan makanan yang dipanggang.

Penentuan Kadar Air

Penentuan kadar air dapat dilakukan dengan cara mengeringkan bahan dalam oven pada suhu 105-110°C selama 3 jam atau sampai didapat berat yang konstan. Selisih berat sebelum dan sesudah pengeringan adalah banyaknya air yang diuapkan. Untuk bahan-bahan yang tidak tahan panas, seperti bahan berkadar gula tinggi, minyak, daging, kecap dll pemanasan dilakukan dalam oven vakum dengan suhu rendah. Kadang-kadang pengeringan dilakukan tanpa pemanasan. Bahan dimasukkan dalam eksikator dengan H₂SO₄ pekat sebagai pengering, sampai dicapai berat yang konstan. Untuk bahan-bahan yang kadar airnya tinggi dan mengandung senyawa-senyawa yang mudah menguap (*volatile*) seperti sayuran dan susu menggunakan cara destilasi dengan pelarut tertentu misalnya toluene, xilol, dan heptana yang berat jenisnya kurang dari berat jenis air. Ataupun dengan menggunakan refraktometer untuk bahan makanan dengan kadar gula tinggi.

Daftar Rujukan

Brown, A. (2000). *Understanding Food Principles and Preparation*. Australi : Wadsworth.

F.G Winarno. (1992). *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta:Gramedia Pustaka Utama.

Fennema,O.R. (1996). *Food Chemistry*. New York: Marcel Dekker, Inc.

John M deMan, (1997). *Kimia Makanan*. Diterjemahkan: Padmawinata, K. Bandung : ITB

Evaluasi

Tes lisan :

1. Sebutkan kisaran kadar air dalam pangan kering, basah dan semi basah?
2. Bandingkan berbagai jenis air dalam bahan pangan berdasarkan derajat keterikatannya ?
3. Uraikan peranan air dalam pangan ?
4. Simpulkan hubungan antara kadar air dalam pangan dengan penyimpanan !
5. Jelaskan cara menganalisa kadar air dalam pangan ?