

BUKU PANDUAN PRAKTIKUM

TEKNOLOGI PANGAN DAN GIZI



**PROGRAM STUDI GIZI
FAKULTAS ILMU-ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR HAMKA
TAHUN 2024**



BUKU PANDUAN PRAKTIKUM
TEKNOLOGI PANGAN DAN GIZI

TIM PENYUSUN

Mira Sofyaningsih, S.T.P., M.Si.
Imawati Eka Putri, S.T.P., M.Si.
Indah Kusumaningrum, S.T.P., M.Si.
Iswahyudi, S.T.P., M.Si.

PROGRAM STUDI GIZI
FAKULTAS ILMU-ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
2024

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini, penyusun tak lupa ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu penyusun, baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan modul ini hingga selesai. Dengan kerendahan hati, perkenankanlah penyusun menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Gunawan Suryoputro, M.Hum. selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Prof. DR. Hamka.
2. Prof. Dr. Abd. Rahman Ghani, M.Pd. selaku Wakil Rektor 1 Universitas Muhammadiyah Prof. DR. Hamka.
3. Dr. Zamah Sari, M.Ag. selaku Wakil Rektor 2 Universitas Muhammadiyah Prof. DR. Hamka.
4. Dr. Tri Wintolo Apoko, M.Pd. selaku Ketua Lembaga Pengembangan Pendidikan dan Pengajaran Universitas Muhammadiyah Prof. DR. Hamka.
5. Ony Linda, M.Kes. selaku Dekan Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Prof. DR. Hamka.
6. Imas Arumsari, S.Gz., M.Sc. selaku Ketua Program Studi Gizi Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Prof. DR. Hamka.

DAFTAR ISI

UCAPAN TERIMA KASIH	2
DAFTAR ISI	3
DAFTAR GAMBAR.....	4
DAFTAR TABEL	6
DESKRIPSI MATA KULIAH.....	7
PETA KOMPETENSI	7
MODUL 1: Pengantar Ilmu Teknologi Pangan	8
MODUL 2: Penilaian Kualitas Pangan	14
MODUL 3: Pengemasan Pangan	25
MODUL 4: Pengembangan Produk Pangan	33
MODUL 5: Pengolahan dan Pengawetan Pangan dengan Suhu Tinggi	47
MODUL 6: Pengolahan dan Pengawetan Pangan dengan Suhu Rendah	58
MODUL 7: Pengolahan dan Pengawetan Pangan dengan Gula, Garam, Asam, dan Bahan Kimia.....	66
MODUL 8: Pengolahan dan Pengawetan Pangan dengan Fermentasi	74
MODUL 9: Pengolahan dan Pengawetan Pangan dengan Pemanggangan	83
MODUL 10: Pengolahan dan Pengawetan Pangan dengan Pengasapan.....	93
MODUL 11: Pengolahan dan Pengawetan Pangan dengan Pengeringan	102
MODUL 12: Pengolahan dan Pengawetan Pangan dengan Penggorengan	116
MODUL 13: Pengolahan dan Pengawetan Pangan dengan Ekstrusi.....	126
MODUL 14: Pengolahan dan Pengawetan Pangan dengan Iradiasi dan Nontermal Lainnya	136
GLOSARIUM	148
DAFTAR PUSTAKA.....	153

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Skema barikade udang beku	11
Gambar 2.	Alat pengujian fisik.....	185
Gambar 3.	Keterkaitan evaluasi sensori dengan bagian lain di perusahaan.....	18
Gambar 4.	Ilustrasi laboratorium uji sensori.....	20
Gambar 5.	Contoh formulir uji sensori menggunakan metode penerimaan	21
Gambar 6.	Kemasan edible (a) edible coating dan (b) edible film	277
Gambar 7.	Kode kemasan plastik.....	278
Gambar 8.	Kemasan aktif (penyerap oksigen).....	29
Gambar 9.	Alur kerja klaim FOSHU	36
Gambar 10.	Logo FOSHU	36
Gambar 11.	Contoh produk dengan Logo FOSHU.....	37
Gambar 12.	Konsumsi pangan masyarakat Indonesia tahun 2016	39
Gambar 13.	Tepung ganyong	41
Gambar 14.	Pohon industri ganyong	41
Gambar 15.	Umbi garut	42
Gambar 16.	Pohon industri garut.....	42
Gambar 17.	Hanjeli	43
Gambar 18.	Pohon industri hanjeli.....	43
Gambar 19.	Metode blansing	48
Gambar 20.	Beberapa metode pasteurisasi.....	49
Gambar 21.	Jenis-jenis produk pasteurisasi	50
Gambar 22.	Jenis-jenis produk sterilisasi	51
Gambar 23.	Peralatan sterilisasi	51
Gambar 24.	Skema pembuatan susu pasteurisasi.....	522
Gambar 25.	Produk sari buah YOGAWA	523
Gambar 26.	<i>Tunnel freezer</i>	60
Gambar 27.	<i>Plate freezer</i>	60
Gambar 28.	Dasar biokimia dari fermentasi bahan pangan	75
Gambar 29.	Fase pertumbuhan bakteri	76
Gambar 30.	Contoh produk fermentasi	77
Gambar 31.	Jenis alat pemanggangan	86
Gambar 32.	Diagram alir pembuatan roti	88
Gambar 33.	Tungku pengasapan.....	97
Gambar 34.	<i>Smoking cabinet</i>	98
Gambar 35.	Oven pengasapan	98
Gambar 36.	Pengeringan langsung tipe batch.....	104
Gambar 37.	<i>Continuous tray dryer</i>	104
Gambar 38.	Direct rotary dryer	105
Gambar 39.	<i>Spray dryers</i>	105
Gambar 40.	Pengeringan tidak langsung tipe <i>batch</i>	106
Gambar 41.	Pengeringan tidak langsung tipe kontinyu	106
Gambar 42.	<i>Radiant heat dryer</i>	107

Gambar 43. Proses pembuatan bubuk pewarna kulit buah naga merah dengan teknik <i>spray drying</i>	111
Gambar 44. Produk sup krim ayam.....	111
Gambar 45. Fermentasi oncom	112
Gambar 46. Sistem <i>batch</i>	117
Gambar 47. Sistem kontinyu	117
Gambar 48. <i>Vacuum fryer</i> (penggorengan vakum).....	118
Gambar 49. Perubahan-perubahan yang terjadi selama penggorengan.....	119
Gambar 50. Hubungan waktu penggunaan minyak goreng dengan mutu produk gorengan	121
Gambar 51. <i>Chest nut</i> (kastanya) yang sedang dimasak dalam batu kerikil hitam.....	122
Gambar 52. Kastanya yang sudah digoreng.....	122
Gambar 53. Keripik sayur dan buah-buahan	122
Gambar 54. Contoh produk ekstrusi.....	126
Gambar 55. Penampang melintang ekstruder ulir tunggal.....	127
Gambar 56. Alat ekstruder ulir tunggal.....	127
Gambar 57. Ekstruder pembuat pasta.....	127
Gambar 58. Tahapan produksi <i>direct and indirect expanded snacks</i>	130
Gambar 59. <i>Texturized Vegetable Protein</i>	131
Gambar 60. Spektrum elektromagnetik	137
Gambar 61. Daya tembus sinar alfa, beta, dan gama	137
Gambar 62. Pengaruh iradiasi terhadap stroberi dan kentang	139
Gambar 63. Rendang dan semur daging sapi iradiasi	141
Gambar 64. Logo pangan yang telah diiradiasi (RADURA= radiation duration).....	141
Gambar 65. Tahapan proses pengolahan dengan tekanan tinggi	143
Gambar 66. Pengaruh perlakuan tekanan tinggi terhadap karotenoid, flavonoid, vitamin C, dan aktivitas antioksidan	143
Gambar 67. Penelitian HPP pada kerang	144
Gambar 68. Penelitian HPP pada jus <i>cranberry</i>	144

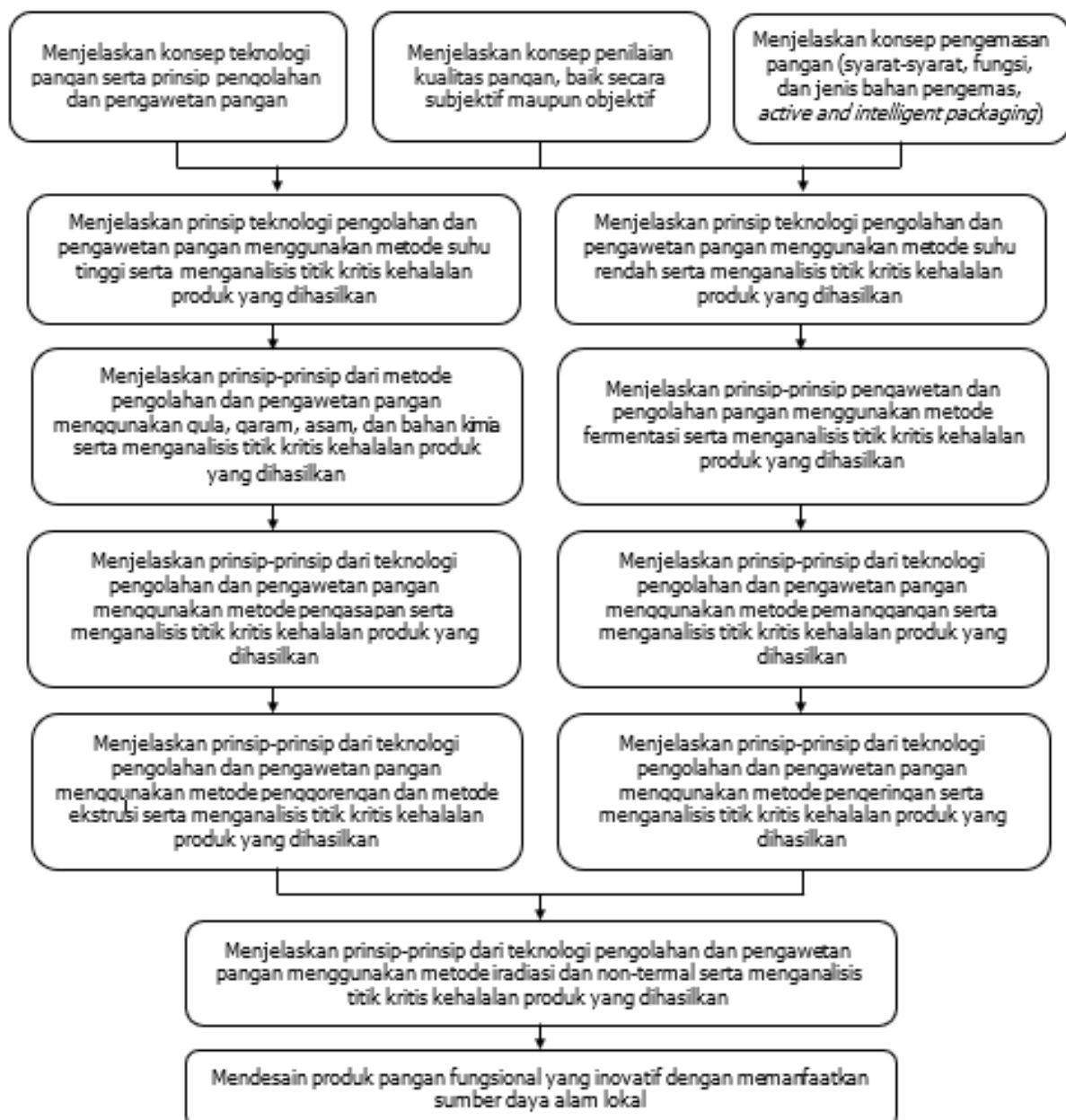
DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Persyaratan jumlah minimum panelis pada masing-masing metode uji sensori .19
Tabel 2.	Daftar klaim kesehatan FOSHU.....37
Tabel 3.	Kebijakan intervensi hulu ke hilir40
Tabel 4.	<i>Jenis</i> produk pasteurisasi49
Tabel 5.	Perkiraan HQL dari beberapa makanan beku61
Tabel 6.	Manfaat dan kerugian dalam proses pemanggangan dari segi gizi dan kesehatan 85
Tabel 7.	Komposisi kimia roti tawar dalam 100 gram.....87
Tabel 8.	Hasil analisis bahan baku buah apel “anna” 108
Tabel 9.	Kadar gizi sale pisang dengan berbagai teknik pengeringan108
Tabel 10.	Kadar gizi tepung umbi talas109
Tabel 11.	Data hasil analisis kadar karotenoid kapang oncom merah.....110
Tabel 12.	Contoh produk ekstrusi berikut titik kritis kehalalannya132
Tabel 13.	Perbandingan efektivitas blansing pada irisan kentang (2x2x2 cm) 142

DESKRIPSI MATA KULIAH

Mata kuliah Teknologi Pangan dan Gizi menjelaskan tentang prinsip-prinsip pengolahan dan pengawetan pangan, penilaian kualitas pangan secara objektif dan subjektif, pengemasan pangan, pengembangan produk pangan fungsional, beberapa metode pengolahan dan pengawetan pangan, pengaruh metode pengolahan dan pengawetan terhadap komposisi gizi bahan pangan, serta tinjauan titik kritis kehalalan pangan yang dihasilkan dari tiap-tiap metode pengolahan.

PETA KOMPETENSI



Modul 1: Pengantar Ilmu Teknologi Pangan

Metode Pembelajaran	Estimasi Waktu	Capaian Pembelajaran
Ceramah dan diskusi Pemberian tugas	100 menit	Mahasiswa mampu menjelaskan teori dan prinsip teknologi pangan serta prinsip pengolahan dan pengawetan pangan dengan berbagai metode dan kaitannya dengan Alquran dan Hadist

Materi 1

Definisi Ilmu Teknologi Pangan

Bahan pangan sebagai objek formal ilmu teknik dan ditopang dengan tuntutan industri, terutama di negara maju, melahirkan ilmu teknologi pangan. **Ilmu teknologi pangan** ini merupakan ilmu terapan atau aplikasi dari ilmu pangan, ekonomi, dan manajemen untuk sortasi (sistem seleksi), pengawetan, pengolahan (pemrosesan), pengemasan, distribusi, dan pemanfaatan bahan pangan yang baik, aman, bernutrisi, dan halal dari sejak pemanenan sampai menjadi hidangan (*from farm to table*). **Ilmu pangan** sendiri didefinisikan sebagai ilmu dasar yang menggabungkan prinsip-prinsip ilmu biologi, kimia, fisika, teknik (*engineering*) yang digunakan untuk mempelajari karakteristik bahan pangan, mekanisme kerusakan dan pencegahannya, serta dasar-dasar pengolahannya.

Yang dipelajari dalam ilmu teknologi pangan meliputi sifat fisis, mikrobiologis, dan kimia dari bahan pangan dan proses yang mengolah bahan pangan tersebut. Spesialisasi dari seorang ahli teknologi pangan beragam, di antaranya ahli pemrosesan, pengawetan, pengemasan, penyimpanan, dan sebagainya. Adapun yang dipelajari dalam mata kuliah Teknologi Pangan dan Gizi selain hal-hal di atas, juga pengaruh pengolahan terhadap nilai gizi, serta titik kritis kehalalan produk-produk yang dihasilkan melalui metode-metode pengolahan/pengawetan pangan.

Teknologi Pangan dalam Kehidupan Sehari-hari dan Kaitannya dengan Al-Quran dan Al-hadits

Kemajuan teknologi pangan sangat terasa dalam kehidupan sehari-hari. Berbagai jenis pangan olahan sangat mudah kita jumpai, baik yang dijual di pasar tradisional, toko, pasar swalayan, maupun yang pemasarannya secara *online* melalui aplikasi berbasis digital. Namun di sisi lain, kemajuan teknologi pangan ini memunculkan area "syubhat" (yang belum jelas kehalalannya). Oleh sebab itu, dalam sesi pembahasan pengolahan/pengawetan dengan berbagai metode akan disajikan tentang titik kritis kehalalan berbagai produk yang dihasilkan. Hal ini sesuai tuntunan dalam Al-Quran surat al-Baqarah : 168 untuk mengonsumsi yang halal dan *thayyib* berikut ini:

يَا أَيُّهَا النَّاسُ كُلُوا مِمَّا فِي الْأَرْضِ حَلَالًا طَيِّبًا وَلَا تَتَّبِعُوا خُطُوتَ
الشَّيْطَانِ إِنَّهُ لَكُمْ عَدُوٌّ مُبِينٌ ﴿١٦٨﴾

Artinya:

“Wahai manusia! Makanlah dari (makanan) yang halal dan baik yang terdapat di bumi, dan janganlah kamu mengikuti langkah-langkah setan. Sungguh, setan itu musuh yang nyata bagimu”.

Selain itu, dinyatakan pula dalam al-Maidah ayat 88 di bawah ini:

وَكُلُوا مِمَّا رَزَقَكُمُ اللَّهُ حَلَالًا طَيِّبًا وَانْتَقُوا اللَّهَ الَّذِي أَنْتُمْ بِهِ مُؤْمِنُونَ



Artinya:

“Dan makanlah dari apa yang telah diberikan Allah kepadamu sebagai rezeki yang halal dan baik, dan bertakwalah kepada Allah yang kamu beriman kepada-Nya”.

Selain dalam Al-Quran, keutamaan mengonsumsi pangan halal dan akibat mengonsumsi pangan haram dijelaskan dalam Al-hadits. Berikut ini dijelaskan beberapa akibat dari mengonsumsi pangan haram berikut Al-hadits yang mendasarinya:

1. **Doa akan tertolak**, sebagaimana dijelaskan dalam hadits Nabi yang artinya: Dari Abu Hurairah, Rasulullah bersabda, “wahai manusia sesungguhnya Allah itu baik dan tidak menerima kecuali yang baik, dan sungguh Allah memerintahkan orang-orang mukmin sebagaimana yang telah diperintahkan kepada para rasul. Lalu Allah berfirman, “wahai para rasul, makanlah hal-hal yang baik, bekerjalah dengan benar sesungguhnya Aku Maha Tahu dengan apa yang kalian kerjakan. Wahai orang beriman makanlah hal baik yang telah kami berikan pada kalian. Kemudian ia menceritakan ada seorang laki-laki yang panjang perjalanannya, rambutnya kusut dan berdebu, sambil menengadahkan tangannya ke langit seraya berkata, ‘Wahai Tuhan, Wahai Tuhan,’ sedangkan **makanannya haram, minumannya haram, pakaiannya haram, dan kenyang dengan makanan haram, maka bagaimana mungkin ia akan dikabulkan permohonannya**” (HR. Muslim).
2. **Ibadah tertolak selama 40 hari**, sesuai hadits berikut yang artinya: “Dari Ibnu Abbas, ia berkata: dibaca di hadapan nabi ayat (al-Baqarah:168), kemudian berdiri Sa’ad bin Abi Waqqash, ia berkata: “Ya Rasulullah, mohon doakan kepada Allah agar saya termasuk orang yang dikabulkan doanya”. Kemudian Rasulullah SAW bersabda: “Wahai Sa’ad, **perhatikan kehalalan dan kethayyiban makananmu maka akan mustajab doamu**. Demi Dzat yang nyawa Muhammad ada di genggamannya, sesungguhnya **orang yang memasukkan barang yang haram di perutnya ia tidak akan diterima (amalannya) empat puluh hari**. Barangsiapa hamba yang dagingnya tumbuh dari yang haram dan riba, maka neraka lebih utama baginya.” (HR at-Thabrani).
3. **Akan dimasukkan ke neraka**, seperti dijelaskan dalam dua Hadits Nabi saw., “Setiap tubuh yang tumbuh dari (makanan) yang haram, maka api neraka lebih utama baginya (lebih layak membakarnya)” (HR. At-Thabrani). Hadits Nabi Muhammad SAW berikutnya berupa wasiat beliau kepada shahabatnya, Ka’ab bin ‘Ujroh dengan makna: “Wahai Ka’ab bin ‘Ujroh, sesungguhnya tidak tumbuh daging yang berasal dari makanan yang haram, kecuali neraka lebih berhak untuknya” (HR. At-Turmudzi).

Konsep Teknologi Pengolahan dan Pengawetan Pangan serta Prinsipnya (Skema Barikade)

Dalam teknologi pangan akan dipelajari berbagai macam teknik pengolahan dan pengawetan pangan. Pengolahan di sini ditujukan untuk mengolah produk baru (bisa bersifat mengawetkan). Sementara pengawetan bertujuan untuk memperpanjang masa simpan (*shelf life*).

Dalam falsafah pengawetan, terdapat dua aksioma yang masing-masing melahirkan dalil. Sebagai catatan aksioma adalah pernyataan yang dapat diterima tanpa pembuktian, sedangkan dalil menurut KBBI adalah pendapat yang dikemukakan dan dipertahankan sebagai suatu kebenaran. Kedua aksioma dan dalil tersebut adalah:

- ✚ AKSIOMA I : Pengawetan tak meningkatkan mutu (yang sudah terlanjur rusak, tak akan menjadi segar kembali)
- ✚ DALIL I : Hanya dari bahan bermutu tinggi dihasilkan produk bermutu tinggi pula (ingat: tergantung proses pengolahannya, bagus atau tidak)
- ✚ AKSIOMA II : Tiap cara pengawetan hanya efektif selama mekanisme pengawetan yang bekerja masih ada.
- ✚ DALIL II : Keawetan suatu produk merupakan hasil kesinambungan yang tak terputus dari kerja beberapa prinsip pengawetan yang diterapkan.

Ada 9 prinsip pengawetan, yakni: suhu rendah, suhu tinggi, a_w rendah, pH rendah, potensial redoks, zat preservatif, sanitasi, isolasi (pengemasan, penggudangan), iradiasi. Dalam hal ini, kita harus membedakan istilah prinsip pengawetan dengan pengolahan. Sebagai contoh jika produk diolah melalui proses sterilisasi, maka prinsip pengawetannya adalah suhu tinggi, sedangkan sterilisasi merupakan proses pengolahan. Contoh lain adalah dodol yang dibuat dengan menambahkan gula, maka penambahan gula merupakan cara pengolahan, sedangkan prinsip pengawetannya adalah a_w rendah, bukan penambahan gula. Penambahan gula dapat mengawetkan suatu produk karena gula sifatnya higroskopis, sehingga a_w turun.

Untuk menjelaskan mengapa suatu pangan olahan - baik produk jadi maupun setengah jadi - dapat memiliki masa simpan yang panjang (awet), kita dapat menggunakan suatu teori pengawetan yang disebut teori barikade. Dalam teori ini, prinsip pengawetan digambarkan sebagai suatu barikade yang harus dilampaui oleh mikroba sebagai faktor perusak. Jadi, semakin banyak prinsip pengawetan yang bekerja, maka makanan akan semakin awet karena semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk melewati rintangan (barikade).

Sebagai contoh adalah produk udang beku yang dibuat melalui proses pencucian, pengemasan, dan penyimpanan di suhu rendah. Artinya ada 3 barikade yang harus dilalui oleh mikroba pada produk udang beku tersebut, yakni sanitasi, kemasan, dan suhu rendah. Skema barikade untuk produk udang beku dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Skema barikade udang beku (dokumen pribadi)

Macam-macam Metode Teknologi Pangan

Ada beragam metode dalam teknologi pangan, yang akan dibahas dalam modul ini adalah:

1. pengolahan dan pengawetan pangan dengan suhu tinggi;
2. pengolahan dan pengawetan pangan dengan suhu rendah;
3. pengolahan dan pengawetan pangan dengan gula, garam, asam, dan bahan kimia metode pengasapan;
4. pengolahan dan pengawetan dengan fermentasi;
5. pengolahan dan pengawetan dengan pemanggangan;
6. pengolahan dan pengawetan pangan dengan pengasapan;
7. pengolahan dan pengawetan pangan dengan pengeringan;
8. pengolahan dan pengawetan pangan dengan proses penggorengan;
9. pengolahan dan pengawetan pangan dengan ekstrusi;
10. pengolahan dan pengawetan pangan dengan iradiasi dan non-termal lainnya.

Kesemua jenis pengolahan/pengawetan di atas akan dibahas dalam modul-modul selanjutnya.

Latihan 1

1. Apa perbedaan dari pengolahan dan pengawetan pangan?
2. Dodol sirsak dibuat dengan cara buah dibersihkan dan dihancurkan, ditambah gula dan bahan tambahan pengawet, dipanaskan hingga mencapai kekentalan tertentu, didinginkan hingga suhu kamar, dan dikemas dengan seludang jagung. Sebutkan prinsip-prinsip pengawetan yang membuat dodol sirsak awet sampai satu tahun lebih!
3. Begitu pentingnya memperhatikan dan mengonsumsi pangan yang halal sehingga hal tersebut dijelaskan dalam Al-hadits di samping dalam Al-Quran. Apa akibat dari mengonsumsi pangan haram sebagaimana dijelaskan dalam Al-hadits?

Jawaban 1

1. Pengolahan pangan ditujukan untuk membuat produk baru, walaupun sifatnya dapat juga untuk mengawetkan, sedangkan pengawetan pangan untuk memperpanjang masa simpan.
2. Prinsip-prinsip pengawetan pada dodol sirsak meliputi:
 - sanitasi: buah sirsak dicuci terlebih dulu yang bisa mengurangi jumlah mikroba awal;
 - aw rendah: karena ditambahkan gula;
 - zat preservatif: karena ditambahkan bahan pengawet;
 - suhu tinggi: melalui proses pemanasan; dan
 - isolasi: dikemas dengan seludang jagung.
3. Akibat dari mengonsumsi pangan haram berdasarkan hadits yakni: doa akan tertolak, ibadah akan tertolak selama 40 hari, dan akan dimasukkan ke dalam neraka.

Rangkuman 1

1. Ilmu teknologi pangan ini merupakan ilmu terapan atau aplikasi dari ilmu pangan, ekonomi, dan manajemen untuk sortasi (sistem seleksi), pengawetan, pengolahan (pemrosesan), pengemasan, distribusi, dan pemanfaatan bahan pangan yang baik, aman, bernutrisi, dan halal dari sejak pemanenan sampai menjadi hidangan (*from farm to table*).
2. Terdapat 9 prinsip pengawetan yakni: suhu rendah, suhu tinggi, aw rendah, pH rendah, potensial redoks, zat preservatif, sanitasi, isolasi (pengemasan, penggudangan), dan iradiasi.

Tes Formatif 1

1. Kasus "Ajinomoto" menjadi pembelajaran penting agar staf produksi dan aktivitas kritis lainnya senantiasa memperhatikan bahan yang digunakan dalam proses agar terbebas dari unsur babi dan turunannya. Hal ini sejalan dengan pengharaman babi dalam Al-Quran surat:
A. 2 : 168 B. 2 : 172 C. 2 : 173 D. 5 : 90 E. 3 : 90
2. Dalam ilmu teknologi pangan, selain sisi teknologi yang dibahas, perlu juga kita mengkritisi kehalalan produk pangan yang dihasilkan. Dalam surat apa dan ayat berapakah anjuran untuk mengonsumsi pangan halal?
A. 2 : 168 B. 2 : 172 C. 2 : 173 D. 5 : 90 E. 3 : 90
3. Suatu produk dodol sirsak dibuat dengan cara sebagai berikut: buah sirsak dicuci sampai bersih, dikupas dan diambil daging buahnya. Selanjutnya daging buah diblender dan dicampurkan dengan bahan-bahan lainnya yaitu beras ketan, gula, sedikit garam, dan potasium sorbat. Adonan dimasak hingga kekentalan tertentu, setelah dingin dikemas dengan seludang jagung dan kemasan sekunder yang telah diberi label. Prinsip pengawetan apa sajakah yang diterapkan pada produk dodol tersebut?
A. Sanitasi, suhu tinggi, aw rendah
B. Sanitasi, suhu tinggi, aw rendah, zat preservatif
C. Sanitasi, suhu tinggi, aw rendah, isolasi
D. Suhu tinggi, aw rendah, zat preservatif, isolasi
E. Sanitasi, suhu tinggi, aw rendah, zat preservatif, isolasi

Jawaban Tes Formatif 1

1. C
2. E
3. A

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 1 yang terdapat di bagian modul ini. Hitunglah jawaban yang benar, lalu gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Modul 1.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{jumlah jawaban yang benar}}{\text{jumlah soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan:

- 90 – 100% : baik sekali
- 80 – 89% : baik
- 70 – 79% : cukup
- < 70% : kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Modul 2. Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Modul 1, terutama di bagian yang belum dikuasai.

MODUL 2: Penilaian Kualitas Pangan

Metode Pembelajaran	Estimasi Waktu	Capaian Pembelajaran
Ceramah dan diskusi Pemberian tugas	100 menit	Mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan penilaian kualitas pangan, baik secara subjektif maupun objektif

Materi 2

Berdasarkan Undang-Undang Pangan Nomor 18 Tahun 2012 mutu pangan dapat diartikan sebagai nilai yang ditentukan atas dasar kriteria keamanan dan kandungan gizi pangan. Penilaian kualitas pangan adalah penilaian mutu produk pangan yang telah mengalami proses pengolahan untuk mendapatkan standar kualitas yang layak untuk dikonsumsi oleh manusia sebagai konsumen. Tujuan dari penilaian kualitas pangan adalah untuk (1) pemeriksaan produk pangan, (2) pengendalian proses, dan (3) pengendalian mutu pangan. Berdasarkan data konsumsi pangan (hasil Survei Sosial Ekonomi Nasional – Susenas, BPS) (2018) jumlah konsumsi energi penduduk Indonesia adalah sebesar 2.165 kkal/kapita/hari, sedangkan konsumsi protein adalah sebesar 62,91 gram/kapita/hari yang terdiri atas 42,66 gram dari jenis protein nabati dan 20,20 gram protein hewani. Di Indonesia sendiri kontribusi pangan sumber energi didominasi oleh kelompok pangan jenis padi-padian (beras, jagung, dan olahannya), sedangkan pangan sumber protein didominasi oleh konsumsi daging ruminansia dan kacang-kacangan serta olahannya.

Survei konsumsi pangan yang telah dilakukan menunjukkan bahwa kualitas pangan Indonesia mengalami peningkatan sejak tahun 2017. Hal ini berkaitan dengan penilaian kualitas pangan Indonesia yang semakin membaik ditinjau dari berbagai aspek khususnya aspek gizi yang mencakup komponen zat gizi seperti protein, lemak, karbohidrat, mineral, dan vitamin; aspek fisik pangan yang mencakup organoleptik/sensori (indrawi); aspek bisnis (standar mutu, kriteria mutu, dan lain-lain); serta aspek kesehatan. Secara umum penilaian kualitas pangan dibagi menjadi 2, yakni penilaian secara subjektif dan penilaian secara objektif. Penilaian kualitas pangan secara subjektif adalah penilaian karakteristik bahan pangan atau komoditi yang umumnya dilakukan dengan menggunakan panca indra (indrawi) manusia sebagai instrumennya (alat ukur), contohnya adalah pengujian organoleptik. Sifat dan karakteristik bahan pangan diidentifikasi menggunakan indikator 5 panca indra manusia, yakni indra penglihatan, peraba, pembau, perasa, dan indra pendengaran. Adapun pengujian mutu pangan secara objektif dilakukan dengan menggunakan uji laboratorium. Komponen yang umum diujikan pada pengujian mutu secara objektif antara lain adalah pengujian karakteristik kimia bahan pangan (kadar protein, lemak, karbohidrat, mineral, vitamin, antioksidan, dan sebagainya), pengujian fisik terkait karakteristik tekstur bahan (uji elongasi mi basah, kekenyalan, kekerasan, *adhesive*, dan sebagainya), serta pengujian mikroorganisme bahan pangan.

Penilaian Kualitas Pangan Secara Objektif

Penilaian kualitas pangan secara objektif terdiri atas: (1) pengujian fisik, (2) pengujian kimia, dan (3) pengujian mikrobiologis.

1. Pengujian Fisik

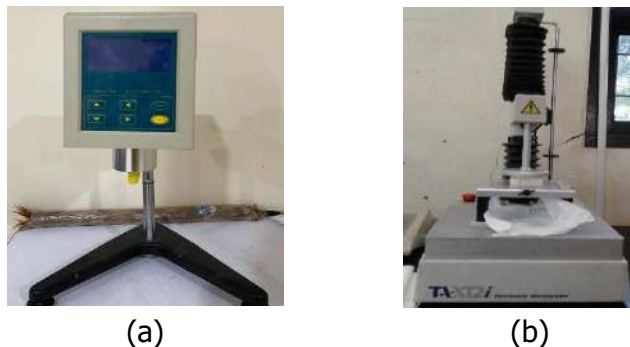
Pengujian fisik pangan diukur berdasarkan hal-hal fisik yang tampak pada produk pangan. Umumnya pengujian fisik pangan ini menggunakan alat yang dapat mengidentifikasi karakteristik mutu pangan yang tersembunyi. Contohnya adalah pengujian warna, volume, tekstur, viskositas, keempukan, bobot jenis, dan sebagainya. Alat yang umum digunakan pada pengujian ini antara lain; *chromameter*, *viscometer*, penetrometer, *texture profile analyzer*, dan lain-lain. Beberapa alat yang digunakan dalam pengujian fisik dapat dilihat pada Gambar 2.

Kelebihan pengujian fisik:

- memiliki relevansi yang tinggi;
- mudah dan cepat dilakukan
- hasil pengukuran dan pengamatan yang cepat diperoleh;

Kekurangan pengujian fisik:

- keterbatasan akibat beberapa sifat indrawi tidak dapat dideskripsikan;
- perlu dilakukan kalibrasi instrumen untuk menjamin objektivitas alat.



(a) Viskometer (b) *Texture profile analyzer*

Gambar 2. Alat pengujian fisik

(Sumber: Dokumen Pribadi)

2. Pengujian Kimia

Pengujian kimia dilakukan untuk mengukur kualitas produk berdasarkan kandungan kimia yang terdapat pada produk pangan. Contoh pengujian kimia adalah uji proksimat yang meliputi pengujian terhadap kadar air, abu, protein, kadar lemak, dan karbohidrat *by difference*. Pengujian kimia juga biasa dilakukan untuk meninjau karakteristik kimia bahan pangan secara kuantitatif dan kualitatif seperti mengukur kadar asam amino, asam lemak, antioksidan, dan sebagainya. Alat yang umum digunakan pada pengujian kimia diantaranya adalah refraktometer yang digunakan untuk mengukur total padatan bahan makanan (cairan), spektrofotometer yang digunakan untuk mengukur kadar antioksidan bahan pangan, kromatografi yang digunakan untuk mengukur warna, HPLC yang digunakan untuk mengukur kadar asam amino bahan makanan, GC-MS untuk mengukur senyawa-senyawa bahan makanan yang bersifat volatil, dan sebagainya.

Kelebihan pengujian kimia:

- memiliki prosedur yang terstandar dan hasil yang objektif;
- reabilitas dari hasil uji tinggi;

- dapat menentukan zat gizi dalam bahan makanan sehingga berguna untuk menentukan kualitas produk pangan

Kekurangan pengujian kimia:

- relatif mahal;
- prosedur kerja kompleks dan butuh ketelitian khusus;
- pengujian harus dilakukan oleh seseorang yang punya keahlian dan pengetahuan di bidang analisis kimia;
- perlu fokus tinggi dan kehati-hatian dalam pengerjaan karena menggunakan berbagai reagen kimia.

3. Pengujian Mikrobiologis

Pengujian mikrobiologis merupakan indikator keamanan produk makanan, karena hasil pengujian ini merepresentasikan kandungan mikroorganisme dalam produk. Salah satu pengujian yang penting dilakukan pada produk pangan sebagai indikator sanitasi makanan. Pengujian mikrobiologi meliputi uji kualitatif dan uji kuantitatif. Uji kualitatif dilakukan untuk mengetahui jenis mikroorganisme yang ada di dalam sampel makanan, untuk melihat ada atau tidaknya bakteri patogen yang dapat mengontaminasi produk pangan, contohnya analisis *Salmonella* pada produk daging menggunakan media SSA (*Salmonella* Shigela Agar). Adapun uji kuantitatif dilakukan untuk mengetahui jumlah mikroba yang ada dalam pangan. Jadi dapat menentukan tingkat keamanan pangan, contohnya adalah pengujian total mikroba (*total plate count*/TPC) dan menghitung jumlah koloni *Salmonella* yang tumbuh selama inkubasi.

Alat-alat yang digunakan pada pengujian di laboratorium mikrobiologi diantaranya adalah mikroskop, *bacteri counter*, otoklaf, dan lain-lain. Beberapa teknik yang harus diperhatikan selama bekerja di laboratorium mikrobiologi antara lain:

- mencuci tangan sebelum bekerja di laboratorium;
- selalu menggunakan jas laboratorium yang bersih dan alat pelindung diri (APD) lainnya selama berada di laboratorium;
- selama berada di laboratorium tidak makan, minum, dan merokok;
- sebelum bekerja tangan disemprot dengan alkohol 70%;
- sebelum dan setelah bekerja meja kerja harus dibersihkan dengan alkohol 70%;
- kultur atau media diberi label (nama kultur/media, tanggal dibuat);
- sterilisasi peralatan bekas kultur dan media yang sudah tercemar;
- memipet tidak menggunakan mulut;
- mencuci tangan dengan sabun setelah selesai bekerja.

Kelebihan dan kekurangan pengujian ini sangat bergantung pada metode analisis yang digunakan, misalnya pada metode TPC yang digunakan untuk mengetahui jumlah koloni mikroorganisme yang tumbuh dengan menggunakan media *Nutrient Agar* (NA)/*Nutrient Broth* (NB). Metode TPC ini juga dapat digunakan untuk menentukan umur simpan produk pangan, namun tidak dapat mengetahui jenis mikroorganisme apa saja yang tumbuh. Adapula analisis *yeast* dan *mold* (YM), analisis ini dilakukan untuk menghitung jumlah koloni kapang dan khamir yang tumbuh pada produk/sampel pangan menggunakan media agar *Potato Dextrose Agar* (PDA). Kelebihan analisis ini adalah dapat memperkuat hasil penilaian kualitas pangan secara subjektif. Kekurangannya adalah pada

analisis ini memerlukan alat laboratorium yang harus sesuai dengan pengujian, itu sebabnya pengujian ini relatif mahal, memiliki waktu pengamatan yang cukup lama, dan memerlukan tenaga ahli yang spesifik.

Penilaian Kualitas Pangan Secara Subjektif

Penilaian kualitas makanan secara subjektif dilakukan dengan menggunakan panca indra manusia. Penilaian mutu pangan secara subjektif dikenal juga dengan pengujian sensori/uji organoleptik. Penilaian dengan indra menjadi bidang ilmu setelah prosedur penilaian dibakukan, dirasionalkan, dihubungkan dengan penilaian secara objektif, analisis data menjadi lebih sistematis, demikian pula metode statistik digunakan dalam analisa serta pengambilan keputusan. Dalam industri pangan, penilaian organoleptik biasa digunakan untuk menilai mutu pangan karena penilaian menggunakan indra dalam beberapa hal memiliki kelebihan tersendiri misalnya lebih sensitif dan melebihi ketelitian alat. Hal-hal yang dapat dinilai menggunakan uji organoleptik meliputi:

1. Penilaian tekstur, yang dilakukan dengan rabaan menggunakan ujung jari dan gigitan pada suatu produk pangan.
2. Penilaian terhadap kenampakan warna dan kecerahan, yang dapat dilakukan menggunakan indra penglihatan.
3. Penilaian terhadap rasa; yang dapat dirasakan oleh indra pembau dan perasa secara bersamaan. Sejauh ini belum ada alat yang dapat mengidentifikasi rasa khas suatu produk pangan kecuali indra manusia.
4. Penilaian terhadap suara; yang merupakan hasil pengamatan dengan menggunakan indra pendengaran yang umumnya digunakan untuk menentukan tingkat kerenyahan produk. Penilaian ini juga digunakan untuk membedakan tekstur produk seperti melempem, dan sebagainya.

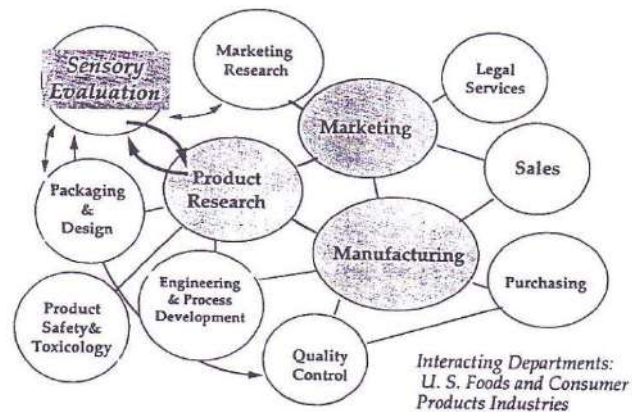
Kelebihan pengujian ini adalah dapat mendeskripsikan sifat-sifat tertentu yang tidak dapat digantikan dengan cara pengukuran menggunakan mesin, instrumen ataupun alat lain yang banyak digunakan dengan cepat dan langsung. Kekurangan dari pengujian ini adalah adanya kemungkinan bias akibat dari kesalahan panelis, kesalahan pengetesan, subjektivitas, ketidaklengkapan informasi, dan kelemahan pengendalian peubah.

Produk yang dapat diujikan secara subjektif menggunakan metode pengujian sensori adalah produk-produk yang digunakan oleh manusia di kehidupan sehari-hari, seperti produk pangan, produk kosmetik, *personal care product* (*lotion, shampoo, lipstick*, dan sebagainya), serta produk tekstil. Keunikan pengujian sensori terangkum di bawah ini.

1. karakter sensori produk sering sekali sulit untuk dideskripsikan;
2. menggunakan instrumen pengukur adalah manusia dengan kelima indra yang dimilikinya yang memberikan kekhasan dibandingkan dengan jenis analisis lainnya karena sulit dikalibrasi dan sangat dipengaruhi oleh kondisi fisiologis dan psikologis;
3. melibatkan kaidah-kaidah psikologis;
4. melibatkan banyak variabel yang perlu dikontrol untuk menghindari bias untuk menghasilkan proses pengindraan yang diinginkan.

Dalam perkembangan ilmu dan teknologi, pengujian sensori digunakan untuk pengawasan mutu produk terutama dalam memprediksi dan mengetahui perubahan produk yang terjadi selama penyimpanan, pengemasan, distribusi, dan penjualan. Oleh sebab itu,

pengujian sensori dapat digunakan untuk: (1) menentukan umur simpan produk; (2) kesetaraan produk, yakni untuk membandingkan dan memodifikasi karakterisasi sensori satu produk dengan produk lain yang sejenis; (3) pemetaan produk, yaitu untuk membantu menjelaskan profil sensori produk dan menunjukkan variasi atribut dari produk-produk serupa di pasaran; (4) spesifikasi dan pengawasan mutu; (5) membantu reformulasi produk; (6) meninjau adanya potensi cemarkan yang mungkin akan menurunkan minat konsumen dan menimbulkan keluhan pada produk; serta (7) penerimaan produk.



Gambar 3. Keterkaitan evaluasi sensori dengan bagian lain di perusahaan
(Sumber: Lawless & Heymann, 2010)

Berdasarkan uraian di atas, komponen yang harus ada dalam pengujian sensori antara lain:

- panelis,
- sampel uji,
- ruang uji (laboratorium sensori),
- peralatan untuk penyimpanan dan penyajian produk, dan
- formulir uji sensori.

Panelis

Panelis adalah orang atau kelompok yang bertugas menilai sifat dan mutu suatu produk berdasarkan kesan subjektif sesuai dengan metode yang digunakan. Pada uji sensori panelis digunakan sebagai alat uji atau instrumen, karenanya ada beberapa kriteria panelis yang perlu kita ketahui.

1. Panelis Tidak Terlatih/Konsumen

Panelis tidak terlatih merupakan orang awam atau masyarakat/ konsumen yang dapat dipilih berdasarkan jenis kelamin, suku bangsa, tingkat sosial dan pendidikan tertentu. Panel jenis ini hanya terdiri atas orang dewasa baik itu laki-laki maupun perempuan. Sifat organoleptik yang diidentifikasi menggunakan panelis ini adalah sifat-sifat organoleptik yang sederhana misalnya menilai kesukaan (hedonik) produk. Panelis tidak terlatih umum juga dikenal dengan panelis konsumen karena penggunaan panelis ini biasanya bertujuan untuk mengetahui kesukaan produk suatu komoditi pada wilayah tertentu.

2. Panelis Terlatih

Panelis terlatih adalah sekelompok orang yang direkrut atau diseleksi terhadap kemampuan dasar sensori dan dilatih untuk jangka waktu tertentu untuk keperluan pengujian produk. Panelis tipe ini umum digunakan untuk melakukan pengujian perbedaan dan uji deskripsi.

3. Panelis Ahli

Panelis ahli adalah orang atau kelompok yang memiliki keahlian spesifik pada produk tertentu, misalnya untuk produk kopi, coklat, teh, dan sebagainya. Panelis ahli tidak memerlukan pelatihan khusus lagi saat mengidentifikasi sifat sensoris yang akan diujinya karena umumnya panelis ahli telah memperoleh pengalaman terhadap produk dalam jangka waktu yang sangat lama sehingga mampu mengidentifikasi produk dengan sangat spesifik.

Berdasarkan jumlah penggunaan panelis dalam tiap pengujian, Carpenter, *et al.* (2000) telah menjelaskan batas minimum jumlah panelis yang tersaji pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1.
Persyaratan jumlah minimum panelis pada masing-masing metode uji sensori

Tipe Uji	Panelis Tidak Terlatih	Panelis Terlatih
Uji Perbedaan		
- Uji Pasangan (<i>pair test</i>)	30	20
- Uji Segitiga	24	18
- Uji Dua dari lima (<i>Two-out-of five</i>)	-	12
- Uji Duo-trio	32	20
Uji Ranking	30	5
Uji Rating	20	8
Uji Deskripsi	-	8
Uji Penerimaan		
- <i>Two sample preference test</i>	50	-
- <i>Multi sample preference</i>	50	-
- <i>Hedonic rating</i>	70	-
- <i>Magnitude estimation</i>	70	-

Sumber: Carpenter et al., 2000

Sampel Uji

Sampel yang disajikan pada pengujian sensori bersifat *blind test* artinya panelis tidak mengetahui informasi terkait sampel, baik informasi mengenai bahan, kemasan, harga, dan cara persiapan sampel. Informasi yang diterima oleh panelis hanya terbatas pada nama produk (misalnya: bolu gulung srikaya), cara pengisian formulir uji, dan urutan pengujian. Jika informasi yang diberikan terlalu banyak dikhawatirkan akan menyebabkan *expectation error* yang berdampak pada ketidakobjektifan nilai yang diberikan oleh panelis.

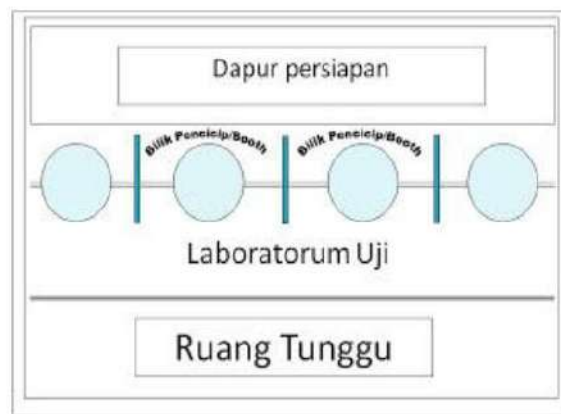
Ruang Uji

Secara umum, fasilitas pengujian sensori harus sesuai dengan syarat berikut: (1) efisien, artinya kegiatan pengujian sensori harus efisien; (2) tidak mengganggu konsentrasi panelis selama pengujian; (3) dapat meminimalisasi gangguan antarpanelis selama melaksanakan

pengujian sensori. Oleh karena itu, ruang atau area pengujian sensori harus berada pada lokasi sentral agar mudah diakses oleh panelis. Adawiyah (2014) menyebutkan ruangan yang dibutuhkan dalam melakukan pengujian sensori terdiri atas:

1. ruang persiapan (dapur),
2. area uji deskripsi dan *training*,
3. area pencicipan (*booth*),
4. kantor (ruang yang digunakan panel *leader* untuk mempersiapkan formulir uji sensori).

Syarat lain yang perlu diperhatikan pada ruang uji sensori adalah bebas dari keributan/ kebisingan, nyaman, bebas bau-bauan, suhu terkontrol (22 - 27°C), kelembapan 45-55%, serta ventilasi udara yang baik. Selain itu, pola lalu lintas panelis juga perlu diperhatikan. Panelis tidak keluar masuk fasilitas melalui ruang persiapan atau kantor panel *leader*. Hal ini untuk mencegah panelis dari akses fisik ataupun visual terhadap informasi yang berhubungan dengan pengujian yang mungkin akan menimbulkan bias. Ilustrasi ruang pengujian sensori dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Ilustrasi laboratorium uji sensori
(Sumber: Adawiyah, 2014)

Peralatan Pengujian

Peralatan untuk persiapan dan penyajian sampel harus dipilih dengan hati-hati untuk mengurangi bias dan munculnya variabel baru yang mungkin dapat memengaruhi hasil. Pemilihan alat dari plastik dapat menyebabkan perubahan karakteristik aroma dan flavor produk pangan. Wadah berbahan *stainless steel* umum digunakan karena dapat mengurangi transfer senyawa volatil dari bahan. Di sisi lain pemilihan alat saji mampu meminimalisasi bias, contohnya adalah menggunakan wadah yang berwarna terang guna menutupi perbedaan warna pada tiap sampel (produk). Beberapa alat penyajian yang dapat digunakan pada uji sensori antara lain:

1. timbangan (untuk menimbang produk yang akan disajikan dengan bobot yang sama),
2. alat-alat gelas untuk mengukur dan menyimpan produk,
3. jam untuk memonitor lamanya persiapan.

Formulir Uji Sensori

Formulir uji sensori dibuat oleh panel *leader* berisi pertanyaan yang diperlukan dalam pengujian. Pada formulir tersebut, spesifikasi dari sifat-sifat sensori produk harus dituliskan dengan jelas dan sesuai dengan metode pengujian yang digunakan. Dalam formulir uji sensori

harus terdapat informasi yang mencakup: (1) nama produk yang diujikan, (2) nama panelis, (3) tanggal dan jam pengujian, (4) instruksi, dan (5) respon dari panelis (Setyaningsih et al., 2014). Instruksi dapat berupa petunjuk pengisian lembar pengujian pada kolom yang telah disediakan, sedangkan respon panelis berupa hasil pilihan panelis terhadap atribut sensori produk dan tanggapan panelis terhadap produk yang dituliskan/dideskripsikan.

Paired Preference Test

Produk: Cookies
 Nama : Tanggal :
 Di depan anda terdapat 2 sampel cookies. Mulailah dengan mencicipi sampel di sebelah kiri, rasakan masing-masing. Berilah tanda cek (✓) pada kotak disebelah no. kode sampel yang lebih anda sukai. Anda harus memilih salah satu. Anda diijinkan untuk mengulang mencicipi sampel.

225 ☐ 179 ☐

Terimakasih

Gambar 5. Contoh formulir uji sensori menggunakan metode penerimaan
(Sumber: Adawiyah, 2014)

Latihan 2

1. Jelaskan perbedaan penilaian mutu makanan secara subjektif dan secara objektif!
2. Jelaskan kelebihan dan kekurangan analisis kimia!
3. Sebutkan macam-macam panelis untuk pengujian sensori!

Jawaban 2

1. Penilaian subjektif merupakan cara penilaian terhadap mutu atau sifat-sifat pangan menggunakan panelis (manusia) sebagai instrumennya (alat). Sifat dan karakteristik bahan pangan diidentifikasi menggunakan indra manusia, termasuk indra penglihatan, peraba, pembau, perasa, dan pendengaran, sedangkan Pengujian mutu pangan secara objektif dilakukan dengan menggunakan uji laboratorium.
2. Kelebihan pengujian kimia:
 - Bersifat objektif dan memiliki prosedur yang terstandar;
 - reabilitas dari hasil uji tinggi;
 - dapat menentukan kualitas/mutu pangan berdasarkan zat gizi yang terkandung di dalamnya.
 Kekurangan pengujian kimia:
 - relatif mahal;
 - prosedur kerja kompleks dan butuh ketelitian khusus;
 - pengujian harus dilakukan oleh seseorang yang punya keahlian dan pengetahuan di bidang analisis kimia;
 - perlu fokus tinggi dan kehati-hatian dalam pengerjaan karena menggunakan berbagai reagen kimia.
3. Jenis-jenis panelis meliputi:
 - Panelis tidak terlatih yang merupakan orang awam (dewasa laki-laki dan perempuan) yang dapat dipilih berdasarkan jenis kelamin, suku bangsa, tingkat sosial, dan pendidikan tertentu. Biasanya digunakan untuk uji sensori menggunakan metode kesukaan/hedonik.

- Panelis terlatih, yakni panelis yang dilatih untuk peka terhadap atribut sensori guna keperluan analisis sensori. Biasanya digunakan untuk uji sensori metode perbedaan dan deskripsi.
- Panelis ahli adalah orang atau kelompok yang memiliki keahlian spesifik pada produk tertentu, misalnya untuk produk kopi, coklat, teh, dan sebagainya.

Rangkuman 2

1. Penilaian kualitas makanan adalah penilaian mutu dari bahan pangan yang telah mengalami pengolahan dengan tujuan untuk mendapatkan standar kualitas yang layak untuk dikonsumsi oleh manusia sebagai konsumen.
2. Tujuan dari penilaian kualitas pangan adalah untuk pemeriksaan produk pangan, pengendalian proses, dan pengendalian mutu pangan.
3. Penilaian mutu pangan bersifat multidimensi dan mempunyai banyak aspek antara lain adalah aspek gizi yang mencakup kalori, protein, lemak, karbohidrat, mineral, vitamin, dan lain-lain; aspek fisik yang di dalamnya mencakup selera/sensori (indrawi); aspek bisnis (standar mutu, kriteria mutu, dan lain-lain); serta aspek kesehatan.
4. Penilaian kualitas pangan dibagi menjadi 2 yakni penilaian secara subjektif dan penilaian secara objektif. Penilaian kualitas pangan secara subjektif umumnya dilakukan dengan menggunakan panca indra (indrawi), contohnya adalah pengujian organoleptik. Penilaian subjektif merupakan cara penilaian terhadap mutu atau sifat-sifat komoditi menggunakan panelis (manusia) sebagai instrumennya (alat). Pengujian mutu pangan secara objektif dilakukan dengan menggunakan uji laboratorium. Komponen yang umum diujikan pada pengujian mutu secara objektif antara lain adalah pengujian karakteristik kimia bahan pangan (kadar protein, lemak, karbohidrat, mineral, vitamin, antioksidan, dan sebagainya), pengujian fisik terkait karakteristik tekstur bahan (uji elongasi mi basah, kekenyalan, kekerasan, *adhesive*, dan sebagainya), serta pengujian mikroorganisme bahan pangan.
5. Komponen penting yang harus ada dalam pengujian sensori antara lain:
 - panelis, sampel uji,
 - ruang uji (laboratorium sensori),
 - peralatan untuk penyimpanan dan penyajian produk, dan
 - formulir uji sensori.

Tes Formatif 2

1. Pengujian umur simpan produk dapat menggunakan uji mikrobiologis. Metode apa yang umumnya digunakan?

A. <i>Total Plate Count</i>	B. uji kapang	C. uji bakteri <i>E. coli</i>
D. uji <i>Salmonella</i>	E. uji aktivitas <i>Pseudomonas</i>	
2. Dalam sebuah pengujian sampel keripik, seorang mahasiswa diwajibkan melakukan analisis sensori di bilik yang telah disediakan. Parameter apa sajakah yang harus di analisis pada pengujian sampel keripik tersebut?
 - A. Warna, bentuk, rasa, aroma, tekstur, viskositas
 - B. Warna, tekstur, rasa, aroma, ukuran, kerenyahan
 - C. Warna, kekerasan, *adhesive*, kerenyahan, *chewiness*
 - D. Warna, volume, aroma, rasa, tekstur
 - E. Warna, aroma, rasa, bobot jenis, kekerasan

3. Dalam menyajikan sampel produk kepada panelis, panel *leader* diharapkan mampu menyampaikan dengan baik informasi seputar produk yang disajikan, yakni informasi nama produk, cara pengisian formulir uji, dan urutan pencicipan. Hal lain diluar informasi tersebut wajib untuk dirahasiakan. Ini berkaitan dengan sifat/ prinsip uji organoleptic, yaitu?
 - A. *Blind test*
 - B. Progresif
 - C. Kuantitatif
 - D. Kualitatif
 - E. *Secret*
4. Berikut ini adalah alat dalam laboratorium yang dapat digunakan untuk menguji sifat fisik produk terutama kekentalannya, adalah?
 - A. pH meter
 - B. Tekstur analyzer
 - C. Viscometer
 - D. Penetrometer
 - E. Termometer
5. Alat pengujian secara kuantitatif untuk mengetahui Panjang gelombang suatu senyawa antioksidan, adalah?
 - A. Termometer
 - B. Viscometer
 - C. HPLC
 - D. Kalorimeter
 - E. Spektrofotometer

Jawaban Tes Formatif

1. A
2. B
3. A
4. C
5. E

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 2 yang terdapat di bagian modul ini. Hitunglah jawaban yang benar, lalu gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Modul 2.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{jumlah jawaban yang benar}}{\text{Jumlah soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan:

- 90 – 100% : baik sekali
 80 – 89% : baik
 70 – 79% : cukup
 < 70% : kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Modul 3. Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Modul 2, terutama di bagian yang belum dikuasai.

MODUL 3: Pengemasan Pangan

Metode Pembelajaran	Estimasi Waktu	Capaian Pembelajaran
Ceramah dan diskusi Pemberian tugas	100 menit	Mahasiswa mampu menjelaskan tentang konsep, prinsip, fungsi, dan jenis-jenis pengemasan dalam industri pengolahan pangan

Materi 3

Pengemasan diperkirakan telah ada sejak beberapa ratus tahun sebelum masehi. Awalnya bahan kemasan berasal dari alam seperti dedaunan, kulit binatang, dan tanah liat. Seiring dengan perkembangan peradaban, maka kemasan saat ini sudah beraneka ragam asal dan bentuknya. Secara umum kemasan adalah suatu alat yang dapat digunakan sebagai wadah atau tempat yang mampu memberikan perlindungan sesuai dengan tujuannya, contohnya seperti mencegah kontaminasi debu ataupun cemaran lain. Hal ini berkaitan dengan faktor-faktor yang dapat menyebabkan kerusakan pangan baik secara alamiah seperti adanya kontaminasi pada produk karena pengaruh lingkungan, serta faktor mekanis yang menyebabkan kerusakan fisik pada produk. Kedua faktor tersebut kemungkinan besar mampu dikendalikan dengan adanya pengemasan.

Kemasan pangan adalah bahan yang digunakan untuk membungkus dan mewadahi pangan. Kemasan dapat bersentuhan secara langsung dengan pangan itu sendiri maupun tidak langsung yang secara nyata berperan dalam mempertahankan kualitas produk pangan dan mencegah kerusakan fisik pada produk serta mempertahankan higienitas produk. Oleh karena itu, adanya kemasan pangan mampu menjamin keamanan produk pangan selama pengangkutan dan penyimpanan pangan sehingga dapat sampai kepada konsumen dalam kondisi baik. Tujuan lain dari pengemasan di antaranya sebagai berikut:

1. memperpanjang umur simpan produk,
2. mencegah kerusakan zat gizi pada produk pangan,
3. menjamin keamanan bahan pangan,
4. memudahkan distribusi dan penyimpanan bahan pangan,
5. menambah estetika dan nilai jual produk, dan
6. meningkatkan daya tarik pembeli pada produk.

Standar Mutu Pengemasan

Standar mutu pengemasan sama pentingnya dengan pengaturan standar mutu bahan makanan. Hal ini berkaitan dengan kemasan yang tidak mampu memenuhi standar kondisi yang baik selama pendistribusian dan penjualan mampu menurunkan kualitas mutu pangan dan menurunkan minat konsumen untuk membeli produk tersebut. Sebagai contoh kemasan produk susu fermentasi (*yoghurt*) idealnya dikemas dalam wadah yang tidak tembus cahaya dan disimpan pada lemari pendingin, bukan dibiarkan dijual di rak etalase toko pada suhu ruangan biasa. Kesalahan standar pengemasan tersebut mampu meningkatkan risiko kerusakan bahan pangan (kebusukan) dan mempersingkat umur simpan produk. Oleh sebab itu, pada kemasan harus tertulis jelas bagaimana harusnya produk tersebut disimpan. Adapun syarat pengemasan adalah sebagai berikut:

1. mempunyai daya perlindungan terhadap produk yang baik untuk memudahkan penanganan, distribusi, penyimpanan, dan *display*;
2. mempunyai kemampuan untuk melindungi produk dari kontaminsi mikroorganisme dan risiko lain seperti suhu, sinar matahari, bau, benturan;
3. mempunyai estetika bentuk kemasan yang mampu menarik daya beli konsumen serta dilengkapi dengan adanya informasi produk, nilai gizi, dan label halal;
4. harus dapat memenuhi keinginan pasar dan sasaran masyarakat;
5. ukuran, bentuk, dan bobot sesuai dengan norma dan standar yang ada;
6. mudah dibuang, mudah dibentuk, atau dicetak.

Komponen Kemasan

Komponen kemasan mempunyai spesifikasi material yang berbeda-beda yang dapat menunjang fungsi kemasan itu sendiri. Sebelum lebih lanjut membahas komponen kemasan, berikut perlu diketahui fungsi dan manfaat dari kemasan, yang meliputi:

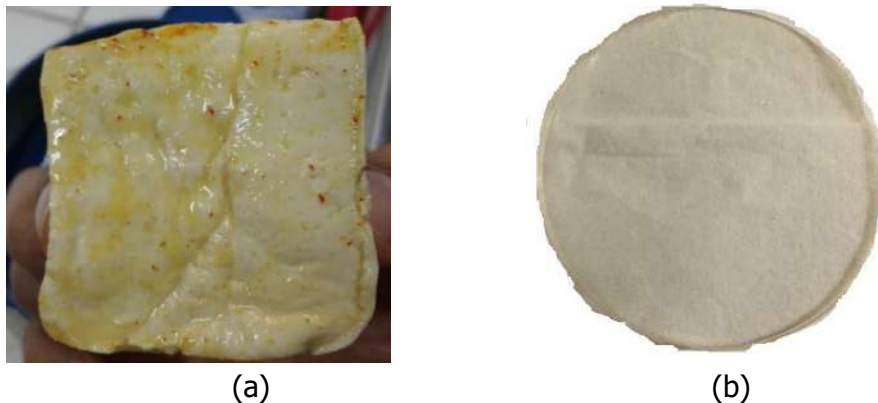
1. mampu mempertahankan produk pangan dari cemaran benda asing dan kotoran lain;
2. mampu memberikan perlindungan dari kerusakan fisik, air, oksigen, sinar, dan getaran;
3. kemasan haruslah efisien dan ekonomis;
4. mampu memberikan daya tarik kepada konsumen untuk meningkatkan nilai jual;
5. mampu mencegah penularan bahan pangan oleh organisme yang berbahaya bagi kesehatan;
6. mampu memberikan kesan menarik dibandingkan dengan kemasan produk lain.

Berdasarkan fungsinya, kemasan dibagi menjadi dua jenis, yaitu kemasan primer dan kemasan sekunder. Kemasan primer adalah kemasan yang bersentuhan langsung dengan produk pangan. Kemasan primer ini haruslah *food grade* atau aman dan tidak menimbulkan toksik bila bersinggungan dengan produk pangan. Contoh kemasan primer adalah bungkus bumbu instan, bungkus roti, dan botol kecap. Secara umum kemasan primer bersifat sebagai pelindung produk (*protection*), mengawetkan (*preservative*), dan sebagai media komunikasi kepada konsumen karena pada beberapa kemasan primer tersedia label dan informasi produk (*promotion*). Jadi kemasan primer adalah keseluruhan kemasan yang di-*display* dan yang membuat konsumen memutuskan untuk membeli (Julianti, 2014).

Kemasan jenis lainnya adalah kemasan sekunder yang disebut juga sebagai *transport packaging* yang digunakan untuk melindungi kemasan primer selama penyimpanan di gudang serta saat didistribusikan ke konsumen dalam partai besar maupun eceran. Dengan kata lain, kemasan sekunder haruslah satu kesatuan dengan kemasan primer. Jika produk dikemas dengan kemasan primer yang sifatnya fleksibel, maka diperlukan kemasan sekunder yang lebih kuat untuk melindungi produk maupun kemasan primernya. Contohnya kemasan saset, kemasan ini tidak memiliki kekuatan untuk melindungi diri dari kekuatan luar sehingga perlu kemasan sekunder misalnya karton untuk mencegah kerusakan. Kemasan sekunder dapat berbentuk tatakan (*tray*), karton, plastil, film pembungkus, palet, dan lainnya. Kemasan karton *tray* untuk *multipack* dan pembungkus serta karton gelombang (*corrugated outer*) disebut juga sebagai kemasan penunjang atau *supporting packaging*. Oleh karena itu, kemasan penunjang ini harus didesain sedemikian rupa agar kemasan primer aman, tidak berdebu, tidak berubah warna, rusak, dan kerusakan lainnya.

Jenis-jenis Kemasan

Kemasan pangan dapat beragam jenisnya, yakni bahan kemasan yang terbuat dari: (1) kaleng, (2) alumunium, (3) gelas/kaca, (4) kertas, (5) plastik, (6) *edible film*. Dari keenam jenis bahan kemasan ini, yang paling inert (tidak dapat bereaksi dengan bahan yang dikemasnya) adalah gelas. Adapun jenis yang keenam menurut Setiarto (2020), terbuat dari polimer alami yang dapat dimakan (*edible*) dan dibedakan menjadi dua, yaitu *edible coating* dan *edible film*. *Edible coating* dibentuk dan diaplikasikan secara langsung pada produk yang dikemas, sedangkan *edible film* dibentuk lapisan tipis terlebih dahulu menyerupai film, baru diaplikasikan ke produk. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Kemasan *edible* (a) *edible coating* dan (b) *edible film*
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

1. Kemasan Kaleng

Kemasan ini terbuat dari logam (umumnya timah putih dan alumunium) yang punya daya korosif rendah, ringan, dan mudah dibentuk mengikuti fungsional produk. Kemasan jenis ini memiliki penutup yang terbuat dari logam serupa. Kadar logam/ timah tidak lebih dari 1,25% berat kaleng.

2. Kemasan Gelas

Kemasan jenis ini merupakan kemasan yang paling inert namun penggunaannya terbatas karena mudah pecah. Kemasan jenis ini cocok untuk produk pangan yang punya tingkat keasaman tinggi maupun produk yang mengalami proses sterilisasi selama pengolahannya. Kemasan gelas yang digunakan untuk mengemas produk umumnya dilengkapi dengan penutup yang terbuat dari logam untuk menjaga produk di dalamnya tetap aman.

3. Kemasan Kertas

Kemasan jenis ini adalah kemasan yang paling rentan rusak karena tidak mampu menahan laju keluar masuk uap air. Meskipun kemasan kertas mudah dibentuk, namun kemasan ini tidak dapat digunakan untuk mengemas/ membungkus makanan dengan sempurna. Oleh sebab itu, umumnya kemasan kertas harus dilapisi lilin atau plastik untuk membungkus produk agar lebih terjaga kualitasnya.

4. Kemasan Plastik

Kemasan plastik kerap dipilih produsen produk pangan karena kemasan tipe ini mampu menjaga aroma, tekstur, dan melindungi produk dari cemaran dengan sangat baik. Selain itu, desain kemasan plastik dapat dibuat sedemikian rupa sehingga

menampilkan estetika yang menarik konsumen untuk membeli produk. Kemasan plastik yang tersedia di pasaran beraneka ragam, akan tetapi, resin plastik yang digunakan sebagai bahan dasar untuk kemasan produk pangan hanya terdiri atas beberapa jenis, yaitu:

- *Polyethylene* (PE), turunannya terdiri atas:
Low Density Polyethylene (LDPE),
High Density Polyethylene (HDPE),
Polyethylene Terephthalate (PET, PETE),
Ethylene Vinyl Alcohol Copolymer (EVOH)
- *Polypropylene* (PP), turunannya adalah *Biaxially Oriented Polypropylene* (BOPP)
- *Polystyrene* (PS), turunannya berupa *Styrofoam* (*Polystyrene Foam*)
- *Polyvinyl Chloride* (PVC)
- *Polyamide* (PA) dan *Polycarbonate* (PC)
- *Poyfluoroethylene* (Teflon)
- *Surlyn* (*Ethylene Methacrylic Acid Co-Polymer*).

Selain bahan resin di atas, beberapa material lain yang sering dikombinasikan penggunaannya melalui pelapisan dengan bahan resin plastik antara lain; *cellophane* (rayon selulosa), alumunium foil, *parchment paper*, *wax paper*, laminat.

 IDENTIFIKASI JENIS PLASTIK						
KODE	 PETE	 HDPE	 V	 LDPE	 PP	 PS
JENIS POLIMER	PETE atau PET (Polyethylene Terephthalate)	HDPE (High Density Polyethylene)	V atau PVC (Polyvinyl Chloride)	LDPE (Low Density Polyethylene)	PP (Polypropylene)	PS (Polystyrene)
PENGUNAAN	Botol plastik, botol minyak sayur, tempat makan ovenproof	Botol susu / jus yang berwarna putih, kemasan mentega	Botol deterjen / shampoo, pipa saluran	Kantong belanja (kresak), pembungkus makanan segar, botol yang dapat ditekan	Pembungkus biskuit, botol minuman / obat, sedotan	Styrofoam, CD, wadah makanan beku / siap saji
REKOMENDASI	Sekali pakai	Sekali pakai	Sulit didaur ulang, berbahaya	Sulit dihancurkan tetapi tetap baik untuk tempat makanan	Pilihan terbaik untuk bahan plastik penyimpanan makanan dan minuman	Hindari

Gambar 7. Kode kemasan plastik
(Sumber: Herwinlab.com)

5. Edibel Film

Edibel film adalah suatu lapisan tipis yang digunakan untuk membungkus produk. Keunggulan dari edibel film adalah sifatnya yang *biodegradable* serta dapat langsung dikonsumsi bersama dengan produk yang dikemasnya. Bahan yang umum digunakan dalam pembuatan edibel film antara lain gelatin, kitosan, dan pati. Contoh kemasan edibel adalah selongsong pada sosis yang dapat langsung dikonsumsi tanpa harus dikupas.

Kemasan Aktif

Seiring perkembangan zaman, kemasan produk kini didesain demikian rupa dengan sifat fungsional yang semakin canggih. Kemasan aktif dikenal sebagai kemasan yang dirancang dapat memperpanjang umur simpan dan mampu mempertahankan serta meningkatkan kondisi pangan yang dikemasnya. Konsep pembuatan kemasan adalah dengan menambahkan komponen tertentu ke dalam sistem kemasan yang dapat dilepaskan atau menyerap zat-zat tertentu dari dalam atau ke dalam pangan yang dikemas ke lingkungan sekitarnya. Bahan aktif yang ditambahkan ini disebut juga *active agent*. *Active agent* yang dapat digunakan dalam pembuatan kemasan aktif sangat beragam, bisa berupa jenis asam-asam organik, enzim, ekstrak alami, etanol, dan sebagainya. *Active agent* ini dapat ditambahkan pada berbagai jenis kemasan misalnya plastik, logam, kertas, bahkan kemasan edibel. Sistem aktif dapat ditempelkan di luar kemasan primer, di antara beberapa bagian kemasan primer dan sekunder.



Gambar 8. Kemasan aktif (penyerap oksigen)
(Sumber: Widiastuti, 2016)

Secara umum, kemasan aktif diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu:

1. Sistem penyerap (*Scavenging/absorbing systems*)

Sistem kemasan ini didesain sedemikian rupa sehingga mampu menghilangkan senyawa-senyawa yang tidak diinginkan seperti oksigen, air berlebih, etilen, karbondioksida, bau yang tidak diinginkan, dan senyawa lain yang mungkin dapat menurunkan kualitas produk pangan

2. Sistem pelepas (*Releasing systems*)

Sistem kemasan ini didesain mampu melepas komponen yang tidak diinginkan karena bahan aktif yang ditambahkan umumnya adalah antioksidan ataupun pengawet terkadang juga ditambahkan karbondioksida.

Kemasan Cerdas

Istilah kemasan lain yang perlu diketahui dan dipelajari adalah kemasan cerdas atau dikenal juga dengan *intelligent packaging*. Kemasan cerdas atau *intelligent packaging* dirancang untuk dapat memonitor kondisi pangan yang dikemas atau lingkungan di sekeliling pangan. Disebut kemasan cerdas, karena kemasan didesain untuk mampu menjalankan berbagai fungsi, misalnya pendeteksian senyawa yang tidak diinginkan pada produk pangan yang dikemas, melacak, merekam, dan mengomunikasikan kualitas atau kondisi pangan sepanjang rantai pangan (termasuk selama transportasi dan penyimpanan). Kondisi atau info

lainnya yang diberikan misalnya informasi seputar pH, suhu produk maupun suhu lingkungan, pertumbuhan mikroba, dan lainnya (Widiastuti, 2016). Hal ini berbeda dengan kemasan konvensional yang hanya memberikan informasi mengenai produk itu sendiri seperti produsen, tanggal kadaluarsa, komposisi, dan informasi/ label halal.

Informasi yang disampaikan oleh kemasan cerdas diperoleh melalui indikator, sensor, dan peralatan yang mampu memberikan informasi dalam sistem kemasan. Jenis kemasan cerdas secara umum dibagi menjadi dua, yaitu:

1. Indikator yang mampu mengukur kondisi kemasan pada bagian luar (*external indicator*). Contohnya adalah label *time-temperature indicator* (TTI), dimana informasi visual suhu diperoleh melalui kemasan produk selama distribusi dan penyimpanan yang biasanya terlihat pada perubahan warna label.
2. Indikator yang mampu mengukur kondisi atau kualitas produk di dalam kemasan (*internal indicator*). Sebagai contoh adalah indikator oksigen dan indikator pertumbuhan mikroorganisme yang disebut juga indikator kesegaran.

Latihan 3

1. Jelaskan syarat kemasan pangan yang baik!
2. Sebutkan resin yang umum digunakan dalam pembuatan kemasan plastik!

Jawaban 3

1. Syarat kemasan pangan yang baik antara lain:
 - mempunyai daya pembungkus yang baik untuk memudahkan penanganan, distribusi, penyimpanan, dan *display*;
 - mempunyai kemampuan untuk melindungi dari cemaran dan risiko lain seperti suhu, sinar matahari, bau, benturan, dan kontaminasi mikroorganisme;
 - mempunyai kemampuan menarik daya beli konsumen seperti adanya informasi produk dan nilai gizi serta mempunyai nilai estetika/keindahan;
 - harus dapat memenuhi keinginan pasar dan sasaran masyarakat;
 - ukuran, bentuk, dan bobot sesuai dengan norma dan standar yang ada;
 - mudah dibuang, mudah dibentuk, atau dicetak.
2. Resin dalam pembuatan plastik antara lain: *Polyethylene* (PE), *Polypropylene* (PP), *Polystyrene* (PS), *Polyvinyl Chloride* (PVC), *Polyamide* (PA) dan *Polycarbonate* (PC), *Polyfluoroethylene* (Teflon), dan *Surlyn* (*Ethylene Methacrylic Acid Co-Polymer*).

Rangkuman 3

1. Kemasan pangan adalah bahan yang digunakan untuk mewadahi dan membungkus pangan, baik bersentuhan secara langsung dengan pangan itu sendiri maupun tidak langsung, dengan tujuan untuk menjamin keamanan produk pangan dan memperpanjang umur simpan sehingga dapat sampai kepada konsumen dalam kondisi baik.
2. Jenis-jenis bahan kemasan antara lain: kaleng, aluminium, gelas/kaca, kertas, plastik, *edible film*.
3. Kemasan aktif adalah kemasan yang mengusung konsep dalam pembuatannya ditambahkan komponen tertentu ke dalam sistem kemasan yang dapat dilepaskan atau menyerap zat-zat tertentu dari dalam atau ke dalam pangan yang dikemas ke lingkungan sekitarnya.

4. Kemasan cerdas adalah kemasan yang didesain untuk mampu menjalankan berbagai fungsi misalnya pendeteksian senyawa yang tidak diinginkan pada produk pangan yang dikemas, melacak, merekam, dan mengomunikasikan kualitas atau kondisi pangan sepanjang rantai pangan (termasuk selama transportasi dan penyimpanan). Kondisi atau info lainnya yang diberikan misalnya informasi seputar pH, suhu produk maupun suhu lingkungan, pertumbuhan mikroba, dan lainnya.

Tes Formatif 3

1. Produsen minuman berkarbonasi sedang melakukan pengembangan produk pangan dengan melakukan modifikasi terhadap kemasannya untuk meningkatkan minat konsumen. Jika ditinjau dari fungsi kemasan yang baik di bawah ini, manakah yang bukan termasuk fungsi kemasan pangan yang benar?
 - A. Membantu pemasaran produk dengan adanya label
 - B. Mencegah terjadinya kontaminasi produk pangan
 - C. Berinteraksi dengan produk pangan dan memengaruhi atribut sensori
 - D. Melindungi produk pangan saat pendistribusian dan *display*
 - E. Media dalam memberikan informasi kepada konsumen
2. Sebuah perusahaan makanan olahan menerapkan teknologi pengemasan dengan memunculkan indikator suhu optimum penyimpanan produk yang berguna untuk menjaga mutu pangan. Saat polimer pengemas makanan berinteraksi dengan bahan makanan, akan muncul warna yang berbeda jika suhu penyimpanan sesuai. Teknologi pengemasan apa yang diterapkan perusahaan tersebut?
 - A. *Active packaging*
 - B. *Intelligent packaging*
 - C. *Antimicrobial packaging*
 - D. MAP
 - E. *Plastic packaging*
3. Wadah utama berhubungan langsung dengan bahan yang dikemas sehingga harus tidak beracun dan *inert* (tidak bereaksi dengan bahan yang dikemas). Di antara bahan kemasan berikut, manakah yang paling *inert*?
 - A. kaleng
 - B. plastik
 - C. karton
 - D. gelas
 - E. aluminium
4. Jenis kemasan plastik terbaik yang dapat digunakan sebagai pengemas bahan makanan primer dibawah ini yang benar adalah
 - A. HDPE
 - B. PET
 - C. PVC
 - D. MAP
 - E. PP
5. Kemasan aktif adalah kemasan yang didesain mampu mempertahankan kualitas pangan yang dikemas dengan menambahkan komponen aktif ke dalam sistem kemasan. Salah satu yang banyak diteliti saat ini adalah penambahan bahan-bahan alami guna memperpanjang umur simpan produk pangan. Berikut ini bahan-bahan alami yang dapat digunakan sebagai *active agent* adalah
 - A. ekstrak kunyit
 - B. ekstrak damar
 - C. ekstrak resin

- D. ekstrak flavonoid
- E. semua benar

Jawaban Tes Formatif 3

- 1. C
- 2. B
- 3. D
- 4. E
- 5. A

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 3 yang terdapat di bagian modul ini. Hitunglah jawaban yang benar, lalu gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Modul 3.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{jumlah jawaban yang benar}}{\text{Jumlah soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan:

- 90 – 100% : baik sekali
- 80 – 89% : baik
- 70 – 79% : cukup
- < 70% : kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Modul 4. Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Modul 3, terutama di bagian yang belum dikuasai.

Modul 4: Pengembangan Produk Pangan

Metode Pembelajaran	Estimasi Waktu	Capaian Pembelajaran
Ceramah dan diskusi Pemberian tugas	100 menit	Mahasiswa mampu mendesain produk fungsional yang inovatif dengan memanfaatkan sumber daya alam lokal

Materi 4

Perkembangan Gizi Terkini

Di Indonesia, permasalahan gizi masih menjadi salah satu permasalahan yang sulit dikendalikan. Berdasarkan hasil Riskesdas (2018), permasalahan gizi di Indonesia masih dialami oleh beberapa kelompok umur. Pada balita, permasalahan *stunting* menjadi prioritas utama dalam Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional (RPJPN). Prevalensi *stunting* pada tahun 2018 sebesar 27,5% masuk ke dalam kategori prevalensi tinggi (WHO, 2019). Kondisi ini dipengaruhi oleh banyak faktor, seperti kurangnya akses terhadap pangan, rendahnya pengetahuan orang tua tentang gizi dan kondisi kesehatan ibu saat hamil yang tidak optimal.

Pada kelompok wanita, permasalahan utama adalah tingginya prevalensi anemia pada wanita usia subur. Berdasarkan hasil Riskesdas (2018), prevalensi anemia di Indonesia sebesar 48,9% yang berarti hampir setengah dari populasi wanita di Indonesia menderita anemia. Kondisi ini diperparah dengan fakta bahwa 84% wanita yang menderita anemia berada pada kelompok umur 15-24 tahun dan sedang hamil, sisanya 32% diderita oleh wanita di rentang usia 15-24 tahun yang tidak hamil. Selain anemia, permasalahan pada wanita hamil di Indonesia adalah tingginya prevalensi ibu hamil yang menderita kurang energi kronik atau KEK dengan prevalensi 17,3% (Kemenkes RI, 2018).

Pandemi Covid-19 yang melanda dunia membuat segala sektor baik ekonomi, pendidikan, pelayanan publik hingga distribusi pangan terganggu. Pandemi Covid-19 diawali dengan kejadian luar biasa di Wuhan, Tiongkok yang kemudian menyebar hingga ke seluruh dunia, menyebabkan 254 juta kasus dan 5,11 juta kematian. Amerika Serikat menjadi negara dengan kejadian Covid-19 terbanyak di dunia yaitu sebesar 47,3 juta kasus dan 765 ribu kematian.

Pandemi Covid-19 mengharuskan kita beradaptasi dengan mengikuti protokol kesehatan serta regulasi-regulasi lain yang telah ditetapkan pemerintah. Kemampuan beradaptasi dengan kondisi yang baru menjadi tantangan bagi seluruh lapisan masyarakat. Pandemi juga membawa tren baru dalam kegiatan konsumsi di masyarakat. Pada masa pandemi Covid-19 segala aktivitas dibatasi dengan keluarnya mandat dari pemerintah tentang *stay at home*, *social distancing*, PSBB, dan lain-lain sehingga kegiatan-kegiatan yang awalnya dilakukan secara tatap muka langsung (*luring*) kini dilakukan secara online (*daring*). Salah satu contohnya adalah muncul *e-commerce* yang menjadi andalan, artinya aktivitas belanja mengalami perubahan dari ritel dan gerai *offline* ke *online*. Faktor utama yang mendorong keputusan belanja konsumen yaitu ketersediaan produk, fungsi produk, dan *delivery* (kecepatan dan kenyamanan). Selain itu, pola aktivitas fisik dan konsumsi pangan masyarakat juga berubah yang dikhawatirkan akan memengaruhi status gizi nasional jika tidak diperhatikan.

Selain itu, hasil penelitian terkini menunjukkan bahwa sebagian besar masyarakat mengalami kenaikan berat badan selama masa pandemi. Fenomena ini rupanya tidak hanya terjadi di Indonesia, tetapi juga di negara-negara lain yang melakukan pembatasan aktivitas

maupun *lockdown*. Kenaikan berat badan diakibatkan oleh konsumsi yang lebih besar dibanding biasanya dan berkurangnya aktivitas fisik selama masa pembatasan. Hal ini juga diakibatkan oleh konsumsi makanan ringan dan *snack* yang diketahui mengalami peningkatan. Konsumsi makanan ringan dan *snack* diduga meningkat karena stres yang muncul selama pembatasan aktivitas di luar rumah.

Perubahan pola konsumsi masyarakat yang terjadi didorong karena adanya keinginan untuk:

1. *Minimal human touch points*: transisi ke *home cooking* karena konsumen juga ingin membatasi keterpaparan mereka terhadap keramaian. Kondisi ini meningkatkan penjualan bahan pokok, perlengkapan makan, dan makanan pendamping.
2. *Healthy eating*: keinginan untuk mengonsumsi makanan sehat seperti sayur dan buah meningkat sehingga mendorong proses pengelolaan bahan pangan tersebut ke arah yang lebih baik.
3. *Food safety*: kekhawatiran seputar keamanan pangan juga menjadi alasan transisi ke *home cooking*.
4. Fokus pada makanan lokal: kesadaran yang meningkat tentang keamanan pangan dan keinginan untuk makanan yang lebih bergizi sehingga akan meningkatkan permintaan untuk makanan lokal.

Nutrifikasi Pangan

Permasalahan gizi yang belum terselesaikan mendorong beberapa otoritas terkait membuat kebijakan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Dewasa ini nutrifikasi menjadi salah satu langkah strategis yang dijalankan secara global untuk mengatasi permasalahan gizi. Nutrifikasi merupakan penambahan satu atau lebih zat gizi ke dalam produk pangan. Nutrifikasi terdiri atas beberapa jenis yaitu suplementasi, fortifikasi, substitusi, pengayaan (*enrichment*). Proses nutrifikasi bukan hal baru di dunia pangan. Proses nutrifikasi seperti penambahan iodin pada garam telah dilakukan pertama kali di Switzerland dan USA pada awal abad ke-20 (Elvandari & Briawan, 2017). Hal-Hal yang perlu diperhatikan saat ingin melakukan nutrifikasi pangan sebagai berikut:

- zat gizi yang ditambah tidak mengubah warna dan cita rasa bahan makanan;
- zat gizi tersebut harus stabil selama penyimpanan;
- tidak menimbulkan interaksi negatif dengan zat gizi lain yang terkandung dalam bahan makanan;
- jumlah yang ditambahkan harus memperhitungkan kebutuhan individu sehingga kemungkinan terjadinya keracunan dapat dihindarkan.

Jenis-Jenis Nutrifikasi

1. Suplementasi

Suplementasi adalah suatu upaya penambahan komponen tertentu untuk melengkapi zat gizi yang tidak tercukupi dari makanan yang dikonsumsi. Pada umumnya suplemen berasal dari bahan alami tanpa ada tambahan zat kimia, dikemas dalam bentuk tablet, cairan atau dimasukkan ke dalam kapsul. Suplemen bukanlah pengganti makanan, melainkan hanya tambahan atau pelengkap makanan. Bila dikonsumsi dalam dosis tertentu atau dikombinasikan dengan suplemen lain, dapat membantu menjaga kesehatan yang optimal. Beberapa suplementasi yang pernah dilakukan di Indonesia antara lain suplementasi Fe untuk ibu hamil, suplementasi vitamin A untuk balita, suplementasi asam folat, vitamin B12, dan suplementasi zink.

2. Fortifikasi

Fortifikasi pangan adalah penambahan satu atau lebih zat gizi (nutrien) ke dalam pangan. Tujuan utamanya adalah meningkatkan jumlah konsumsi zat gizi yang ditambahkan untuk memperbaiki status gizi populasi. Harus diperhatikan bahwa peran pokok dari fortifikasi pangan adalah pencegahan defisiensi, dengan demikian menghindari terjadinya gangguan yang membawa kepada penderitaan manusia dan kerugian sosio-ekonomis.

WHO menganggap istilah *fortification* paling tepat menggambarkan proses di mana zat gizi makro dan mikro ditambahkan pada pangan yang dikonsumsi secara umum dengan tujuan untuk mempertahankan dan memperbaiki kualitas gizi. Pangan pembawa zat gizi yang ditambahkan disebut "*vehicle*", sementara zat gizi yang ditambahkan disebut "*fortificant*". Beberapa contoh fortifikasi yang dilakukan di Indonesia seperti fortifikasi vitamin A pada minyak goreng, Fe pada tepung terigu, iodium pada garam dapur.

Adapun tujuan dari fortifikasi pangan adalah sebagai berikut:

- untuk memperbaiki kekurangan zat gizi dari pangan;
- untuk mengembalikan zat-zat yang awalnya terdapat dalam jumlah banyak dalam pangan namun hilang karena proses pengolahan;
- untuk meningkatkan kualitas gizi dari produk pangan olahan (pabrik) yang digunakan sebagai sumber pangan bergizi, misalnya susu formula untuk bayi;
- untuk menjamin ekuivalensi gizi dari produk pangan olahan yang menggantikan pangan lain;
- untuk mencegah terjadinya defisiensi zat gizi.

Menurut FAO makanan yang difortifikasi idealnya harus memiliki kriteria sebagai berikut:

- memiliki pola konsumsi yang konstan oleh masyarakat dan berisiko rendah bila dikonsumsi dalam jumlah berlebih;
- tidak terjadi interaksi antara *fortifikan* dengan *vehicle*;
- memiliki stabilitas yang baik dalam penyimpanan;
- relatif rendah dalam biaya;
- diproses terpusat dengan stratifikasi minimal;
- ketersediaannya tidak berhubungan dengan status sosio-ekonomi.

3. Substitusi

Substitusi atau komplementasi adalah suatu upaya melengkapi defisiensi zat gizi tertentu pada bahan pangan dengan memanfaatkan bahan pangan lain yang kaya akan zat gizi tersebut. Contohnya seperti beras (rendah lisin, tinggi metionin) dicampurkan dengan tepung kedelai (tinggi lisin, rendah metionin); tepung terigu (rendah serat) dengan tepung ubi ungu (tinggi serat dan antioksidan).

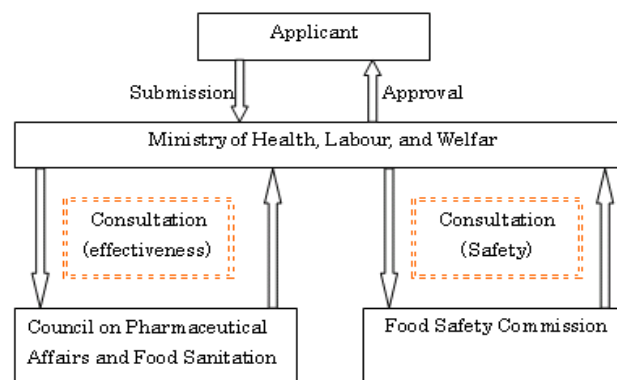
4. Pengayaan (*Enrichment*)

Enrichment atau pengayaan adalah penambahan satu atau lebih zat gizi pada pangan asal pada taraf yang ditetapkan dalam standar internasional. Pengayaan penting dilakukan untuk mencukupkan kadar gizi tertentu dari suatu makanan yang sangat dibutuhkan. Tujuan utama adalah meningkatkan tingkat konsumsi dari zat gizi yang ditambahkan untuk meningkatkan status gizi populasi, contohnya pengayaan berbagai zat gizi dalam produk makanan bayi dan susu formula.

Pangan Fungsional

Istilah pangan fungsional pertama kali digunakan tahun 1980 di Jepang dengan istilah *Foods for Specified of Health Use* (FOSHU). FOSHU merupakan makanan dengan kandungan senyawa tertentu yang secara resmi telah disetujui memiliki efek fisiologis pada tubuh manusia. FOSHU dapat dikonsumsi atau digunakan oleh orang-orang dengan masalah kesehatan tertentu (misalnya tekanan darah dan kolesterol) untuk menjaga/mengontrol kondisi kesehatannya. Makanan yang masuk dalam kategori FOSHU harus memenuhi syarat keamanan pangan, terbukti efektivitasnya untuk kesehatan, dan klaim disetujui oleh *Ministry of Health, Labour and Welfare* Jepang. Persyaratan untuk persetujuan FOSHU:

- efektivitas pada tubuh manusia terbukti dengan jelas;
- tidak adanya masalah keamanan (uji toksisitas hewan, konfirmasi efek dalam kasus asupan berlebih, dan lain-lain);
- penggunaan bahan-bahan yang sesuai (misalnya tidak menggunakan garam secara berlebihan, dan lain-lain);
- jaminan kesesuaian dengan spesifikasi produk pada saat dikonsumsi;
- metode kontrol kualitas yang ditetapkan, seperti spesifikasi produk dan bahan, proses, dan metode analisis.



Gambar 9. Alur kerja klaim FOSHU

(Sumber: <https://www.mhlw.go.jp/english/topics/foodsafety/fhc/02.html>)

Adapun contoh klaim kesehatan yang disetujui untuk FOSHU dapat dilihat pada Tabel 2. Selain itu, FOSHU juga mencantumkan logo khusus bagi makanan yang memang sudah melewati izin (Gambar 10). Produk yang memiliki logo atau label FOSHU secara otomatis dapat dipasarkan sebagai pangan fungsional (Gambar 11).



Gambar 10. Logo FOSHU

(Sumber: <https://tokyoesque.com/functional-food-in-japan/>)

Tabel 2.
Daftar klaim kesehatan FOSHU

Target	Klaim Kesehatan	Ingredient
Organ pencernaan	Menjaga kesehatan pencernaan dengan mengatur keseimbangan mikroflora pencernaan	Oligosakarida, <i>Lactobacillus</i> , <i>Bifidobacterium</i> , serat makanan (dekstrin), polidekstrol, guar gum, <i>Psyllium husk</i>
Kolesterol atau trigliserida	- Menjaga dan mengatur kadar kolesterol dan trigliserida darah - Menjaga dan mengatur lemak darah yang berkaitan dengan berat badan (kegemukan)	Protein kedelai, kitosan, alginat, peptida, diasilgliserol, <i>plant sterol/stanol</i> (ester), teh hijau, teh katekin, asam lemak rantai pendek, DHA, EPA, degradasi produk dari protein globulin, <i>Psyllium husk</i>
Gula darah	Menjaga dan mengatur kadar gula darah	dekstrin, <i>L-arabinosa</i> , <i>wheat albumin</i> , polifenol dari teh jambu biji
Tekanan darah	Menjaga dan mengatur tekanan darah (kondisi normal)	<i>Gamma-aminobutyric acid</i> (GABA), laktotripeptida, kasein dodekana peptida, glikosida daun tochu (asam geniposidat), peptida sarden.
Gigi	Menjaga Kesehatan gigi	Paratinosa, maltitriosa, eritritol
Tulang	- Mengatur kondisi kalsium dalam tulang - Menjaga efisiensi penyerapan kalsium dalam tulang	Isoflavon kedelai
Ketersediaan zat besi	Menjaga dan mengatur ketersediaan zat besi (terutama penderita anemia)	Besi hem

Sumber: Ohama, H., Ikeda, H., and Moriyama, 2006



Gambar 11. Contoh produk dengan Logo FOSHU
(Sumber: <https://otsuka.co.jp>)

Regulasi tentang pangan fungsional di Indonesia mengalami perubahan. Istilah pangan fungsional ada di Perka BPOM Nomor HK.03.1.23.11.11.09909 Tahun 2011 tentang Pengawasan Klaim dalam Label dan Iklan Pangan Olahan. Dalam Perka tersebut disebutkan bahwa **pangan fungsional** adalah pangan olahan yang mengandung satu atau lebih komponen pangan yang berdasarkan kajian ilmiah mempunyai fungsi fisiologis tertentu di luar fungsi dasarnya, terbukti tidak membahayakan, dan bermanfaat bagi kesehatan. Perka tersebut sudah tidak berlaku. Di Perka BPOM selanjutnya yakni Nomor 13 tahun 2016 (juga

sudah tidak berlaku) dan di Perka terbaru yakni Perka BPOM Nomor 1 tahun 2022 tentang Pengawasan Klaim pada Label dan Iklan Pangan Olahan tidak ada istilah pangan fungsional. Sebagai gantinya adalah pangan dengan klaim-klaim tertentu. Suatu pangan disebut sebagai pangan fungsional karena ada manfaat/klaim manfaat yang membedakan dengan pangan lain sehingga pengaturan yang dilakukan adalah pengaturan klaim. Klaim pada label itu sendiri meliputi klaim gizi/nongizi; klaim kesehatan; klaim isotonik; klaim vegan; dan klaim terkait mikroorganisme. Dalam regulasi di berbagai negara termasuk Codex juga tidak menyebut istilah pangan fungsional, namun diatur standar klaimnya.

Adapun beberapa fungsi fisiologis yang diharapkan dari pangan fungsional antara lain:

- pencegahan dari timbulnya penyakit;
- meningkatkan daya tahan tubuh;
- regulasi kondisi ritme fisik tubuh;
- memperlambat proses penuaan;
- menyehatkan kembali tubuh (*recovery*).

Dari konsep yang telah disampaikan sebelumnya, maka jelaslah bahwa pangan fungsional tidak sama dengan *food supplement* atau obat. Pangan fungsional dapat dikonsumsi tanpa dosis tertentu, dapat dinikmati sebagaimana makanan pada umumnya, serta lezat dan bergizi. Peranan dari makanan fungsional bagi tubuh semata-mata bertumpu kepada komponen gizi dan non-gizi yang terkandung di dalamnya. Komponen-komponen tersebut umumnya berupa komponen aktif yang keberadaannya dalam makanan bisa terjadi secara alami, akibat penambahan dari luar, atau karena proses pengolahan (akibat reaksi-reaksi kimia tertentu atau aktivitas mikroba) (Astawan, 2011).

Klaim Pangan

Klaim adalah segala bentuk uraian yang menyatakan, menyarankan atau secara tidak langsung menyatakan perihal karakteristik tertentu suatu pangan yang berkenaan dengan asal usul, kandungan gizi, sifat, produksi, pengolahan, komposisi atau faktor mutu lainnya (BPOM, 2022). Hal-hal yang harus diperhatikan dalam pengajuan klaim pangan adalah sebagai berikut:

- jenis, jumlah, dan fungsi zat gizi atau komponen pangan;
- jumlah pangan yang wajar dikonsumsi sehari;
- pola konsumsi gizi seimbang;
- keadaan kesehatan masyarakat secara umum;
- kelayakan pangan sebagai pembawa zat gizi atau komponen pangan.

Klaim pangan tidak dapat digunakan untuk pangan olahan antara atau *intermediate product* yang memerlukan pengolahan lebih lanjut dengan penambahan bahan pangan lainnya. Pangan olahan yang mencantumkan klaim pada label harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- lemak total tidak lebih dari 18 g/sajian,
- lemak jenuh tidak lebih dari 6 g/sajian,
- kolesterol tidak lebih dari 60 mg/sajian,
- natrium tidak lebih dari 300 mg/sajian.

Potensi Pangan Lokal

Menurut UU No. 18 Tahun 2012 tentang Pangan, pangan didefinisikan sebagai segala sesuatu yang berasal dari sumber hayati produk pertanian, perkebunan, kehutanan, perikanan, peternakan, perairan dan air, baik yang diolah maupun tidak diolah, yang diperuntukkan sebagai makanan dan minuman bagi konsumsi manusia, termasuk bahan

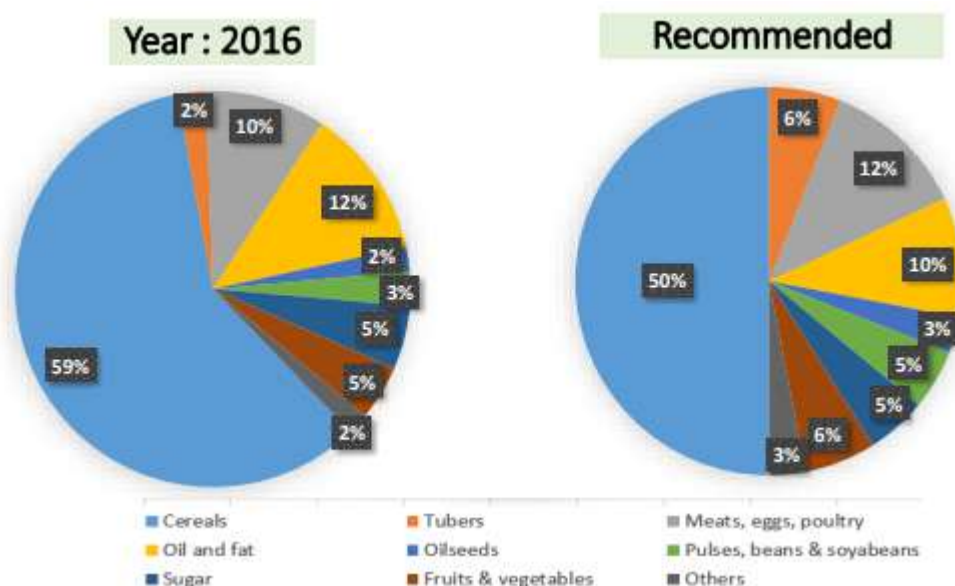
tambahan pangan, bahan baku pangan, dan bahan lainnya yang digunakan dalam proses penyiapan pengolahan dan atau pembuatan makanan dan minuman (Hendriadi, 2018).

Dalam skala nasional terkhusus pembangunan, pangan setidaknya mengisi 4 posisi strategis antara lain:

1. pangan sebagai kebutuhan dasar manusia, pemenuhan hak asasi;
2. pangan adalah budaya, hasil adaptasi antara manusia dan lingkungan;
3. pangan sebagai pilar utama pembangunan nasional;
4. pangan menjadi komponen dasar untuk mewujudkan sumber daya manusia yang berkualitas.

Keadaan alam Indonesia yang beraneka ragam, luasnya wilayah, serta masyarakat yang plural nyatanya masih menjadi tantangan tersendiri dalam pemanfaatan pangan di masyarakat. Kondisi yang masih terjadi di masyarakat hingga saat ini adalah:

1. konsumsi pangan belum beragam bergizi seimbang dan aman (B2SA);
 2. sumber karbohidrat/energi masih didominasi beras;
 3. masih rendahnya tingkat konsumsi pangan sumber protein, vitamin, dan mineral;
 4. belum berkembangnya teknologi pengolahan pangan berbasis komoditas pangan lokal.
- Hal tersebut didukung oleh data SUSENAS tahun 2016 yang menggambarkan konsumsi pangan masyarakat di Indonesia pada saat itu.



Gambar 12. Konsumsi pangan masyarakat Indonesia tahun 2016
(Sumber: SUSENAS, 2016)

Pada tahun 2016, konsumsi masyarakat di Indonesia masih didominasi pada kelompok sereal sebesar 59%, minyak dan lemak sebesar 12%, daging, telur, dan unggas sebesar 10%. Jumlah ini masih kurang terkontrol jika dibandingkan rekomendasi yang seharusnya dikonsumsi masyarakat Indonesia. Pada kelompok sereal, konsumsi yang direkomendasikan adalah 50%, sementara data lapangan menunjukkan konsumsi sereal di Indonesia mencapai 59% yang artinya masih terdapat 9% kelebihan konsumsi pada masyarakat, begitu pun dengan kelompok pangan lainnya. Menanggapi hal tersebut, Kementerian Pertanian Republik Indonesia membuat suatu kebijakan intervensi dari hulu ke hilir yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3.
Kebijakan intervensi hulu ke hilir

Hilir	Hulu
Pengembangan pengolahan pangan lokal (pengembangan industri olahan pangan rumah tangga melalui fasilitasi kepada UMKM)	Optimalisasi pemanfaatan lahan pekarangan sebagai sumber pangan keluarga
Penggalan resep menu khas nusantara berbasis pangan lokal	Peningkatan produksi komoditas pangan lokal (komoditas pangan, hortikultura, ternak)
Kampanye atau gerakan serta sosialisasi dan promosi untuk mengubah pola konsumsi pangan masyarakat	

Sumber: Ohama, H., Ikeda, H., and Moriyama, 2006

Luasnya wilayah Indonesia, beragamnya adat serta budaya masyarakat Indonesia dapat dimaksimalkan sebagai pendorong diversifikasi pangan berbasis pangan lokal. Diversifikasi pangan sendiri adalah upaya peningkatan ketersediaan dan konsumsi pangan yang beragam, bergizi seimbang dan berbasis pada potensi sumber daya lokal. Diversifikasi pangan bukan hanya diversifikasi karbohidrat, tetapi bagaimana cara kita mendorong konsumsi pangan yang beragam dan bergizi seimbang. Pentingnya diversifikasi pangan didasari oleh beberapa hal, antara lain:

- tidak ada satu jenis pangan yang memiliki kandungan gizi lengkap;
- untuk hidup sehat dan aktif, manusia memerlukan zat gizi yang terdiri atas sumber karbohidrat, protein, vitamin, mineral, dan air dengan jumlah yang cukup dan seimbang.

Pengertian umum tentang pangan lokal berdasarkan referensi dari Badan Pangan Dunia (FAO) dan Departemen Pertanian Amerika Serikat (USDA) adalah pangan yang diproduksi, dipasarkan, dan dikonsumsi oleh masyarakat lokal atau setempat. Ciri khasnya adalah terjadinya interaksi yang intensif antara produsen dan konsumen di kebun atau di pasar tani setempat (*local farmer markets*), dan antara petani dengan pembeli saling mengenal dengan baik. Berdasarkan UU No. 18 Tahun 2012 tentang Pangan (UU Pangan), pengertian pangan lokal adalah makanan yang dikonsumsi oleh masyarakat setempat sesuai potensi dan kearifan lokal. Interpretasi dari pengertian ini melekat pada istilah "lokal", yaitu sumber daya pangan dan budaya makan setempat. Oleh karena itu, suatu jenis pangan disebut pangan lokal apabila diproduksi dengan mengoptimalkan sumber daya setempat dan dikonsumsi secara turun-temurun oleh masyarakat setempat, baik dalam bentuk pangan segar ataupun yang telah diolah sesuai budaya dan kearifan lokal, menjadi makanan khas daerah setempat. Berdasarkan pengertian di atas, contoh beberapa jenis pangan lokal, antara lain sagu bagi masyarakat Papua dan Maluku, jagung bagi penduduk NTT dan Madura, singkong bagi keluarga di Jawa bagian selatan dan Lampung. Ada juga pangan lokal yang belum dimanfaatkan secara intensif yaitu berbagai jenis umbi-talas, ganyong, hanjeli, dan hotong (Suryana, 2020).

1. Ganyong (*Canna edulis* Kerr.)

Ganyong termasuk kelompok tanaman berumbi dari keluarga *Cannaceae*, tumbuh dengan baik di lahan kering dataran rendah hingga dataran tinggi. Tanaman ganyong ada dua jenis, yakni ganyong merah dan ganyong putih. Ganyong merah memiliki batang, daun, dan pelepah berwarna merah atau ungu. Sementara ganyong putih mempunyai

batang, daun, dan pelepah berwarna hijau. Umbi ganyong dikonsumsi dengan cara direbus, sebagai camilan atau makanan pokok karena mengandung karbohidrat yang mengenyangkan. Selain umbinya, daun dan juga batang dari ganyong dapat dimanfaatkan untuk pakan ternak dan kompos.

Umbi ganyong dapat dibuat tepung untuk bahan membuat kue, bihun, dan produk makanan bayi. Beberapa literatur juga menyebutkan tanaman ganyong bermanfaat sebagai obat herbal. Tepung ganyong mudah larut dan mudah dicerna sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku produk makanan bayi. Sementara itu, protein ganyong bebas gluten, yang artinya cocok sebagai alternatif pengganti terigu dalam diet penderita autisme dan alergi (Kementan, 2020).



Gambar 13. Tepung ganyong

(Sumber: <https://unsurtani.com/2018/12/cara-membuat-tepung-ganyong>)

Dalam setiap 100 g umbi yang dapat dimakan mengandung air 75 g, protein 1 g, lemak 0,1 g, karbohidrat 22,6 g, kalsium 21 mg, fosfor 70 mg, besi 20 mg, vitamin B 0,1 mg, dan vitamin C 10 mg. Kandungan karbohidrat ganyong sama dengan umbi pada umumnya, lebih tinggi daripada kentang, tetapi masih kalah dibandingkan dengan singkong. Karbohidrat terdiri atas 90% tepung dan 10% gula (glukosa dan sukrosa).



Gambar 14. Pohon industri ganyong

(Sumber: Herawati et al., 2019)

2. Garut (*Marantha arundinacea* L.)

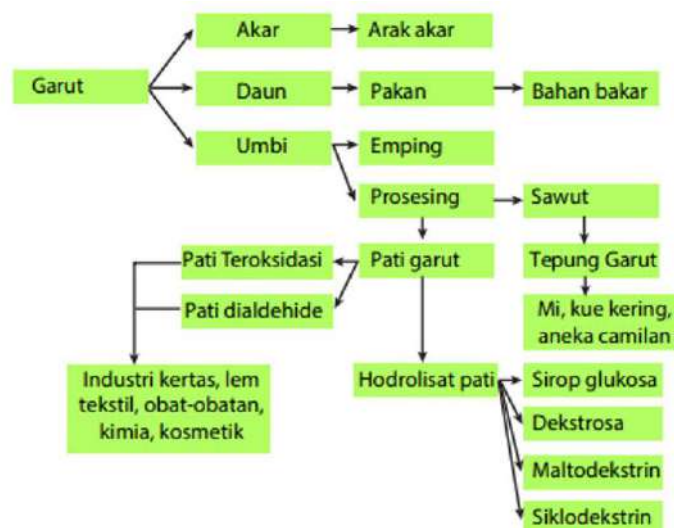
Tanaman garut termasuk kelompok terna berimpang. Tumbuh baik di dataran rendah, namun dapat pula dibudidayakan di lokasi hingga ketinggian 1.000 mdpl. Tanaman garut toleran terhadap naungan hingga 50% tanpa mengurangi produksi umbinya. Oleh karena itu, tanaman ini dapat ditanam di pinggir hutan atau sebagai tanaman sela. Umbi dapat dipanen pada umur 7-9 bulan setelah tanam dengan hasil 25-30 ton/ha. Rimpang atau umbi garut berbentuk bulat memanjang, berwarna putih atau kemerahan dengan kulit bersisik.



Gambar 15. Umbi garut

(Sumber: <https://www.popmama.com/life/health/faela-shafa/untuk-diet-bebas-gluten-manfaat-umbi-garut>)

Umbi garut dikonsumsi dengan cara dikukus, direbus atau diolah menjadi makanan ringan seperti emping. Dapat pula diproses menjadi pati atau tepung sebagai bahan membuat soun, kue, bubur pati garut, dan makanan lainnya. Pati dan tepung garut memiliki keunggulan karena ukuran granulanya halus sehingga cocok untuk membuat makanan pendamping ASI (MP-ASI) ataupun makanan bagi yang sedang sakit. Selain itu, pati garut memiliki indeks glikemik rendah sehingga aman bagi penderita diabetes. Pati garut juga mengandung pati resistan, sejenis pati yang tidak tercerna dalam saluran pencernaan sehingga dapat menjadi bahan pangan yang bermanfaat bagi kesehatan. Kandungan gizi umbi garut cukup lengkap. Setiap 100 g umbi mengandung air 69-72%; pati 19,4-21,7%; protein 1,0-2,2%; serat kasar 0,6-1,3%; lemak 0,1%; abu 1,3-4,0%; beberapa mineral dan vitamin. Pemanfaatan garut di masyarakat:



Gambar 16. Pohon industri garut

(Sumber: Herawati et al., 2019)

3. Hanjeli (*Coix lacryma-jobi* L.)

Hanjeli, jali, atau jali-jali merupakan sejenis tumbuhan biji-bijian tropis dari suku padi-padian atau *Poaceae*. Di Indonesia, tanaman ini menyebar di lahan basah maupun lahan kering pulau Sumatera, Sulawesi, Kalimantan, dan Jawa, mulai dari dataran rendah hingga ketinggian 1.000 mdpl. Hanjeli umumnya masih dibudidayakan secara tradisional. Biji dipanen setelah tanaman berumur 3,4-5,0 bulan setelah tanam dengan hasil berkisar 0,3-0,5 ton/ha.



Gambar 17. Hanjeli

(Sumber: <https://odesa.id/hanjeli-mudah-tumbuh-dan-menyuburkan-tanah/>)

Hanjeli ada dua jenis: (1) *Coix lacryma-jobi* var. *lacryma-jobi*, yang memiliki cangkang keras berwarna putih dan bentuk oval, biasanya digunakan untuk manik-manik; (2) *Coix lacryma-jobi* var. *mayuen* yang dimanfaatkan sebagai sumber karbohidrat atau untuk pengobatan. Biji hanjeli varietas *mayuen* memiliki kandungan gizi setara beras. Setiap 100 g bahan mengandung karbohidrat 76,4%; protein 14,1%; lemak nabati 7,9%; kalsium 54 mg; dan vitamin E. Oleh karena itu, hanjeli menjadi bahan pangan potensial yang dapat digunakan sebagai campuran beras ataupun dimasak sebagai nasi hanjeli, dibuat bubur, sereal untuk sarapan atau dicampur dengan sereal lain menjadi havermut (*oatmeal*), aneka jajanan tradisional, yoghurt, dan minuman kesehatan.



Gambar 18. Pohon industri hanjeli

(Sumber: Herawati et al., 2019)

Latihan 4

Produsen minuman mengeluarkan sebuah produk baru. Produk tersebut merupakan produk minuman bermerek "Segerr". Demi menarik minat konsumen, produsen minuman "Segerr" ingin mengajukan klaim sebagai minuman berisotonik disertai dengan klaim bervitamin C. Saat ini mereka berniat untuk mengajukan permohonan kepada BPOM terkait izin penggunaan klaim tersebut.

1. Apa saja proses yang harus dilewati oleh produsen minuman untuk mendapatkan klaim yang diinginkan?
2. Apa saja persyaratan yang harus dipenuhi oleh produsen minuman "segerr" untuk mendapatkan klaim isotonik?
3. Dalam pembuatan iklan, apa saja pernyataan yang bisa digunakan oleh produsen minuman "segerr" untuk memberikan informasi terkait Vitamin C pada konsumen?

Jawaban 4

1. Pemohon mengajukan permohonan pengkajian dan kelengkapan dokumen kepada Kepala Badan POM terkhusus pada Direktur Standarisasi Produk Pangan, setelah itu dokumen akan dicek oleh pihak terkait dengan waktu kerja selama 1 hari. Jika terdapat dokumen yang tidak lengkap, akan dikembalikan kepada pemohon untuk dilengkapi. Jika dokumen lengkap, akan masuk ke tahap selanjutnya yaitu pengkajian oleh tim penilai dan atau tim ahli hingga keluar hasil kajian dan diakhiri dengan terbitnya surat persetujuan/penolakan/ tambahan data komponen dan atau klaim. Proses ini berlangsung maksimal selama 180 hari kerja.
2. Pangan olahan yang ingin memberikan klaim isotonik pada produknya setidaknya harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

No	Parameter	Persyaratan
1.	Osmolalitas	250-340 miliOsmol/Kg
2.	Karbohidrat	
	2.1 Jenis karbohidrat yang dapat ditambahkan	Glukosa, maltodekstrin, sukrosa, dan fruktosa
	2.2 Kandungan Karbohidrat	2-8%
	2.3 Fruktosa (jika ditambahkan)	Tidak lebih dari 5%
3.	Natrium	200-690 mg/L
4.	Kalium	125-200 mg/L
5.	Peruntukan	"Untuk yang beraktivitas hingga berkeringat dan memerlukan penggantian elektrolit dengan cepat"

3. "Vitamin C membantu dalam pembentukan dan pemeliharaan jaringan kolagen", "Vitamin C membantu penyerapan zat besi". Persyaratan lain untuk klaim "Vitamin C membantu penyerapan zat besi" adalah produk harus mengandung sumber zat besi; dan syarat rasio molar vitamin C dan zat besi adalah 2:1.

Rangkuman 4

1. Nutrifikasi merupakan salah satu upaya yang dilakukan secara global untuk mengatasi permasalahan gizi. Nutrifikasi merupakan penambahan satu atau lebih zat gizi ke dalam produk pangan. Nutrifikasi terdiri atas beberapa jenis, yaitu suplementasi, fortifikasi, substitusi, pengayaan (*enrichment*).

2. Istilah pangan fungsional pertama kali digunakan tahun 1980 di Jepang dengan istilah *Foods for Specified of Health Use* (FOSHU). FOSHU merupakan makanan dengan kandungan senyawa tertentu yang secara resmi telah disetujui memiliki efek fisiologis pada tubuh manusia.
3. Di Indonesia, pangan fungsional diatur dalam Peraturan Kepala BPOM tentang Pengawasan Klaim dalam Label dan Iklan Pangan Olahan tahun 2016. Menurut Badan Pengawasan Obat dan Makanan RI, pangan fungsional merupakan pangan olahan yang mengandung satu atau lebih komponen pangan yang berdasarkan kajian ilmiah mempunyai fungsi fisiologis tertentu di luar fungsi dasarnya, terbukti tidak membahayakan dan bermanfaat bagi kesehatan.
4. Pangan fungsional harus memenuhi kriteria sensori (penampilan menarik dan rasa yang enak, kandungan gizi baik dan fungsi fisiologis untuk kesehatan tubuh apabila dikonsumsi).
5. Produk yang memiliki klaim harus memperhatikan hal-hal berikut: a) Lemak total tidak lebih dari 18 g/sajian; b) Lemak jenuh tidak lebih dari 4 g/sajian; c) Kolesterol tidak lebih dari 60 mg/sajian; d) Natrium tidak lebih dari 300 mg/sajian.
6. Klaim adalah segala bentuk uraian yang menyatakan, menyarankan atau secara tidak langsung menyatakan perihal karakteristik tertentu suatu pangan yang berkenaan dengan asal usul, kandungan gizi, sifat, produksi, pengolahan, komposisi atau faktor mutu lainnya.
7. Macam-macam klaim pangan, menurut Peraturan Kepala BPOM RI No. 13 Tahun 2016, tentang Pengawasan Klaim pada Label dan Iklan Pangan Olahan antara lain: Klaim Gizi (Klaim Kandungan Gizi & Klaim Perbandingan Gizi), Klaim Kesehatan (Klaim Fungsi Zat Gizi, Klaim Fungsi Lain, Klaim Penurunan Risiko Penyakit) dan Klaim lainnya (Klaim, Isotonik, Klaim tanpa penambahan gula, Klaim Laktosa, dan Klaim Gluten).
8. Undang-Undang No. 18 Tahun 2012 tentang Pangan, mendefinisikan pangan sebagai segala sesuatu yang berasal dari sumber hayati produk pertanian, perkebunan, kehutanan, perikanan, peternakan, perairan, dan air. Adapun pengertian pangan lokal adalah makanan yang dikonsumsi oleh masyarakat setempat sesuai potensi dan kearifan lokal.
9. Pengertian umum tentang pangan lokal berdasarkan referensi dari Badan Pangan Dunia (FAO) dan Departemen Pertanian Amerika Serikat (USDA) adalah pangan yang diproduksi, dipasarkan, dan dikonsumsi oleh masyarakat lokal atau setempat. Ciri khasnya adalah terjadinya interaksi yang intensif antara produsen dan konsumen di kebun atau di pasar tani setempat (*local farmer markets*), dan antara petani dengan pembeli saling mengenal dengan baik.
10. Beberapa contoh pangan lokal, antara lain sagu bagi masyarakat Papua dan Maluku, jagung bagi penduduk NTT dan Madura, singkong bagi keluarga di Jawa bagian selatan dan Lampung. Ada juga pangan lokal yang belum dimanfaatkan secara intensif yaitu berbagai jenis umbi-talas, ganyong, hanjeli, dan hotong.

Tes Formatif 4

1. Nutrifikasi merupakan penambahan satu atau lebih zat gizi ke dalam produk pangan. Manakah yang **bukan** jenis nutrifikasi?
 - A. Suplementasi
 - B. Fortifikasi
 - C. Imunisasi
 - D. Komplementasi
 - E. Substitusi

2. Istilah pangan fungsional pertama kali digunakan di Jepang pada tahun 1980 dengan sebutan FOSHU. Manakah kepanjangan FOSHU yang tepat?
 A. *Foods for Spesies of Health Use*
 B. *Foods for Spesified of Health Use*
 C. *Foods for Speciality of Health Use*
 D. *Foods for Specified of Health Use*
 E. *Foods for Specification of Health Use*
3. Klaim tanpa tambahan gula hanya dapat digunakan pada pangan olahan berkategori 04.1.2.5. Produk manakah yang **tidak** termasuk ke dalam kelompok tersebut?
 A. Selai kacang B. Selai buah C. Jeli buah D. Marmalade E. C dan D
4. Jika sebuah produk pangan olahan yang ingin mencantumkan klaim, setidaknya harus memenuhi persyaratan asupan per saji yang tidak boleh lebih dari ketentuan peraturan BPOM. Batasan manakah yang tepat dalam 1 takaran saji?
 A. 28 g lemak total B. 4 g lemak jenuh C. 330 mg natrium
 D. 66 mg kolesterol E. 20 g lemak total
5. Pangan lokal adalah makanan yang dikonsumsi oleh masyarakat setempat sesuai potensi dan kearifan lokal. Apa dasar pernyataan tersebut?
 A. UU No. 28 Tahun 2012
 B. UU No. 13 Tahun 2016
 C. UU No. 18 Tahun 2012
 D. UU. No. 81 Tahun 2015
 E. UU No. 33 Tahun 2014

Jawaban Tes Formatif 4

1. C
2. D
3. A
4. B
5. C

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 4 yang terdapat di bagian modul ini. Hitunglah jawaban yang benar, lalu gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Modul 4.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{jumlah jawaban yang benar}}{\text{Jumlah soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan:

- 90 – 100% : baik sekali
 80 – 89% : baik
 70 – 79% : cukup
 < 70% : kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Modul 5. Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Modul 4, terutama di bagian yang belum dikuasai.

Modul 5: Pengolahan dan Pengawetan Pangan dengan Suhu Tinggi

Metode Pembelajaran	Estimasi Waktu	Capaian Pembelajaran
Ceramah dan diskusi Pemberian tugas	100 menit	Mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan prinsip pengolahan dan pengawetan pangan menggunakan suhu tinggi serta dapat menentukan titik kritis kehalalan produk yang dihasilkan dari metode tersebut

Materi 5

Definisi Pengolahan Pangan dengan Suhu Tinggi

Pengolahan Pangan dengan suhu tinggi adalah penggunaan panas yang lebih tinggi dari biasanya (suhu kamar) untuk pengolahan pangan. Suhu kamar adalah suhu di dalam ruangan, berkisar antara 27 °C sampai dengan 30 °C. Ada berbagai proses dalam pengolahan makanan suhu tinggi, termasuk blansing, penggorengan, pemanggangan, pasteurisasi, sterilisasi, dan lain-lain (Sobari dan Subang, 2020).

Tujuan pengolahan pangan pada suhu tinggi adalah untuk membunuh mikroorganisme dan meningkatkan rasa, warna, aroma dan tekstur. Juga, itu dirancang untuk mengawetkan makanan dan meningkatkan variasi makanan. Selama pengolahan pangan pada suhu tinggi, mikroorganisme dihancurkan dan enzim yang tidak diinginkan dinonaktifkan.

Jenis-jenis Pengolahan Pangan dengan Suhu Tinggi

a. Blansing

Yang dimaksud blansing adalah proses pemanasan awal yang biasanya dilakukan sebelum proses pembekuan, pengeringan atau pengalengan bahan sayuran segar (sayuran dan buah-buahan). Tujuan dilakukan proses blansing adalah (1) menginaktifkan enzim yang ada di dalam bahan makanan yang dapat menyebabkan perubahan rasa, flavor, warna, tekstur, dan nilai gizi; (2) memperoleh kualitas makanan yang baik untuk sayuran dan buah-buahan yang akan dikeringkan, dikalengkan atau dibekukan; (3) menghilangkan gas yang ada pada antarsel jaringan sayur dan buah; (4) memperbaiki tekstur bahan pangan; (5) menurunkan jumlah mikroba awal; dan (6) mempermudah proses pengisian pada pengalengan karena terjadi pelunakan tekstur.

Blansing biasanya dilakukan pada suhu 82 - 93 °C selama 3-5 menit. Metode blansing meliputi: a) perebusan (*hot water blanching*), b) pengukusan (*steam blanching*), dan c) *blanching* dengan gas panas (*hot gas blanching*) seperti yang tampak pada Gambar 19 di bawah ini.



Gambar 19. Metode blansing
(Sumber: www.mnurcholis.lecture.ub.ac.id)

Perebusan (*hot water blanching*) adalah metode yang paling banyak digunakan dalam pengolahan pangan. Keuntungan menggunakan metode ini adalah dapat ditambahkan bahan lain yang diperlukan untuk memperpanjang umur simpan makanan, seperti garam, asam sitrat, bikarbonat, dan kalsium klorida. Kerugian menggunakan metode ini adalah hilangnya nutrisi peka panas dan hilangnya nutrisi yang larut dalam air. Penggunaan metode pengukusan (*steam blanching*) dapat meminimalkan hilangnya komponen tahan panas. Metode *hot gas blanching* dapat mengurangi kehilangan material akibat *leaching* dan mengurangi limbah cair. Kerugian dari metode ini adalah selama proses blansing, permukaan material akan mengering, adanya oksigen akan menyebabkan proses oksidasi, dan biaya operasi yang cukup tinggi.

b. Pasteurisasi

Pasteurisasi adalah perlakuan panas yang dilakukan pada suhu di bawah 100 °C, tetapi untuk waktu berkisar dari detik hingga menit, tergantung pada suhu tinggi yang digunakan. Semakin tinggi suhu pasteurisasi, semakin pendek waktu pemanasan. Tujuan utama dari proses pasteurisasi adalah untuk menonaktifkan sel vegetatif mikroorganisme patogen, mikroorganisme penghasil toksin dan mikroorganisme pembusuk, serta menonaktifkan enzim. Karena proses pasteurisasi tidak membunuh semua mikroorganisme, juga tidak membunuh bakteri pembentuk spora, produk harus diperlakukan dengan perlakuan lain yang meminimalkan pertumbuhan mikroba, seperti menambahkan pengawet, pendinginan, MAP (*modified atmosphere packaging*), Menurunkan pH dan menyesuaikan suhu pasteurisasi bervariasi menurut jenis produk. Pada prinsipnya, pasteurisasi menggabungkan suhu optimum dan waktu pemanasan makanan. Pasteurisasi dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu: 1) metode pasteurisasi lama (*low temperature, long time*). Pemanasan susu dilakukan pada temperatur yang tidak begitu tinggi dengan waktu relatif lebih lama, pada temperatur 62-65 °C selama 30 menit hingga 1 jam; 2) pasteurisasi singkat (*high temperature, short time*), pemanasan susu dilakukan pada temperatur tinggi dengan waktu relatif singkat, pada temperatur 85-95 °C selama 1-2 menit; dan 3) pasteurisasi dengan *Ultra High Temperature* (UHT) pada suhu antara 135-145 °C selama 2-4 detik. Pemanasan susu dilakukan pada temperatur tinggi kemudian segera dilakukan pendinginan pada temperatur 10 °C (temperatur minimal untuk pertumbuhan bakteri susu).

Teknik pasteurisasi biasanya disertai dengan cara pengawetan lain, misalnya setelah dipasteurisasi makanan disimpan pada suhu dingin. Dengan demikian daya

simpan makanan tersebut akan lebih lama. Sebagai contoh, susu pasteurisasi yang disimpan dalam lemari es selama 1 minggu atau lebih tidak terjadi perubahan cita rasa yang nyata, tetapi jika susu tersebut disimpan pada suhu kamar, maka akan menjadi busuk dalam 1 atau 2 hari. Di bawah ini merupakan contoh beberapa jenis produk pasteurisasi.

Tabel 4.
Jenis produk pasteurisasi

Jenis	Tujuan	Kondisi
Jus jeruk	Inaktivasi enzim: Pektin esterase Poligalakturonase	65 °C, 30 menit 77 °C, 1 menit 88 °C, 15 detik
Bir	Mematikan mikroba pembusuk dan sisa khamir	65-68 °C, 20 menit
Susu	Mematikan mikroba patogen <i>Brucella abortus</i> <i>Mycobacterium tuberculosis</i> <i>Coxiella burnetii</i>	63 °C, 30 menit 71,5 °C, 15 detik
Telur	Mematikan patogen <i>Salmonella seftenberg</i>	64,4 °C, 25 menit
Es krim	Mematikan patogen	60 °C, 35 menit 65 °C, 30 menit 71 °C, 10 menit

Sumber: lordbroken.wordpress.com

Beberapa Metode Pasteurisasi

1. *Batch*
2. Kontinyu: PHE (*plate heat exchanger*), *flash pasteurizer*



Gambar 20. Beberapa metode pasteurisasi
(Sumber: www.lordbroken.wordpress.com)



Susu Pasteurisasi



Jus Buah



Ice Cream



Bir Banana

Gambar 11. Jenis-jenis produk pasteurisasi

(Sumber: pengetahuanproduk.com)

c. Sterilisasi

Sterilisasi adalah proses pengolahan makanan pada suhu tinggi dengan tujuan membunuh semua bakteri baik patogen maupun nonpatogen. Suhu yang digunakan dalam proses sterilisasi lebih tinggi dari suhu pasteurisasi, yaitu 121 °C selama 15 menit. Selama proses sterilisasi, ada beberapa perubahan yang akan menurunkan kualitas, maka panas harus diperhitungkan agar tidak merusak kualitas. Saat mensterilkan, perhatikan suhu makanan (*cold spot*), terutama produk daging yang rentan terhadap mikroorganisme patogen. Sterilisasi dibagi menjadi dua jenis: sterilisasi lengkap dan sterilisasi komersial. Sterilisasi komersial biasanya dilakukan pada makanan kaleng atau botol, sehingga memberikan umur simpan yang lebih lama, yaitu lebih dari setengah tahun. Hal-hal yang harus diperhatikan dalam pemanasan sterilisasi komersial adalah:

1. Pemanasan harus cukup. Jika itu tidak cukup, mikroba yang ada menjadi aktif. Hal ini akan mengakibatkan produk busuk, timbul racun dan kondisi kaleng gembung.
2. Dilakukan pada proses pengalengan dan pembotolan dalam kondisi tepat dan aman.
3. Pemanasan yang diperlukan tergantung dari pH produk yang diukur pada *coldest point*. Berikut adalah penggolongan bahan pangan berdasarkan pH untuk proses termal:
 - a. bahan pangan berasam rendah → pH > 4,5, contoh: jagung, daging, ikan, ayam, susu, asparagus, wortel, bit gula;
 - b. bahan pangan asam → pH 4,0 – 4,5, contoh: tomat, nanas, buah pear;
 - c. bahan pangan berasam tinggi → pH < 4,0, contoh: jeruk nipis, jeruk manis, arbei, sauerkraut
4. Tujuan pemanasan: inaktivasi mikroorganisme sesuai dengan tujuan sterilisasi komersial.
5. Proses dianggap aman jika *C. botulinum* telah inaktif.
6. Sterilisasi diikuti pengemasan kondisi anaerob.

Retort atau otoklaf atau sterilizer merupakan peralatan yang banyak digunakan pada sterilisasi komersial. Retort yang digunakan pada saat sterilisasi komersial harus

tahan tekanan uap. Terdapat 2 mekanisme proses sterilisasi yaitu sterilisasi dalam kemasan dan sterilisasi suhu ultra tinggi (UHT, *ultra high temperature*).

Sterilisasi dalam kemasan adalah sterilisasi produk pangan yang terdapat dalam kemasan seperti kaleng, gelas atau *retort pouch*. Tahapan sterilisasi dalam kemasan adalah pengisian, pengeluaran udara (*exhausting*), penutupan, sterilisasi, dan pendinginan. Sterilisasi suhu ultra tinggi (UHT) diterapkan untuk produk pangan berwujud cair seperti susu, jus, konsentrat buah, krim; dan produk pangan yang mengandung partikulat diskret seperti makanan bayi, saus tomat, sayuran, buah-buahan, dan sup.



Gambar 22. Jenis-jenis produk sterilisasi
(Sumber: mnurcholis.lecture.ub.ac.id)



Gambar 23. Peralatan sterilisasi
(Sumber: indotrading.com)

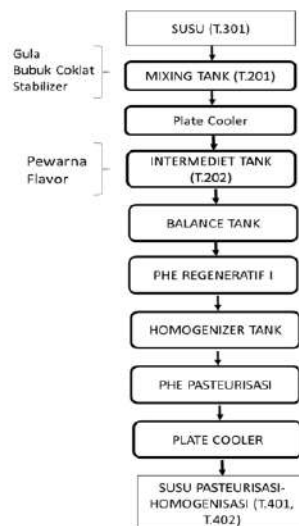
Faktor-faktor yang Memengaruhi Proses Pengolahan dengan Suhu Tinggi

1. Ketahanan panas dari mikroorganisme yang paling tahan panas yang dapat menyebabkan pembusukan produk yang disimpan secara normal atau berbahaya bagi konsumen.
2. Kecepatan penetrasi panas ke dalam titik dalam wadah yang paling lambat menerima panas (*coldest point*). Efisiensi termal makanan kaleng terutama ditentukan oleh ukuran (rasio luas permukaan: volume), jenis asal dan komposisi wadah, konsistensi produk, suhu retort, dan suhu awal makanan. , Rotasi kaleng, isi dan ruang di atas kaleng (head space), cara pengemasan, penempatan kaleng dan tata cara dalam retort.

Susu Pasteurisasi or Sterilisasi

Susu pasteurisasi adalah susu yang telah dipasteurisasi (dipanaskan pada suhu dan waktu tertentu untuk membunuh patogen/patogen) dan dikemas dalam wadah Tetra Pak atau wadah lain yang sesuai. Susu yang disterilkan biasanya dengan proses ultra-high temperature (UHT), relatif panas, disterilkan dalam waktu yang relatif singkat dengan tujuan membunuh sebagian besar mikroorganisme dalam susu.

Jika saat pembuatannya murni tidak ditambahkan perisa (flavor) dan bahan tambahan lainnya, maka kehalalan susu pasteurisasi/sterilisasi tidak bermasalah. Tetapi jika saat pembuatannya ditambah perisa (flavor), seperti flavor coklat, vanilla, dan stroberi, maka susu pasteurisasi/sterilisasi ini status kehalalannya menjadi syubhat. Sumber flavor itu ada yang alami dan buatan. Titik kritisnya terletak pada alkohol sebagai pelarut dan turunan hewan sebagai campurannya. Berdasarkan aturan FDA, perusahaan makanan tidak harus mencantumkan alkohol dalam komposisi flavor. Hal ini yang membuat banyak yang "tertipu" dengan flavor. Padahal ada alternatif bahan pelarut lain yang halal sebagai pelarut flavor.



Gambar 24. Skema pembuatan susu pasteurisasi CV Cita Nasional
(Sumber: Siwilastiyani, 2018)

Latihan 5

1. Jelaskan tahapan pengolahan makanan awetan suhu tinggi bandeng presto!
2. Sebutkan 3 jenis teknik pengolahan pangan suhu tinggi yang kamu ketahui dan tujuan dari teknik tersebut ?
3. Toni bersama temannya yang tergabung dalam UMKM YOGAWA sedang merintis pembuatan sari buah nanas dan buah lainnya.



Gambar 25. Produk sari buah YOGAWA

(Sumber: <https://radarkediri.jawapos.com/show-case/23/07/2019/sari-buah-nanas-dan-sirsak-yogawa>)

Sebutkan bahan apa yang memiliki titik kritis kehalalan dan jelaskan titik kritis kehalalan dari bahan tersebut!

Komposisi :

air, gula, konsentrat buah, pewarna, flavor, pengatur keasaman, pengawet, stabilizer, dan pemanis buatan

Jawaban 5

1. Tahapan pengolahan makanan awetan suhu tinggi bandeng presto sebagai berikut:
 - a. persiapan (penyiapan ikan sebagai bahan baku, pembuatan larutan garam, pembuatan bumbu, serta pembersihan dan pelayuan daun pisang);
 - b. pencucian ikan yang sudah dibuang insang dan isi perutnya, dicuci bersih dengan air dingin;
 - c. perendaman atau penggaraman;
 - d. penyusunan di dalam panci presto;
 - e. pemasakan (pengukusan) dengan panci presto;
 - f. pengemasan, distribusi, dan penyimpanan.
2. Ada tiga jenis pengolahan pangan dengan suhu tinggi yaitu *blanching*, pasteurisasi, dan sterilisasi. **Blanching** merupakan proses perlakuan pemanasan awal yang biasanya dilakukan pada bahan nabati segar (sayur dan buah) sebelum mengalami proses pembekuan, pengeringan atau pengalengan. *Blanching* biasa dilakukan pada suhu 82-93 °C selama 3-5 menit dengan tujuan:
 - a. menginaktifkan enzim yang ada di dalam bahan makanan yang dapat menyebabkan perubahan rasa, flavor, warna, tekstur, dan nilai gizi;
 - b. memperoleh kualitas makanan yang baik untuk sayuran dan buah-buahan yang akan dikeringkan, dikalengkan atau dibekukan;
 - c. menghilangkan gas yang ada pada antarsel jaringan sayur dan buah;
 - d. memperbaiki tekstur bahan pangan;
 - e. menurunkan jumlah mikroba awal; dan
 - f. mempermudah proses pengisian pada pengalengan karena terjadi pelunakan tekstur.

Pasteurisasi adalah perlakuan panas pada suhu kurang dari 100 °C, tetapi dengan waktu yang bervariasi dari beberapa detik sampai beberapa menit tergantung pada tingginya suhu yang digunakan. Tujuan dilakukan proses pasteurisasi adalah:

- a. menginaktifkan sel-sel vegetatif mikroba patogen, mikroba pembentuk toksin maupun mikroba pembusuk;

b. menginaktivasi enzim.

Sterilisasi adalah proses pengolahan pangan pada suhu tinggi dengan tujuan untuk membunuh seluruh bakteri baik patogen maupun non patogen/pembusuk. Suhu yang digunakan pada proses sterilisasi adalah lebih tinggi dari suhu pasteurisasi yaitu 121 °C selama 15 menit. Selama proses sterilisasi terjadi perubahan yang dapat menurunkan mutu, maka jumlah panas harus dihitung sehingga tidak merusak mutu.

3. Titik kritis kehalalan pembuatan sari buah terletak pada gula, konsentrat buah, flavor, pengatur keasaman, dan pemanis buatan.

Gula. Sumber bahan baku gula adalah tebu atau bit. Namun di dalam proses pengolahannya hasil ekstrak tebu atau bit dilakukan proses pemutihan (rafinasi) agar diperoleh gula dengan warna yang baik. Pada proses pemutihan tersebut kadang menggunakan arang aktif. Sumber arang aktif merupakan titik kritis kehalalan produk karena arang aktif bisa berasal dari tempurung kelapa, serbuk gergaji, batu bara, atau tulang hewan. Jika menggunakan bahan-bahan nabati, maka tentu tak perlu diragukan kehalalannya. Namun jika arang aktif tersebut berasal dari tulang babi, jelas gula tersebut menjadi haram. Jika arang aktifnya berasal dari sapi, maka harus dipastikan bahwa sapi tersebut disembelih sesuai syariah.

Konsentrat buah, merupakan bahan tambahan yang digunakan untuk menambah rasa sirup sehingga mirip atau sama dengan buah tertentu, misalnya jeruk, jambu, mangga, anggur atau lainnya. Sepintas, konsentrat buah ini memang tidak akan bermasalah bila dilihat status kehalalannya. Tetapi walaupun berasal dari buah, konsentrat pun bisa jadi menggunakan bahan penolong yang tidak jelas status kehalalannya. Misalnya untuk membuat bahan tersebut agar tidak keruh maka diperlukan bahan penolong seperti **enzim atau gelatin**. Jika menggunakan enzim, maka yang harus dipastikan adalah sumber enzimnya, apakah berasal dari tumbuhan, hewani, atau mikrobial. Jika enzim tersebut diperoleh dari enzim secara mikrobial, maka harus dipastikan menggunakan media yang bebas dari bahan haram dan najis. Jika penjernih sirupnya menggunakan gelatin, maka harus dipastikan bahwa gelatin tersebut berasal dari sumber yang halal. Karena di dalam dunia industri, bahan baku gelatin berasal dari tulang dan kulit hewan.

Rasa dan varian sirup yang berasal dari perisa (flavor). Tanpa zat-zat tersebut, sulit produsen sirup untuk memproduksi sirup jika perisa buahnya berasal dari buah-buahan segar sebab buah-buahan segar tidak tersedia sepanjang waktu karena sifatnya yang musiman. Flavor tersebut dibuat secara industri dan kadang-kadang unsur buahnya tidak terdapat di dalamnya dan hanya menggunakan bahan yang berasal dari sintesis bahan-bahan kimia tertentu, yang harus dikritisi pula status kehalalannya.

Pengatur keasaman misalnya asam sitrat. Asam sitrat merupakan produk mikrobial sehingga diproses secara mikrobial pula. Produsen bahan ini harus menggunakan media pertumbuhan mikroba serta bahan penolong proses yang bebas dari bahan haram dan najis.

Pemanis buatan juga menjadi salah satu bahan yang menjadi perhatian. Pemanis buatan yang bisa bermasalah adalah aspartam. Pemanis buatan ini terdiri atas dua asam amino yakni fenilalanin dan asam aspartat. Karena biasanya dua asam amino ini juga diolah secara mikrobial, maka tentu harus memenuhi persyaratan halal produk mikrobial.

Rangkuman 5

1. Pengolahan pangan suhu tinggi adalah pengolahan pangan yang dilakukan pada suhu di atas suhu ruang. Tujuan pengolahan pangan suhu tinggi adalah membunuh mikroorganisme, menambah rasa, warna, aroma, dan tekstur, mengawetkan pangan, dan menambah variasi makanan. Selama pengolahan pangan dengan suhu tinggi akan terjadi destruksi mikroorganisme dan inaktivasi enzim yang tidak dikehendaki.
2. Ada tiga jenis pengolahan pangan dengan suhu tinggi yaitu *blanching*, pasteurisasi, dan sterilisasi. *Blanching* merupakan proses perlakuan pemanasan awal yang biasanya dilakukan pada bahan nabati segar (sayur dan buah) sebelum mengalami proses pembekuan, pengeringan, atau pengalengan. Tujuan dilakukan proses *blanching* adalah a) menginaktifkan enzim yang ada di dalam bahan makanan yang dapat menyebabkan perubahan rasa, flavor, warna, tekstur, dan nilai gizi; b) memperoleh kualitas makanan yang baik untuk sayuran dan buah-buahan yang akan dikeringkan, dikalengkan atau dibekukan; c) menghilangkan gas yang ada pada antarsel jaringan sayur dan buah; d) memperbaiki tekstur bahan pangan; e) menurunkan jumlah mikroba awal; dan f) mempermudah proses pengisian pada pengalengan karena terjadi pelunakan tekstur.
3. *Blanching* biasa dilakukan pada suhu 82- 93 °C selama 3-5 menit. Metode *blanching* meliputi: a) perebusan (*hot water blanching*), b) pengukusan (*steam blanching*), dan c) *blanching* dengan gas panas (*hot gas blanching*).
4. Pasteurisasi adalah perlakuan panas pada suhu kurang dari 100 °C, tetapi dengan waktu yang bervariasi dari beberapa detik sampai beberapa menit tergantung pada tingginya suhu yang digunakan. Tujuan utama dari proses pasteurisasi adalah untuk menginaktifkan sel-sel vegetatif mikroba patogen, mikroba pembentuk toksin maupun mikroba pembusuk, serta menginaktivasi enzim. Pasteurisasi dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu a) metode pasteurisasi lama (*low temperature, long time*), pada temperature 62-65 °C selama 30 menit hingga 1 jam, b) pasteurisasi singkat (*high temperature, short time*), pemanasan pada temperature 85-95 °C selama 1-2 menit, dan c) pasteurisasi dengan *Ultra High Temperature* (UHT). Pemanasan dilakukan pada temperatur tinggi kemudian segera dilakukan pendinginan pada temperatur 10 °C.
5. Sterilisasi adalah proses pengolahan pangan pada suhu tinggi dengan tujuan untuk membunuh seluruh bakteri baik patogen maupun non patogen/pembusuk. Suhu yang digunakan pada proses sterilisasi adalah lebih tinggi dari suhu pasteurisasi yaitu 121 °C selama 15 menit. Sterilisasi dibagi menjadi dua jenis yaitu sterilisasi total dan sterilisasi komersial.
6. Sterilisasi komersial biasa dilakukan terhadap makanan dalam kaleng atau botol sehingga mampu memperpanjang umur simpan produk. Saat sterilisasi komersial harus tahan tekanan uap. Terdapat 2 mekanisme proses sterilisasi yaitu sterilisasi dalam kemasan dan sterilisasi suhu ultra tinggi (UHT, *Ultra High Temperature*). Sterilisasi UHT banyak diterapkan untuk produk pangan berwujud cair seperti susu, jus, dan konsentrat buah; semi cair seperti krim; dan produk pangan yang mengandung partikulat diskret seperti makanan bayi, saus tomat, sayuran dan buah-buahan, serta sup.

Tes Formatif 5

1. Tujuan utama pengolahan pangan dengan suhu tinggi adalah
 - A. Mematikan mikroorganisme penyebab penyakit dan kebusukan
 - B. Menonaktifkan enzim dalam bahan pangan

- C. Memperlambat pertumbuhan mikroba
 - D. Membunuh spora
 - E. Membunuh mikroba patogen saja
2. Proses *blanching* merupakan salah satu metode yang digunakan untuk
 - A. Pengawetan sayur dan buah
 - B. Pengawetan ikan
 - C. Pengawetan daging
 - D. Pengawetan umbi-umbian
 - E. Pengawetan telur
 3. Menurut Fennema (1976) *blanching* merupakan
 - A. Proses penguapan yang terjadi secara alami pada bahan pangan
 - B. Pemanasan awal pada bahan pangan menggunakan suhu tinggi dalam waktu yang singkat
 - C. Perlakuan bahan pangan menggunakan suhu rendah dalam waktu yang lama
 - D. Perlakuan panas yang diberikan pada bahan baku dengan suhu di bawah titik didih
 - E. Pemanasan saat proses pengolahan
 4. Proses pasteurisasi adalah suatu proses pemanasan yang suhunya relatif cukup rendah, umumnya dilakukan pada suhu di bawah
 - A. 100°C B. 90°C C. 80°C D. 120°C E. tidak ada yang benar
 5. Tujuan sterilisasi komersial adalah
 - A. Memusnahkan spora bakteri aerob termasuk spora bakteri *Nitrosomonas*
 - B. Memusnahkan spora bakteri anaerob termasuk spora bakteri *Clostridium tetani*.
 - C. Memusnahkan spora bakteri parasit termasuk spora bakteri *Mycobacterium tuberculosis*
 - D. Memusnahkan spora bakteri patogen termasuk spora bakteri *Clostridium perfringens*
 - E. Memusnahkan spora bakteri patogen termasuk spora bakteri *Clostridium botulinum*
 6. Suatu proses pemanasan yang suhunya relatif cukup rendah (umumnya dilakukan pada suhu di bawah 100°C) merupakan proses
 - A. Sistem termal B. *Blanching* C. Pasteurisasi
 - D. Sterilisasi E. Sterilisasi komersial

Jawaban Tes Formatif 5

1. A
2. A
3. D
4. C
5. E
6. C

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 5 yang terdapat di bagian modul ini. Hitunglah jawaban yang benar, lalu gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Modul 5.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{jumlah jawaban yang benar}}{\text{Jumlah soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan:

90 – 100%	: baik sekali
80 – 89%	: baik
70 – 79%	: cukup
< 70%	: kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Modul 6. Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Modul 5, terutama di bagian yang belum dikuasai.

MODUL 6: Pengawetan dan Pengolahan Pangan dengan Suhu Rendah

Metode Pembelajaran	Estimasi Waktu	Capaian Pembelajaran
Ceramah dan diskusi Pemberian tugas	100 menit	Mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan prinsip dari teknologi pengolahan dan pengawetan pangan menggunakan suhu rendah serta dapat menentukan titik kritis kehalalan produk yang dihasilkan dari metode tersebut

Materi 6

Pengawetan pangan dengan suhu rendah tekniknya adalah dengan memasukkan produk pangan ke dalam *refrigerator* atau lemari pendingin dengan tujuan untuk memperpanjang umur simpan produk. Terdapat 2 macam praktik pengawetan pangan menggunakan suhu rendah yakni pendinginan (*cooling*) dengan suhu -2 °C sampai 10 °C dan pembekuan (*freezing*) dengan suhu -12 °C sampai dengan suhu -24 °C. Dengan adanya penurunan suhu, maka akan mengakibatkan penurunan proses kimia, mikrobiologi, dan biokimia yang berhubungan dengan kelayuan, kerusakan, pembusukan, dan lainnya. Apabila suhu penyimpanan suatu produk makanan dibuat rendah dan perubahan kimiawi selama penyimpanan suhu rendah dilakukan sampai batas minimum, maka mutu makanan dapat dipertahankan untuk jangka waktu yang cukup lama.

Secara terminologi proses penyimpanan pangan menggunakan suhu rendah dikenal dengan beberapa istilah seperti *cooling*, *chilling*, dan juga *freezing*. *Cooling* dan *chilling* sendiri merupakan jenis metode pengawetan pangan suhu rendah (pendinginan) dengan suhu berkisar -1 hingga 2°C. Pendinginan jenis ini dapat mengawetkan bahan pangan selama beberapa hari hingga beberapa minggu. Lain halnya dengan *freezing* yang dikenal juga dengan metode pembekuan. Metode ini dapat mengawetkan dan memperpanjang umur simpan bahan pangan hingga beberapa bulan bahkan tahun. Prinsip pengawetan pangan suhu rendah baik itu pendinginan maupun pembekuan bertujuan untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme pembusuk dengan membuatnya dorman atau inaktif namun tidak dapat membunuh bakteri, melainkan hanya menghambat aktivitasnya saja. Umumnya setelah pangan dikeluarkan dari lemari pendingin, maka mikroorganisme dapat aktif kembali.

Bahan pangan yang diawetkan, disimpan pada suhu rendah cenderung mampu menjaga kesegaran bahan makanan tersebut. Berbeda dengan pengawetan menggunakan termal yang menyebabkan makanan kehilangan nutrisi, terjadi perubahan sifat sensori seperti warna, rasa, tekstur serta perubahan sifat kimia lainnya karena terpapar suhu tinggi. Pada pengawetan pangan suhu rendah baik pendinginan maupun pembekuan, jumlah air yang membeku dalam produk makanan sangat tergantung pada suhu pembekuan dan campuran zat dalam produk makanan tersebut.

Jenis – jenis Pengawetan Suhu Rendah

Berdasarkan penjabaran di atas, jenis-jenis pengawetan pangan dengan suhu rendah antara lain:

1. Pendinginan (*Cooling*)

Pendinginan *cooling* sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari, khususnya pada penyimpanan buah, sayur, susu, dan telur dalam waktu yang terbatas. Suhu penyimpanan *cooling* berkisar antara 1 hingga 4 °C, oleh karena itu bahan makanan mampu bertahan hingga 5 hari.

2. Pendinginan (*Chilling*)

Pendinginan *chilling* adalah pendinginan bahan makanan menggunakan suhu berkisar -1,5 hingga 4 °C. Bahan makanan yang disimpan menggunakan teknik ini mampu bertahan setidaknya 1 – 3 minggu. Teknik penyimpanan menggunakan suhu rendah juga perlu diperhatikan waktunya, sebab penyimpanan yang terlalu lama akan mengakibatkan perubahan kualitas bahan makanan.

3. Pembekuan (*Freezing*)

Penyimpanan jenis ini menggunakan prinsip penyimpanan bahan makanan di bawah titik beku bahan. Suhu pada pendinginan ini berkisar antara -17 °C atau lebih rendah lagi (-12 °C hingga -24 °C). Pada suhu tersebut, pertumbuhan bakteri terhenti sehingga tidak dapat berkembang biak. Dengan demikian bahan makanan akan tahan hingga beberapa bulan bahkan hingga tahunan.

Berdasarkan jenis pengawetan pangan dengan suhu rendah di atas, maka perlu juga diketahui metode pembekuan produk pangan guna memperpanjang umur simpannya. Berikut ini adalah metode pembekuan, yaitu:

1. Pembekuan dapat dilakukan secara cepat dengan suhu pembekuan ± -24 °C s.d. -40 °C selama kurang dari 30 menit sehingga menghasilkan kristal es yang halus/kecil. Ada pula pembekuan lambat yang berlangsung selama 20-72 menit dengan suhu pembekuan ± -12 °C s.d. -24°C sehingga menghasilkan kristal es besar/kasar.
2. Penggunaan udara dingin yang ditiupkan atau gas lain dengan suhu rendah kontak langsung dengan makanan, misalnya *tunnel freezer* atau terowongan pembekuan. Gambar *tunnel freezer* dapat dilihat pada Gambar 26.
3. Pembekuan dengan kontak tidak langsung yakni bahan dibekukan selama beberapa detik kemudian langsung dikemas. Bahan yang telah dikemas kemudian dibekukan kembali dengan cara dihembuskan udara dingin ke permukaan kemasan. Contohnya adalah *plate freezing*.
4. Pembekuan dengan perendaman langsung makanan ke dalam cairan atau penyemprotan cairan pendingin di atas makanan, misalnya penggunaan nitrogen cair, freon, atau larutan garam.

Faktor-faktor yang Memengaruhi Pengawetan Suhu Rendah

Perbedaan yang paling mendasar dari pendinginan dan pembekuan sangat erat kaitannya dengan faktor yang memengaruhi pengawetan dengan suhu rendah ini, di antaranya:

- perbedaan suhu produk yang dibekukan dengan medium pembeku;
- ukuran dan produk yang dibekukan;
- konduktivitas panas produk yang dibekukan;
- luas permukaan produk;
- jenis pengemasan produk yang dibekukan (jika ada kemasannya);
- biaya pembekuan;

- fleksibilitas yang dibutuhkan dalam operasi pembekuan.



Gambar 26. *Tunnel freezer*
(Sumber: Alibaba.com)



Gambar 27. *Plate freezer*
(Sumber: Roiha et al., 2018)

Kerusakan Akibat Suhu Rendah

Kerusakan pada pengawetan suhu rendah dikenal dengan istilah *chilling injury* yakni kerusakan pada saat pengawetan suhu rendah yang membuat bahan/produk mengalami penurunan mutu misalnya terjadi perubahan warna, perubahan tekstur menjadi lunak dan keriput. Istilah lainnya adalah *freezer burn* yaitu penyimpangan kualitas bahan/produk akibat pembekuan. Sama halnya dengan *chilling injury* perubahan yang terjadi meliputi penurunan mutu fisik seperti terjadinya keriput dan tekstur menjadi lunak. *Freeze burn* ini juga dapat mengakibatkan penurunan karakteristik kimia dari bahan/produk, seperti penurunan nilai asam amino dan vitamin. Oleh karena itu, mempertahankan mutu makanan beku perlu diperhatikan faktor-faktor berikut (Buckle et al., 1987):

1. mutu bahan baku yang digunakan termasuk varietas, kematangan produk (khusus untuk produk buah dan sayur), kecocokan untuk disimpan pada kondisi suhu rendah;
2. perlakuan sebelum pendinginan ataupun pembekuan (blansing, penggunaan SO_2 , penggunaan asam askorbat, dan sebagainya);

3. metode dan kecepatan pembekuan yang dipakai;
4. suhu penyimpanan dan fluktuasi suhu;
5. waktu penyimpanan;
6. kelembapan lingkungan tempat penyimpanan, terutama untuk makanan yang tidak dikemas;
7. sifat-sifat dari bahan pengemas.

Perkiraan daya simpan dengan mutu yang tinggi dikenal dengan istilah HQL (*High Quality Life*) yang artinya adalah waktu penyimpanan pada suhu tertentu yang dibutuhkan sebelum penguji terlatih mengetahui adanya perubahan mutu (warna, flavor, dan tekstur) dari makanan beku yang disimpan. Tabel HQL dari makanan beku yang disimpan pada tiga macam suhu berbeda tersaji pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5.
Perkiraan HQL dari beberapa makanan beku

Makanan	HQL (bulan)		
	-18	-12	-5
Buah peach	12	<2	0,2
Buah strawberry	12	2,4	0,3
Buncis hijau	10-12	3	1
Kapri hijau	10-12	3	1
Ayam mentah	12-18	8	2-3
Ayam goreng	2-3	<1	<0,6
Daging sapi mentah	10-14	4,6	<2
Ikan mentah (kadar lemak rendah)	4-8	<2,5	<1,5
Ikan mentah (kadar lemak tinggi)	2-3	1,5	0,8

Sumber: Buckle et al., 1987

Kerusakan mutu pada dasarnya terjadi sebagai akibat dari:

1. perubahan warna (hilangnya konstituen warna alami seperti pigmen klorofil, pembentukan warna yang menyimpang seperti pada reaksi pencokelatan);
2. perubahan tekstur (perusakan gel, denaturasi protein, pengerasan);
3. perubahan flavor (hilangnya flavor alami/asal, ketengikan);
4. perubahan zat gizi seperti asam askorbat dalam buah-buahan dan sayuran, lemak tak jenuh, asam amino esensial.

Kehilangan vitamin dari berbagai macam bahan pangan selama penyimpanan suhu rendah dan pemasakan banyak disampaikan oleh banyak penelitian. Vitamin C banyak mengalami kerusakan selama pengolahan, begitu pun selama penyimpanan suhu rendah yang terlalu lama dan suhu yang melebihi batas minimum. Di sisi lain penyimpanan suhu rendah mampu menurunkan aktivitas enzim.

Keuntungan pengawetan pangan dengan suhu rendah adalah:

1. dapat menahan reaksi kimia dan reaksi enzimatik dari mikroorganisme yang diinginkan, misalnya pada pematangan keju;
2. mengurangi perubahan flavor pada bahan/produk pangan;
3. memperpanjang umur simpan;

Adapun kerugian pengawetan pangan pada suhu rendah adalah:

1. dapat menyebabkan penurunan kandungan vitamin, misalnya vitamin C pada bahan yang disimpan;
2. berkurangnya kerenyahan dan kekerasan pada buah dan sayur;
3. perubahan warna merah pada daging;
4. dapat menyebabkan terjadinya oksidasi lemak;
5. menyebabkan pelunakan jaringan ikat;
6. dapat menyebabkan hilangnya flavor.

Titik Kritis Kehalalan Produk

Salah satu produk yang disimpan pada suhu rendah adalah es krim yang umumnya berbahan baku susu cair atau susu bubuk, lemak susu, ditambah gula dengan bahan tambahan pangan berupa stabilizer, emulsifier, flavor, dan pewarna. Selain bahan-bahan tersebut, es krim juga dapat mengandung laktosa, whey protein concentrate (WPC), whey powder, dan kasein yang kesemuanya ditambahkan untuk menambah total padatan nonlemak.

Titik kritis kehalalan es krim dijelaskan sebagai berikut: **laktosa, whey protein concentrate (WPC), whey powder, dan kasein** merupakan hasil samping industri keju. Enzim renin dalam proses penggumpalan keju jika yang digunakan bukan berasal dari bahan yang halal (misalnya babi atau sapi yang tidak disembelih secara Islami), maka turunan keju ini otomatis menjadi terkontaminasi bahan haram dan najis sehingga es krim yang menggunakan bahan ini menjadi haram juga.

Stabilizer dapat berupa gelatin yang jika terbuat dari tulang dan kulit hewan yang tidak jelas status kehalalannya, maka es krim yang dihasilkan menjadi tidak halal. Sebanyak 40% produksi gelatin dunia dihasilkan dari kulit babi, sisanya dari sapi, kerbau, yacht, dan ikan. Kalau dari sapi, kerbau, atau yacht harus jelas pula status penyembelihannya, halal atau tidak.

Emulsifier dapat berupa Mono-/di-gliserida dan polisorbate 80 yang bersumber dari lemak. Kalau berbicara tentang lemak, maka harus dipastikan apakah hewani atau nabati. Jika hewani harus mengikuti kaidah, yakni tidak berasal dari hewan haram dan disembelih secara Islami.

Untuk memperkaya cita rasa, es krim biasanya ditambahkan **flavor**. Jika berasal dari flavor buah alami seperti jus buah, mungkin relatif aman. Jika berasal dari flavor yang dihasilkan oleh *flavor house*, ini menjadi kritis, walau diklaim sebagai *nature identical* (identik alami) atau *artificial flavor* (flavor sintetik). Ada juga flavor yang termasuk digemari tetapi sebaiknya dihindari yakni rum karena ada kandungan khamarnya (rum). Jikapun bukan rum, tetapi berasal dari rum essence, tetap juga mesti dihilangkan dari keinginan untuk membelinya. Hal ini sebagai tindakan preventif dan juga untuk membiasakan diri tidak mengonsumsi produk yang sensori (rasa dan bau) yang menyerupai produk haram.

Latihan 6

1. Jelaskan apa yang dimaksud pengawetan pangan dengan suhu rendah!
2. Sebutkan perbedaan pengawetan pangan suhu rendah *cooling*, *chilling*, dan *freezing*!

Jawaban 6

1. Pengawetan pangan dengan suhu rendah tekniknya adalah dengan memasukkan produk pangan ke dalam lemari pendingin.
2. Jenis-jenis pengawetan pangan dengan suhu rendah, antara lain:
 - Pendinginan (*Cooling*)

Pendinginan *cooling* sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari yaitu dalam lemari es dengan suhu 1°C hingga 4 °C, sedangkan chilling adalah suhu pendinginan dibawah 0 °C yaitu berkisar antara suhu -1,5 °C ± 2 °C. Pada bahan makanan yang berasal dari produk pertanian, bila disimpan pada suhu 0 °C hanya dapat bertahan sekitar 5 hari saja. Jika terus ditingkatkan maka akan terjadi *chilling injury*.
 - Pendinginan (*Chilling*)

Suhu pada pendinginan *chilling* berkisar lebih rendah dari 15 °C sehingga dapat mempertahankan daya simpan bahan lebih dari 5 hari sehingga pendinginan perlu dilakukan pada suhu serendah mungkin tetapi tidak melampaui batas pembekuan.
 - Pembekuan (*Freezing*)

Penyimpanan jenis ini menggunakan prinsip penyimpanan bahan makanan di bawah titik beku bahan. Suhu pada pendinginan ini berkisar antara -17 °C atau lebih rendah lagi (-12 °C hingga -24 °C). Pada suhu tersebut, pertumbuhan bakteri terhenti sehingga tidak dapat berkembang biak. Dengan demikian maka bahan makanan akan tahan hingga beberapa bulan bahkan hingga tahunan.

Rangkuman 6

1. Pengawetan pangan dengan suhu rendah tekniknya adalah dengan memasukkan produk pangan ke dalam lemari pendingin. Terdapat 2 macam praktik pengawetan pangan menggunakan suhu rendah yakni pendinginan (*cooling*) dengan suhu -2 °C sampai 10 °C dan pembekuan (*freezing*) dengan suhu -12 °C sampai dengan suhu -24 °C.
2. Perbedaan yang paling mendasar dari pendinginan dan pembekuan sangat erat kaitannya dengan aktivitas mikroorganisme, yakni:
 - sebagian besar mikroorganisme perusak/patogen tumbuh cepat pada suhu di atas 10 °C;
 - beberapa jenis organisme pembentuk toksik masih dapat hidup pada suhu ± 3 °C;
 - mikroorganisme psikrofilik tumbuh lambat pada suhu 4 °C sampai dengan suhu -9 °C.
3. Keuntungan pengawetan pangan dengan suhu rendah adalah:
 - dapat menahan reaksi kimia dan reaksi enzimatik dari mikroorganisme yang diinginkan, misalnya pematangan keju;
 - mengurangi perubahan flavor pada bahan/produk pangan;
 - memperpanjang umur simpan.
4. Kerugian pengawetan pangan pada suhu rendah adalah:
 - dapat menyebabkan penurunan kandungan vitamin, misalnya vitamin C pada bahan yang disimpan;
 - berkurangnya kerenyahan dan kekerasan pada buah dan sayur;
 - perubahan warna merah pada daging;
 - dapat menyebabkan terjadinya oksidasi lemak;
 - menyebabkan pelunakan jaringan ikat;
 - dapat menyebabkan hilangnya flavor.

Tes Formatif 6

1. Produk-produk yang dibuat dengan jalan pembekuan dan disimpan dalam freezer memiliki waktu simpan beberapa bulan – tahun. Daya awet produk beku dicapai karena apa?
A. suhu rendah
B. a_w rendah
C. pendahuluan dengan blansing
D. A dan B
E. A, B, dan C
2. *Quick freezing* memiliki keuntungan dibandingkan *slow freezing* karena kerusakan mekanis yang sedikit jika telah mengalami *thawing* sehingga *drip losses* juga rendah. Apa yang menyebabkan hal tersebut?
A. Kristal es yang kecil pada pembekuan lambat
B. Kristal es yang kecil pada pembekuan cepat
C. Kristal es yang besar pada pembekuan cepat
D. Kristal es yang kecil pada pembekuan cepat dan lambat
E. Kristal es yang besar pada pembekuan cepat dan lambat
3. Pada proses penyimpanan makanan menggunakan suhu dingin, terkadang terjadi beberapa perubahan fisik dari produk seperti perubahan warna permukaan produk yang kecokelatan, muncul bercak hitam/cokelat, bopeng, dan sebagainya. Kerusakan tersebut umum terjadi dan dikenal dengan istilah apa?
A. *Chilling injury*
B. *Cooling downtime*
C. *Freezing*
D. *Freezing breakdown*
E. Semua salah
4. Zat gizi yang sensitif terhadap proses pengolahan dan penyimpanan pangan di bawah ini yang mungkin akan rusak juga selama proses penyimpanan suhu rendah adalah
A. Asam amino
B. Asam lemak
C. Antioksidan
D. Solanin
E. Karbohidrat
5. Pengawetan pangan menggunakan suhu rendah diketahui tidak mampu untuk mematikan mikroorganisme, namun hanya membuatnya dorman. Oleh sebab itu, perlu adanya kombinasi pengawetan untuk memperpanjang umur simpan produk. Istilah dorman disebut juga dengan apa?
A. Toksik
B. Korosif
C. Inaktif
D. Aktif
E. Semua benar

Jawaban Tes Formatif 6

1. E
2. B
3. A
4. A
5. C

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 6 yang terdapat di bagian modul ini. Hitunglah jawaban yang benar, lalu gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Modul 6.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{jumlah jawaban yang benar}}{\text{Jumlah soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan:

- 90 – 100% : baik sekali
- 80 – 89% : baik
- 70 – 79% : cukup
- < 70% : kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Modul 7. Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Modul 6, terutama di bagian yang belum dikuasai.

MODUL 7: Pengolahan dan Pengawetan Pangan dengan Gula, Garam, Asam, dan Bahan Kimia

Metode Pembelajaran	Estimasi Waktu	Capaian Pembelajaran
Ceramah dan diskusi Pemberian tugas	100 menit	Mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan prinsip dari teknologi pengolahan dan pengawetan pangan menggunakan gula, garam, asam, dan bahan kimia serta menjelaskan titik kritis kehalalan produk yang dihasilkan dari teknik tersebut

Materi 7

Metode pengawetan pangan menggunakan gula, garam, dan juga asam merupakan metode pengawetan yang sudah lama digunakan oleh manusia. Secara umum penggunaan gula, garam, dan asam ke dalam produk makanan bertujuan untuk mengurangi jumlah mikroorganisme patogen yang ada pada produk pangan tersebut sehingga produk menjadi lebih awet. Hal ini berkaitan dengan sifat dari masing-masing zat sebagai antimikroba dan mampu membuat sel-sel mikroorganisme lisis (Muntikah dan Razak, 2017).

Pengawetan dengan Metode Penggulaan

Metode pengawetan makanan dengan menggunakan gula biasanya dilakukan karena gula mampu memberikan stabilitas terhadap mikroorganisme pada produk makanan. Jika suatu produk makanan diberikan konsentrasi gula di atas 70%, maka akan mengurangi aktivitas mikroorganisme pada produk makanan karena air yang ada pada produk pangan terserap oleh gula dan tidak dapat digunakan sebagai media pertumbuhan mikroorganisme. Beberapa produk pangan yang menggunakan gula sebagai pengawetnya antara lain: selai, jeli, *marmalade*, sirup, kental manis, manisan, dan sebagainya. Oleh karena itu, metode penggulaan dengan cara yang tepat perlu diperhatikan. Beberapa metode penggulaan dapat dilihat pada poin-poin berikut:

1. Cara Penaburan

Metode penggulaan dengan cara ini dilakukan dengan menaburkan butiran gula ke permukaan produk pangan. Tujuan metode penaburan adalah (a) menambah rasa manis, (b) meningkatkan daya tahan produk, dan (c) meningkatkan daya tarik konsumen. Metode ini biasanya akan menghasilkan produk yang secara visual terlihat gula yang ditambahkan di permukaannya, sebagai contoh pada produk manisan kering.

2. Cara Perendaman

Metode penggulaan ini dilakukan dengan cara merendam bahan makanan ke dalam larutan gula dengan konsentrasi tertentu selama beberapa waktu dengan tujuan untuk melindungi produk dari bakteri patogen dengan meningkatkan tekanan osmosis yang tinggi pada produk makanan. Contohnya adalah pada produk manisan buah yang basah.

3. Cara Pencampuran

Metode penggulaan ini dilakukan dengan mencampur bahan dengan gula. Proses penggulaan ini harus didahului dengan proses pengecilan ukuran produk agar

memudahkan pencampuran antara produk dengan gula dan mempercepat penetrasi gula ke dalam produk.

Penggunaan gula pada produk pangan umumnya digunakan ke dalam produk buah-buahan karena gula dapat mencegah pertumbuhan mikroorganisme dengan cara memengaruhi aktivitas air (a_w) dalam bahan pangan. Prinsip penggulaan pada pengawetan pangan adalah adanya tekanan osmosis yang tinggi dari gula sehingga menyebabkan kondisi pertumbuhan dan perkembangbiakan mikroorganisme terganggu. Adapun fungsi penggulaan pada bahan makanan, antara lain:

1. Sebagai Pemanis

Dalam hal ini gula berperan sebagai pemanis, apabila gula ditambahkan ke dalam bahan pangan dengan konsentrasi 12% sampai 20% atau bila produk tersebut siap untuk dikonsumsi langsung tanpa pengenceran.

2. Sebagai Pengawet

Dalam hal ini gula berperan sebagai pengawet jika konsentrasi gula yang ditambahkan ke dalam bahan pangan lebih dari 60%.

3. Sebagai *Flavor*

Penambahan gula ke dalam produk makanan akan menciptakan rasa manis dan meningkatkan *flavor* produk makanan tersebut. Contoh sehari-hari adalah penambahan gula pada pembuatan sayur, juga penambahan gula pada produk sirup buah atau manisan buah.

4. Memperbaiki Tekstur

Penambahan gula ke dalam produk pangan mampu memperbaiki tekstur, terutama pada produk buah kaleng.

Selain mengetahui prinsip dan fungsi penggulaan sebagai metode pengawetan pangan, kita pun perlu mengetahui sifat-sifat fisik dan kimia gula sehingga tepat dalam pengaplikasiannya ke dalam produk pangan. Beberapa sifat fisik dan kimia gula, antara lain:

- gula mudah mengalami hidrolisis menjadi senyawa yang lebih sederhana;
- kelarutannya dalam air cukup tinggi;
- dapat mengkristal jika larutannya jenuh;
- mampu membentuk reaksi karamelisasi dan pencokelatan (*browning*).

Dalam beberapa reaksi kimia yang terjadi pada pengolahan pangan dengan penambahan gula, ada hal-hal yang memungkinkan terjadinya kerusakan, baik itu kerusakan zat gizi, maupun kerusakan fisik produk pangan itu sendiri. Beberapa kerusakan tersebut antara lain:

1. Pemasakan terlalu lama sehingga terjadi hidrolisis pektin, penguatan asam, kehilangan *flavor* (cita rasa), dan perubahan warna yang tidak diinginkan. Contoh kasus ini adalah dalam pembuatan jeli yang menyebabkan pektin terhidrolisis dan perubahan warna menjadi kecokelatan.

2. Pencokelatan (*Browning*)

Proses pencokelatan umumnya sering terjadi pada produk pertanian (buah, sayur) secara enzimatis. Pada produk pangan yang sengaja ditambahkan gula dan adanya pemasakan pada proses pengolahannya juga akan menyebabkan terjadinya reaksi pencokelatan. Penjelasannya sebagai berikut:

- Reaksi Pencokelatan Akibat Karamelisasi

Reaksi ini terjadi bila makanan atau larutan gula dipanaskan secara kontinu sehingga membuat titik didih dan kadar gula meningkat sehingga air menguap. Bila keadaan ini terus berlangsung, maka panas yang ditimbulkan akan terus meningkat melampaui titik lebur gula sehingga terjadilah karamelisasi.

- Reaksi Maillard

Reaksi ini terjadi pada karbohidrat khususnya pangan yang mengandung gula pereduksi dan protein, misalnya dendeng daging, roti bakar, dan pisang goreng. Hasil reaksi tersebut menghasilkan perubahan warna cokelat yang umumnya justru dikehendaki, namun pada beberapa kasus perubahan warna akibat reaksi maillard ini menandakan adanya penurunan mutu pangan, contohnya pada susu sterilisasi.

- Reaksi Pencokelatan Akibat Vitamin C

Reaksi pencokelatan akibat vitamin C umumnya terjadi pada produk buah-buahan dan sayur-sayuran. Asam askorbat (vitamin C) yang ada pada produk buah dan sayur terhidrolisis sehingga terjadi perubahan warna menjadi cokelat.

- Reaksi Pencokelatan Enzimatis

Reaksi pencokelatan ini disebabkan oleh enzim fenol oksidase, yang terdapat pada buah dan sayur.

3. Tumbuhnya mikroorganisme patogen pada produk makanan.

Pengawetan dengan Metode Penggaraman

Metode penggaraman umumnya dilakukan untuk mengawetkan produk pangan yang bersumber dari hasil perikanan dengan menggunakan garam (NaCl). Pada metode pengawetan makanan menggunakan garam, konsentrasi kadar air dikurangi hingga batas tertentu sehingga mikroorganisme tidak dapat tumbuh. Mikroorganisme pembusuk atau patogen dan proteolitik serta bakteri yang dapat membentuk spora merupakan jenis mikroorganisme yang mampu terpengaruh dengan adanya penambahan garam pada produk makanan. Hal ini terjadi karena garam mampu mengikat air pada produk makanan sehingga tidak tersedia lagi air untuk mikroorganisme tumbuh. Keuntungan metode penggaraman sebagai pengawet pangan antara lain: (1) efek penarikan cairan dari jaringan bahan lebih banyak; (2) kecepatan penetrasi garam ke jaringan bahan makanan lebih tinggi sehingga proses kerusakan bahan dapat dihindari; (3) tidak memerlukan fasilitas khusus. Namun perlu diketahui juga pada metode ini ada beberapa kelemahan yang perlu diperhatikan, yakni: (1) penetrasi garam tidak homogen, (2) karena efek penarikan cairan dari jaringan lebih banyak, maka dapat menyebabkan kenampakan tidak menarik (keriput) dan rendemennya rendah.

Prinsip metode pengawetan menggunakan garam adalah dengan mengikat air dari bahan sehingga tidak mampu lagi digunakan mikroorganisme untuk tumbuh. Adanya penambahan garam akan menyebabkan rusaknya dinding sel bakteri (lisis) dan keluarnya cairan nutrisi dari sel-sel bakteri sehingga menyebabkan bakteri tersebut tidak dapat hidup. Garam juga dapat memengaruhi aktivitas air (a_w) bahan sehingga dapat mengendalikan perkembangbiakan mikroorganisme.

Beberapa teknik penggaraman dalam industri pangan antara lain:

1. Teknik Penggaraman Basah (*Wet Salting*)

Teknik ini sering dijumpai pada pembuatan produk acar (*pickles*) atau asinan. Dalam teknik ini umumnya bahan makanan diberi larutan garam dan direndam seluruhnya dalam suatu wadah tertutup rapat, sebagai contoh sawi asin.

2. Teknik Penggaraman Kering (*Dry Salting*)

Teknik ini umum dilakukan pada produk perairan, yakni ikan-ikan yang memiliki kandungan lemak rendah, meskipun beberapa produk pertanian menggunakan teknik ini untuk mengawetkan.

3. *Kench Salting*

Teknik penggaraman ini dilakukan dengan pemberian garam ke bahan makanan dan dibiarkan di atas wadah terbuka sampai air dari bahan keluar/terbuang. Teknik ini merupakan penanganan sementara untuk mencegah kerusakan pada bahan makanan sebelum dilakukan penanganan pengolahan selanjutnya.

4. Teknik Penggaraman Kombinasi

Teknik ini merupakan gabungan/kombinasi penggaraman kering dan basah. Teknik ini biasa digunakan pada produk hasil perikanan. Umumnya ikan-ikan ditaburi kristal garam di seluruh permukaannya dan disusun di dalam wadah. Selanjutnya ikan-ikan yang sudah tersusun di wadah diberi larutan garam jenuh sehingga ikan terendam secara sempurna. Metode ini biasa digunakan untuk menghasilkan produk ikan asin berkadar garam tinggi.

Pengawetan dengan Metode Pengasaman

Tujuan pengawetan pangan dengan metode pemberian asam adalah menurunkan derajat pH produk makanan sehingga dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme pembusuk. Berdasarkan tingkat keasamannya, produk pangan sering dikelompokkan menjadi: (1) pangan asam/*acid food* dengan $\text{pH} < 4$ dan (2) pangan berasam rendah/ *low acid food* dengan $\text{pH} > 5$. Selain itu, ada pula yang disebut bahan pangan dengan kadar asam yang diasamkan/*acidified food* yakni produk pangan berasam rendah yang diturunkan pH-nya sehingga berada pada kisaran pH untuk produk asam. Asam dapat digolongkan menjadi 3, yaitu:

1. Asam Kuat

Asam kuat akan menurunkan pH eksternal dari sel mikroorganisme patogen, namun asam jenis ini tidak berpenetrasi melalui sel membran melainkan efeknya akan mendenaturasi pH pada permukaan sel menjadi lebih rendah.

2. Asam Lemah

Asam ini bersifat lipofilik dan mampu berpenetrasi ke dalam sel membran. Efek utama asam jenis ini adalah mampu menurunkan pH sitoplasma. Asam jenis ini juga tidak terdisosiasi memiliki efek yang spesifik terhadap metabolisme.

3. Ion Asam yang Diperkuat

Ini merupakan inhibitor yang lebih kuat dibandingkan asam lemah, contohnya adalah karbonat, sulfat, dan nitrat.

Berdasarkan jenis-jenis asam di atas, diketahui bahwa asam memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Penghambatan mikroorganisme oleh asam disebabkan oleh kerusakan membran, penghambatan reaksi metabolisme yang esensial, akumulasi anion sisa asam pada sitoplasma yang bersifat toksik, mengganggu sistem sintesis protein (sintesis DNA) atau materi genetik mikroorganisme.

Pengawetan dengan Menggunakan Bahan Kimia

Efisiensi bahan kimia sebagai pengawet pangan sangat tergantung pada konsentrasi bahan yang ditambahkan ke dalam produk pangan, selain itu komposisi bahan dan tipe organisme yang akan dihambat juga perlu diperhatikan. Konsentrasi bahan pengawet kimia yang diizinkan oleh peraturan bahan pangan sifatnya adalah sebagai penghambat, bukan mematikan organisme-organisme pencemar. Organisme yang ada pada produk bahan hendaknya dipertahankan dalam kondisi minimum, artinya produk seharusnya dipilih dengan tingkat kesegaran maksimal dengan cara pemilihan produk dengan kualitas terbaik, agar jumlah organisme tidak meningkat pesat selama proses pengolahan berlangsung. Jumlah bahan pengawet yang diizinkan akan mengawetkan bahan pangan dengan muatan mikroorganisme yang normal untuk jangka waktu tertentu, namun akan berkurang efektif jika dicampurkan ke dalam bahan-bahan pangan yang telah terkontaminasi berlebihan, atau akan membusuk.

Komposisi bahan pangan juga sangat penting karena pH bahan sangat menentukan konsentrasi bahan pengawet yang bersifat asam ada dalam bentuk aktif yang belum terurai dan komponen-komponen kimia yang ada menentukan proporsi SO_2 (jenis sulfit, bisulfit, atau metasulfit) yang dibuat efektif oleh kombinasi bahan kimia. Bahan kimia yang digunakan sebagai pengawet pangan biasanya bersifat asam dan ini menunjukkan besarnya aktivitas pada nilai-nilai pH yang relatif rendah. Kadar air dan adanya bahan-bahan penghambat lainnya juga menentukan efektivitas bahan pengawet. Beberapa bahan kimia lainnya yang umum digunakan sebagai pengatur pH yang dapat diaplikasikan ke dalam produk pangan di antaranya:

1. Asam Cuka

Asam ini biasa dipakai sebagai pengawet acar, minuman penyegar, ataupun produk bakeri (*bakery product*).

2. Asam Benzoat dan Garam Benzoat

Asam jenis ini biasa digunakan untuk minuman sari buah, minuman berkarbonasi, makanan kaleng, makanan yang dikemas dengan plastik, dan sebagainya. Asam benzoat ini secara alami terdapat pada cengkeh dan kayu manis. Penggunaan bahan ini dibatasi hampir di semua produk pangan. Asam benzoat lebih cocok menghambat pertumbuhan khamir dan bakteri pada konsentrasi 25 mg/L. Aktivitas optimum terjadi pada pH 2,5 – 4.

3. Nitrit dan Nitrat

Senyawa ini umum digunakan untuk mencegah tumbuhnya mikroorganisme patogen pada produk daging dan olahannya. Nitrat mampu mempertahankan warna merah pada daging sehingga senyawa nitrit dan nitrat ini selalu digunakan pada produk sosis, ham, dan sejenisnya.

4. Asam Sorbat

Asam sorbat umumnya digunakan dalam bentuk garam kaliumnya dan efektif menghambat pertumbuhan khamir dan kapang, namun tidak efektif terhadap pertumbuhan bakteri. Asam sorbat akan lebih efektif pada pH yang lebih tinggi daripada asam benzoat dan juga diperbolehkan dipakai dalam pada bahan pangan yang dipanggang misalnya *bakery product* dan produk keju. Produk lainnya yang menggunakan asam sorbat sebagai pengawetnya adalah produk buah kering, jus buah, *wine*, keju, selai, jeli, saus, dan sebagainya.

5. Asam sitrat

Asam sitrat adalah pengawet yang dibuat dari air kelapa dan diberi mikroba. Penggunaannya adalah untuk meningkatkan cita rasa dan mengawetkan makanan dan minuman. Pada beberapa resep masakan, penggunaan asam sitrat sebagai pengganti sari jeruk, contoh pada produk asinan.

6. Nisin

Nisin adalah sejenis antibiotika yang tidak digunakan untuk tujuan pengobatan. Nisin ini stabil pada larutan asam dan dapat menghambat pertumbuhan bakteri gram positif seperti *Staphylococci*, *Streptococci*, *Bacili*, dan *Clostridia*. Penggunaannya pada bahan pangan sering dikaitkan sebagai pengawet produk pangan kaleng.

Titik kritis Kehalalan

Diketahui manfaat gula, garam, dan bahan kimia dalam teknologi pangan sebagai bahan yang mampu memperpanjang umur simpan produk dan manfaat lain seperti penambah flavor serta *improver* sifat fisik produk pangan. Titik kritis kehalalan produk gula, garam, dan bahan kimia dalam pengolahan pangan dapat ditelusur berdasarkan bahan baku dan fasilitas produksi yang digunakan.

1. Gula

Berdasarkan bahan bakunya, gula dapat berasal dari rebusan air tebu yang dikentalkan (gula putih), sari tumbuhan palem (gula palem), dan kelapa. Dalam proses pembuatannya ada yang dinamakan rafinasi yakni pemurnian gula yang memerlukan granula karbon aktif sebagai penghilang warna (dekolorisasi) agar gula nampak bersih (untuk gula putih menjadi putih bersih). Granula karbon aktif ini dapat berasal dari tulang hewan, tumbuhan, dan batubara. Titik kritis kehalalan gula terletak pada proses rafinasi tersebut. Pemurnian yang dilakukan menggunakan karbon aktif yang berasal dari tulang hewan perlu dipastikan bukan berasal dari hewan haram seperti babi atau hewan yang disembelih tidak sesuai syariat Islam. Pembuatan gula yang menggunakan produk mikrobial juga harus dipastikan menggunakan media yang tidak tercemar najis. Adapun gula yang selama proses produksinya menggunakan produk antikempal sebagai bahan tambahan, perlu dikritisi. Antikempal bisa saja berasal dari hewan, oleh sebab itu perlu diperhatikan asal-muasalnya apakah berasal dari hewan haram atau hewan yang disembelih tidak sesuai syariat Islam.

2. Garam

Garam dapur (NaCl) yang biasa digunakan dalam memproduksi makanan di rumah tangga atau industri pengolahan makanan dan minuman merupakan bahan yang tidak kritis, termasuk bahan mineral. Garam-garam lain seperti garam Himalaya, garam kasar atau garam krosok, juga garam STPP (sodium tripoli fosfat) juga termasuk bahan tidak kritis. Golongan garam ini masuk ke dalam daftar bahan tidak kritis, artinya tidak memiliki titik kritis kehalalan.

3. Bahan Kimia

Sama halnya dengan garam, bahan kimia pun termasuk bahan tidak kritis. Jadi, tidak masalah dari sisi kehalalan jika ingin menggunakan bahan pengawet kimia seperti asam benzoat, kalsium benzoat, sulfur dioksida, kalium nitrit, kalsium propionat/natrium propionat, natrium metasulfat, asam sorbat, dan potasium sorbat.

Latihan 7

1. Jelaskan bagaimanakah proses lisisnya sel mikroorganisme akibat pemberian pengawet (garam)!
2. Sebutkan reaksi pencokelatan yang terjadi pada produk pangan akibat adanya gula!
3. Sebutkan berbagai jenis zat yang dapat digunakan untuk mengatur pH produk pangan!

Jawaban 7

1. Adanya penambahan garam akan menyebabkan rusaknya dinding sel bakteri (lisis) dan keluarnya cairan nutrisi dari sel-sel bakteri sehingga menyebabkan bakteri tersebut tidak dapat hidup.
2. Reaksi pencokelatan: karamelisasi, reaksi maillard, pencokelatan karena vitamin C.
3. Bahan yang dapat mengatur pH produk pangan: asam cuka, asam benzoat, nitrit dan nitrat, asam sorbat, dan asam sitrat

Rangkuman 7

1. Secara umum penggunaan gula, garam, dan asam ke dalam produk makanan bertujuan untuk mengurangi jumlah mikroorganisme patogen yang ada pada produk pangan tersebut sehingga produk menjadi lebih awet. Metode pengawetan makanan dengan menggunakan gula biasanya dilakukan karena gula mampu memberikan stabilitas terhadap mikroorganisme pada produk makanan.
2. Metode penggaraman umumnya dilakukan untuk mengawetkan produk pangan yang bersumber dari hasil perikanan dengan menggunakan garam (NaCl).
3. Tujuan pengawetan pangan dengan metode pemberian asam adalah dengan menurunkan derajat pH produk makanan sehingga dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme pembusuk.

Tes Formatif 7

1. Gula dapat digunakan sebagai bahan pengawet pada makanan karena salah satu sifat gula adalah dapat menyerap air dan menahannya. Hal ini akan berpengaruh pada apa?
A. pH makanan B. tingkat kemanisan makanan C. a_w makanan
D. kadar air makanan E. kelembapan makanan
2. Produk hasil pengasaman ini merupakan hasil fermentasi sawi putih dengan penambahan bumbu-bumbu seperti bawang putih, jahe, dan bubuk cabai merah yang merupakan makanan tradisional dari korea. Apakah nama produk tersebut?
A. Acar B. pikel C. asinan sawi D. kimchi E. sauerkraut
3. Garam memiliki sifat anti mikroba. Namun, ikan asin yang sudah tersimpan dalam waktu yang lama juga bisa mengalami pembusukan. Padahal kandungan garam pada ikan asin tersebut cukup tinggi. Jenis bakteri apakah yang menyebabkan pembusukan pada ikan asin tersebut?
A. Hidrofilik B. Termofilik C. Halofilik D. Lipolitik E. Proteolitik

4. Pak Budi melakukan proses pengawetan udang dengan cara memasukkan udang tersebut ke dalam larutan garam. Pada proses ini, Pak Budi telah melakukan pengawetan dengan penggaraman menggunakan metode
 - A. Penggaraman kering
 - B. Penggaraman basah
 - C. Penggaraman campuran
 - D. Penggaraman 1/2 basah
 - E. Penggaraman dengan perendaman
5. Salah satu proses yang menjadi titik kritis keharaman gula adalah proses
 - A. Oksidasi
 - B. Hidrogenasi
 - C. Fotosintesis
 - D. Denaturasi
 - E. Rafinasi

Jawaban Tes Formatif 7

1. C
2. D
3. C
4. B
5. E

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 7 yang terdapat di bagian modul ini. Hitunglah jawaban yang benar, lalu gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Modul 7.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{jumlah jawaban yang benar}}{\text{Jumlah soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan:

- 90 – 100% : baik sekali
80 – 89% : baik
70 – 79% : cukup
< 70% : kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Modul 8. Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Modul 7, terutama di bagian yang belum dikuasai.

MODUL 8: Pengolahan dan Pengawetan Pangan dengan Metode Fermentasi

Metode Pembelajaran	Estimasi Waktu	Capaian Pembelajaran
Ceramah dan diskusi Pemberian tugas	100 menit	Mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan prinsip dari teknologi pengolahan dan pengawetan pangan menggunakan metode fermentasi serta menjelaskan titik kritis kehalalan produk yang dihasilkan

Materi 8

Fermentasi merupakan penguraian gula menjadi alkohol dan CO₂ oleh karena adanya aktivitas mikroorganisme (khamir) secara anaerob (tanpa suplai oksigen). Adanya fermentasi dapat menyebabkan perubahan sifat bahan sebagai akibat pemecahan komponen-komponen bahan tersebut. Proses fermentasi pada bahan makanan justru memperbanyak jumlah mikroorganisme, berbeda dengan jenis metode pengolahan dan pengawetan lainnya. Namun, mikroorganisme yang bertambah jumlahnya disesuaikan dengan hasil akhir yang dikehendaki. Selama proses fermentasi perubahan metabolisme dari bahan pangan menyebabkan senyawa-senyawa organik dalam bahan makanan tersebut menjadi senyawa yang lebih sederhana (glukosa dipecah menjadi alkohol, aldehid, dan asam) akibat aktivitas enzim yang dihasilkan mikroorganisme. Mikroba yang dihasilkan selama proses fermentasi umumnya akan menghambat pertumbuhan mikroorganisme pembusuk sehingga produk makanan dapat memiliki umur simpan yang lebih panjang. Tujuan lain dari fermentasi adalah:

1. membuat produk baru yang mempunyai kandungan gizi, bioavailabilitas, dan tekstur yang lebih baik;
2. menurunkan zat anti gizi;
3. memperpanjang umur simpan;
4. memperkaya variasi makanan dengan mengubah aroma, rasa, dan tekstur makanan.

Prinsip Fermentasi

Prinsip fermentasi adalah mengaktifkan pertumbuhan dan metabolisme dari mikroba pembentuk alkohol dan asam serta menekan pertumbuhan mikroba proteolitik dan lipolitik. Mikroorganisme yang digunakan harus murni, unggul, stabil dan bukan dari golongan patogen. Akibat adanya aktivitas mikroorganisme, maka produk makanan yang dihasilkan dari proses fermentasi akan mengalami perubahan biokimia yang dikehendaki dan memberikan ciri spesifik makanan tersebut. Jadi, fermentasi dapat berhasil jika diperhatikan persyaratan mikroorganisme yang berperan selama proses, yakni sebagai berikut:

1. Mikroorganisme yang digunakan harus murni

Strain mikroba yang digunakan pada proses fermentasi harus diketahui sifat kulturnya. Umumnya selama fermentasi, lingkungan harus dijaga tetap steril agar tidak mengganggu hasil akhir produk. Untuk mengurangi kegagalan fermentasi, biasanya kultur tunggal dimodifikasi dengan biakan campuran. Cara ini dapat mengurangi risiko bila mikroba yang lain tidak aktif melakukan fermentasi.

2. Mikroorganisme yang digunakan harus unggul

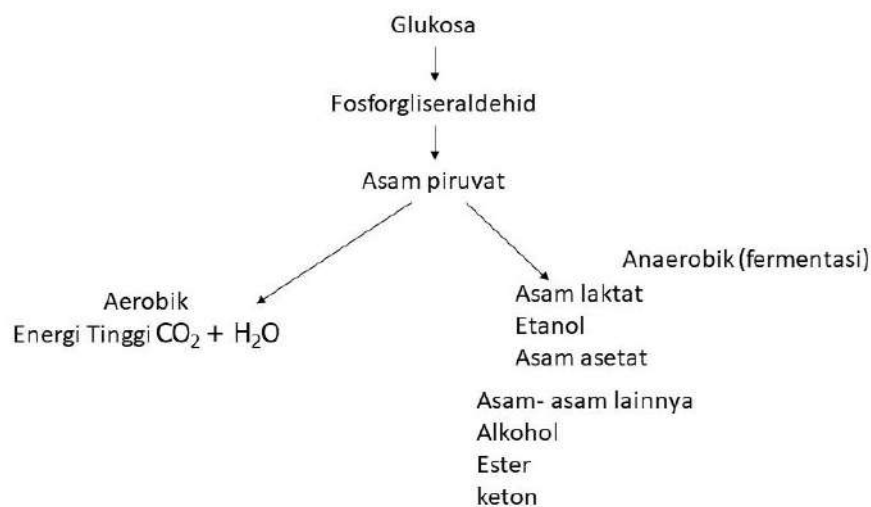
Mikroorganisme yang unggul mampu menghasilkan perubahan-perubahan yang dikehendaki secara tepat dan hasil yang optimal. Umumnya rekayasa genetika dapat dilakukan untuk memperbaiki sifat mikroba agar dapat meningkatkan produk yang diinginkan dan mempertahankan sifat unggul mikroorganisme.

3. Mikroorganisme yang digunakan harus stabil

Selama proses fermentasi berlangsung, mikroorganisme harus mempunyai sifat yang tetap, tidak mengalami perubahan karena mutasi atau lingkungan agar produk yang tercipta tidak mengalami penyimpangan baik dari segi rasa, tekstur, dan lainnya.

4. Mikroorganisme yang digunakan bukanlah patogen

Mikroorganisme yang digunakan harus aman bagi manusia dan juga hewan, kecuali untuk produksi bahan kimia tertentu.



Gambar 28. Dasar biokimia dari fermentasi bahan pangan
(Sumber: Buckle et al., 1987)

Mikroorganisme yang memfermentasikan bahan pangan untuk menghasilkan perubahan yang diinginkan dapat dibedakan dari mikroorganisme yang menyebabkan kerusakan bahan pangan. Hal ini dapat diketahui dari sifat fisik produk yang dihasilkan, misalnya aroma yang tidak sesuai maupun tekstur yang menyimpang. Umumnya fermentasi terbentuk melalui hasil metabolisme tipe anaerobik dengan bahan baku energi yang paling banyak digunakan oleh mikroorganisme yakni glukosa. Secara umum mikroorganisme memerlukan oksigen untuk mencerna glukosa sehingga menghasilkan air, karbondioksida, dan sejumlah besar energi (ATP) yang digunakan untuk mikroorganisme itu tumbuh. Hal ini bertolak belakang dengan prinsip fermentasi karena mikroorganisme mampu menghasilkan energi tanpa memerlukan oksigen dan sebagai hasilnya bahan baku energi ini hanya sebagian yang dipecah. Bukannya air, karbondioksida, dan sejumlah besar energi yang dihasilkan, melainkan sejumlah kecil energi, karbondioksida, air, dan produk akhir metabolisme organik lain yang dihasilkan. Produk akhir ini termasuk zat-zat seperti asam laktat, asam asetat, etanol, alkohol, ester dari alkohol, serta sejumlah kecil asam organik volatil lainnya. Dasar biokimia fermentasi bahan pangan dapat dilihat pada Gambar 28 di atas.

Syarat Fermentasi

Syarat fermentasi antara lain adalah mikroorganisme untuk fermentasi (bakteri, kapang, dan khamir) harus tumbuh di lingkungan tumbuh yang optimum misalnya media pertumbuhan yang sesuai, nutrisi tercukupi, pH, aktivitas air, dan temperatur yang sesuai. Hal ini juga berkaitan dengan fase tumbuh mikroorganisme khususnya bakteri yang perlu dipelajari.

1. Fase Lag (Fase Adaptasi)

Pada fase ini bakteri mulai menyesuaikan diri dengan lingkungannya. Durasi adaptasi sangat dipengaruhi oleh pH optimum bakteri tumbuh, komposisi media pertumbuhan, suhu, aerasi, jumlah sel, dan sifat fisiologis.

2. Fase Log/Eksponensial

Fase ini ditandai dengan periode pertumbuhan yang cepat karena setiap sel dalam populasi membelah menjadi dua. Derajat pertumbuhan bakteri pada fase ini dipengaruhi oleh genetik, nutrisi, suhu inkubasi, pH, dan aerasi lingkungan.

3. Fase Stasioner

Fase ini terjadi jika sudah ada keseimbangan antara jumlah sel mati dan jumlah sel yang hidup sehingga jumlah populasi mikroorganisme menjadi tetap. Keseimbangan terjadi karena adanya pengurangan derajat pembelahan sel akibat kadar nutrisi yang tidak cukup dan akumulasi produk yang beracun bagi sel sehingga mengganggu proses pembelahan.

4. Fase Kematian

Fase ini ditandai dengan peningkatan laju kematian yang melebihi laju pertumbuhan. Faktor yang memengaruhi laju kematian adalah suhu, kelembapan, cahaya, zat kimia, dan nutrisi.



Gambar 29. Fase pertumbuhan bakteri

(Sumber: Wahono et al., 2011)

Produk-Produk Pangan Hasil Fermentasi

Hal-hal yang memengaruhi proses fermentasi pun perlu diperhatikan, yakni: (1) asam, (2) alkohol, pada produk khamir (wine dan sejenisnya) kadar alkohol mencapai 9-20%, (3) mikroba, (4) suhu, (5) oksigen, (6) garam.



Gambar 30. Contoh produk fermentasi
(Sumber: Muntikah dan Maryam, 2017)

1. Sauerkraut

Sauerkraut adalah kubis asam. Produk ini difermentasi pada suhu $\pm 25^{\circ}\text{C}$ untuk mendapatkan hasil terbaik dari segi flavor dan warna. Bakteri yang berperan selama proses fermentasi adalah *Leuconostoc mesenteroides* yang memulai fermentasi kemudian dilanjutkan oleh famili bakteri *Lactobacillus*.

2. Acar/ Pikel

Sayuran yang dijadikan bahan dasar pikel antara lain adalah mentimun, lobak, tomat, dan buncis. Dalam pembuatan pikel garam digunakan pada tahap awal sebagai media perendaman hingga kadar garam larutan akhir mencapai 16%. Setelahnya barulah dilakukan fermentasi menggunakan golongan bakteri asam laktat

3. Roti

Tahapan fermentasi oleh mikroorganisme juga diperlukan dalam pembuatan roti. Mikroorganisme utama yang berperan dalam produksi roti adalah khamir yakni *Saccharomyces cerevisiae*. Khamir yang ditambahkan dalam adonan roti akan menghasilkan gas-gas yang akan mengembangkan adonan untuk menghasilkan roti dengan tekstur lembut dan flavor yang baik.

4. Minuman Beralkohol

Hampir semua minuman beralkohol merupakan produk fermentasi khamir dari ekstrak air sereal maupun buah-buahan. Selama proses produksi, khamir dibiarkan tumbuh sampai batas waktu tertentu dan kemudian dihilangkan dengan melalui pengendapan, sentrifugasi, dan penyaringan. Produk minuman beralkohol kemudian disimpan pada drum-drum atau botol-botol penyimpanan selama 1-4 minggu pada suhu rendah ($\pm 5^{\circ}\text{C}$). Setelah itu, produk ini disaring dan dipasteurisasi dengan suhu 68°C selama beberapa detik sebelum akhirnya dijual.

5. Tape

Tape adalah salah satu makanan tradisional Indonesia yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Tape berbahan dasar singkong atau beras ketan yang difermentasi menggunakan khamir *Saccharomyces cerevisiae* yang dikenal juga dengan ragi tape. Khamir ini akan mengubah pati menjadi etil alkohol (etanol) dan CO_2 . Mutu tape yang

baik memiliki tekstur substrat (singkong ataupun beras ketan) yang lunak, memiliki rasa manis, asam ($\text{pH} \pm 4$), dan sedikit citarasa alkohol (karena kandungan alkohol $\pm 3,5\%$). Reaksi pembuatan tape sebagai berikut (Islami, 2018):



6. Tempe

Tempe merupakan pangan khas Indonesia berbahan dasar kedelai yang difermentasi menggunakan kapang jenis *Rhizopus* sp. terutama dari spesies *Rhizopus oligosporus*. Dibandingkan dengan kedelai mentah, tempe memiliki flavor yang lebih dapat diterima dan kandungan gizi yang lebih mudah dicerna. Produk tempe dikenal sebagai pangan fungsional yang sangat bermanfaat bagi kesehatan karena mengandung zat-zat gizi esensial (karbohidrat, protein, lemak, vitamin, dan mineral) serta senyawa-senyawa bioaktif seperti antikanker, antidiare, penurun kolesterol karena memiliki serat pangan yang cukup tinggi, dan antioksidan dalam bentuk isoflavon.

Keunggulan produk fermentasi:

1. mempunyai nilai gizi yang tinggi dari produk aslinya;
2. daya cerna tinggi (degradasi makro molekul oleh sel bakteri);
3. mempunyai cita rasa yang khas (disukai);
4. beberapa produk punya daya tahan yang lebih baik;
5. produk pangan hasil fermentasi mempunyai umur simpan lebih lama, lebih aman, dan flavor lebih baik.

Kerugian produk fermentasi:

1. mikroba yang digunakan dalam proses fermentasi bisa saja menghasilkan toksin dan menyebabkan keracunan (contoh: tempe bongrek, oncom);
2. suhu yang tidak dikontrol selama proses fermentasi akan menyebabkan mikroba tidak tumbuh optimum dan tidak menghasilkan produk yang diinginkan.

Titik Kritis Kehalalan Produk Fermentasi

Menurut Satiawihardja et al. (2018), Setiap produk fermentasi melibatkan mikroorganisme dalam proses produksinya sehingga memiliki titik kritis kehalalan pada tahapan sebagai berikut:

- Penyimpanan strain mikroba (seed)
- Penyegaran bibit (inokulum)
- Pembuatan medium
- Proses fermentasi
- Isolasi/pemurnian produk

Penyimpanan strain mikroba (seed)

Strain mikroba biasanya disimpan dalam *freezer* sehingga membutuhkan bahan pelindung (*cryoprotectant*) yang dapat berupa laktosa, gliserol, skim milk powder, tanah steril, dan lain-lain. Gliserol merupakan hasil hidrolisis lemak, dapat berasal dari lemak hewani maupun nabati. Adapun laktosa merupakan hasil samping industri keju yang melibatkan bahan hewani yakni rennet sebagai penggumpal protein susu.

Penyegaran bibit (inokulum)

Ini merupakan tahap mengaktifkan kembali mikroba setelah disimpan dalam bentuk kering beku (*freezedried*). Strain mikroba perlu dilakukan penyegaran di agar miring yang

dapat diperkaya dengan nutrisi berupa sumber karbon, nitrogen dan mineral kelumit. Sebagai sumber karbon dapat berupa gula sederhana seperti glukosa/dekstroza. Glukosa kritis karena dalam prosesnya melibatkan enzim penghidrolisis pati, juga pada proses pemurnian yang menggunakan resin penukar ion dan bahan pemucat. Resin penukar ion menjadi kritis karena proses pembuatannya dapat menggunakan gelatin. Sementara bahan pemucat dapat berupa karbon aktif yang dapat berasal dari tulang hewan, jadi bahan ini pun kritis. Adapun pepton ditambahkan sebagai sumber nitrogen yang titik kritisnya pada enzim yang digunakan untuk menghidrolisis protein sehingga diperoleh pepton tadi. Enzim yang umum digunakan adalah protease yang berasal dari pankreas babi (*pancreatic enzyme*). Jika media yang digunakan berupa darah hewan maka titik kritisnya terletak pada sumber hewan dan pada proses pemanenan hasil fermentasinya.

Pembuatan Medium Inokulum

Tahap selanjutnya mikroba diinokulasikan pada media cair dalam erlenmeyer dan ini disebut inokulum. Titik kritis inokulum pada bahan-bahan penyusunnya seperti sumber karbon, sumber nitrogen, dan vitamin. Sumber karbon dan nitrogen titik kritisnya sudah dijelaskan di atas, sedangkan vitamin titik kritisnya pada sumbernya karena bisa berasal dari hewani atau mikrobial yang melibatkan bahan hewani. Inokulum dibuat secara bertingkat pada berbagai skala bioreaktor yang dimaksudkan untuk mempersingkat masa adaptasi (*lag phase*) pada skala bioreaktor berikutnya.

Pembuatan Media Produksi (Skala Komersial)

Inokulum yang telah siap kemudian diinokulasikan ke dalam media produksi dalam tangki fermentor yang merupakan media terakhir untuk menghasilkan produk yang diinginkan. Media utama yang digunakan biasanya berupa hasil samping pertanian yang tersedia dalam jumlah berlimpah dan murah, seperti hasil samping industri gula yang disebut molases sebagai sumber karbon dan hasil samping industri pati jagung (*corn steep liquor*) sebagai sumber nitrogen. Beberapa bahan kelumit seperti *trace* mineral, vitamin, dan hormon ditambahkan dalam jumlah sedikit. Vitamin dan hormon perlu dikritisi asal usulnya. Selain itu, antibusa yang terkadang ditambahkan untuk mencegah terbentuknya busa dalam jumlah banyak yang diakibatkan agitasi (pengadukan) pada bahan yang mengandung protein. Antibusa biasanya merupakan surfaktan yang sumbernya dapat berasal dari lemak hewani atau bahan kimia sehingga juga merupakan titik kritis.

Isolasi/Pemurnian Produk

Isolasi artinya memisahkan produk yang diharapkan dari zat-zat lainnya yang tidak diinginkan atau kita sebut proses pemanenan. Untuk tahap ini dilakukan dengan bahan pembantu surfaktan seperti Tween 80, Span 60 yang dapat berasal dari lemak hewani atau nabati. Selain itu, pemisahan dilakukan melalui proses pengendapan dengan pelarut organik seperti etanol (contoh dalam pemisahan gum microbial seperti xanthan gum dan gellan gum). Titik kritisnya adalah pada sumber etanol yang digunakan apakah berasal dari khamar atau dari industrial etanol.

Pada tahap pemurnian proses dapat dilakukan proses dekolorisasi menggunakan arang aktif yang dapat berasal dari kayu, tempurung kelapa, cangkang sawit, bambu, batu bara atau tulang hewan sehingga memiliki titik kritis. Di tahap akhir, produk dapat diformulasikan menggunakan bahan tambahan lain dan dilakukan penyalutan (*coating*). Beberapa contoh bahan penyalut yang dapat digunakan yakni gelatin, laktosa, maltodekstrin, dan dextose monohidrat, yang kesemuanya memiliki titik kritis kehalalan.

Menurut Komisi Fatwa MUI, jika pada proses fermentasi terjadi penggunaan atau persentuhan produk dengan bahan yang mengandung unsur babi dan turunannya, maka produk fermentasi yang dihasilkan menjadi tidak halal. Namun berbeda hukumnya jika

bahan yang digunakan merupakan bahan haram dan najis selain babi dan turunannya, maka status produk yang dihasilkan belum tentu haram. Hal ini tergantung kepada proses hilir (*downstream processing*) yang dapat menjamin terpisahnya bahan haram/najis tersebut dari produk.

Latihan 8

1. Jelaskan pengertian fermentasi!
2. Apa saja persyaratan mikroorganisme yang berperan dalam proses fermentasi?
3. Sebutkan nama mikroorganisme yang umum digunakan selama proses fermentasi!

Jawaban 8

1. Fermentasi adalah suatu proses metabolisme yang menyebabkan senyawa-senyawa organik dalam suatu bahan makanan menjadi produk dengan senyawa yang lebih sederhana oleh enzim yang dihasilkan mikroorganisme.
2. Persyaratan yang harus dipenuhi antara lain:
 - Mikroorganisme yang digunakan harus murni
Strain mikroba yang digunakan pada proses fermentasi harus diketahui sifat kulturnya. Umumnya selama fermentasi, lingkungan harus dijaga tetap steril agar tidak mengganggu hasil akhir produk. Untuk mengurangi kegagalan fermentasi, biasanya kultur tunggal dimodifikasi dengan biakan campuran. Cara ini dapat mengurangi risiko bila mikroba yang lain tidak aktif melakukan fermentasi.
 - Mikroorganisme yang digunakan harus unggul
Mikroorganisme yang unggul mampu menghasilkan perubahan-perubahan yang dikehendaki secara tepat dan hasil yang optimal. Umumnya rekayasa genetika dapat dilakukan untuk memperbaiki sifat mikroba agar dapat meningkatkan produk yang diinginkan dan mempertahankan sifat unggul mikroorganisme.
 - Mikroorganisme yang digunakan harus stabil
Selama proses fermentasi berlangsung, mikroorganisme harus mempunyai sifat yang tetap, tidak mengalami perubahan karena mutasi atau lingkungan agar produk yang tercipta tidak mengalami penyimpangan baik dari segi rasa, tekstur, dan lainnya.
 - Mikroorganisme yang digunakan bukanlah patogen
Artinya mikroorganisme yang digunakan adalah aman bagi manusia dan juga hewan, kecuali untuk produksi bahan kimia tertentu.
3. Mikroorganisme yang umumnya berperan dalam proses fermentasi: *Saccharomyces cerevisiae*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus* sp., *Aspergillus* sp.

Rangkuman 8

1. Fermentasi adalah suatu proses metabolisme yang menyebabkan senyawa-senyawa organik dalam suatu bahan makanan menjadi produk dengan senyawa yang lebih sederhana oleh enzim yang dihasilkan mikroorganisme. Prinsip fermentasi adalah mengaktifkan pertumbuhan dan metabolisme dari mikroba pembentuk alkohol dan asam serta menekan pertumbuhan mikroba proteolitik dan lipolitik. Mikroorganisme yang digunakan murni, unggul, stabil, dan bukan patogen. Faktor yang memengaruhi proses fermentasi: asam, alkohol, mikroba, suhu, oksigen, dan garam.
2. Keunggulan produk fermentasi adalah:
 - mempunyai nilai gizi yang tinggi dari produk aslinya;
 - daya cerna tinggi (degradasi makro molekul oleh sel bakteri);

- mempunyai cita rasa yang khas (disukai);
 - beberapa produk punya daya tahan yang lebih baik;
 - produk pangan hasil fermentasi mempunyai umur simpan lebih lama, lebih aman, dan flavor lebih baik.
3. Bahan mikrobial dapat bermanfaat bagi industri pangan secara *halalan thayiban*, jika:
- bahan tidak menyebabkan infeksi dan intoksikasi pada manusia;
 - media pertumbuhan, bahan aditif, dan bahan penolong tidak mengandung bahan yang berasal dari babi dan turunannya;
 - bahan mikrobial yang diperoleh tanpa pemisahan dari media pertumbuhannya, maka media pertumbuhan harus menggunakan bahan yang suci dan halal;
 - bahan mikrobial yang diperoleh dengan pemisahan dari media pertumbuhannya, bila media tersebut menggunakan bahan yang haram dan najis selain babi dan turunannya maka dalam tahapan proses selanjutnya bahan tersebut harus melalui proses pencucian yang sesuai kaidah syar'i (*tathhir syar'an*);
 - bahan mikrobial yang menggunakan mikroba rekombinan, maka mikroba yang bersangkutan tidak boleh menggunakan gen yang berasal dari babi ataupun manusia.

Tes Formatif 8

1. Mahasiswa Gizi Uhamka melakukan praktikum Teknologi Pangan. Mereka akan mempraktikkan proses fermentasi kedelai menjadi tempe dengan bantuan salah satu jenis kapang yang menguntungkan. Apakah jenis kapang tersebut?
 A. *Aspergillus flavus* B. *Aspergillus niger* C. *Aspergillus oryzae*
 D. *Penicillium roqueforti* E. *Rhizopus oryzae*
2. Mikroorganisme yang digunakan dalam proses fermentasi harus murni, unggul, stabil, dan bukan patogen. Apa yang dimaksud unggul?
 A. Biakan mikroba tidak tercampur dengan jenis mikroba lain
 B. Memiliki sifat-sifat yang tetap, tidak mengalami perubahan karena mutasi atau kondisi lingkungan
 C. Tidak membahayakan apabila dikonsumsi
 D. Mampu menghasilkan perubahan-perubahan yang dikehendaki secara cepat dan hasil yang optimal
 E. B dan D benar
3. Mikroorganisme utama yang berperan dalam proses fermentasi minuman beralkohol seperti bir dan wine adalah
 A. *Saccharomyces cerevisiae*
 B. *Leuconostoc*
 C. *Lactobacillus casei*
 D. *E.coli*
 E. *Aspergillus*

4. Diketahui reaksi dasar pada proses fermentasi sebagai berikut: $C_6H_{12}O_6$ dipecah menghasilkan $2 C_2H_5OH + 2 CO_2$. Reaksi ini terjadi pada proses pembuatan tape dan brem. Senyawa glukosa dengan bantuan enzim dari mikroorganisme akan diubah menjadi senyawa yang lebih sederhana dan menimbulkan citarasa khas tape dan brem. Apa nama senyawa tersebut?
- A. Etanol
 - B. Fenol
 - C. Metanol
 - D. Asam asetat
 - E. Asam karboksilat
5. Dalam proses fermentasi, ada beberapa jenis mikroorganisme yang sengaja dikembangbiakkan dan ada beberapa mikroorganisme yang sengaja ditekan/dihilangkan keberadaannya. Apakah jenis mikroorganisme yang ditekan/dihilangkan keberadaannya tersebut?
- A. Hidrofilik dan termofilik
 - B. Termofilik dan lipolitik
 - C. Halofilik dan Proteolitik
 - D. Lipolitik dan Proteolitik
 - E. Proteolitik dan termofilik

Jawaban Tes Formatif 8

- 1. E
- 2. D
- 3. A
- 4. A
- 5. D

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 8 yang terdapat di bagian modul ini. Hitunglah jawaban yang benar, lalu gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Modul 8.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{jumlah jawaban yang benar}}{\text{Jumlah soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan:

- 90 – 100% : baik sekali
- 80 – 89% : baik
- 70 – 79% : cukup
- < 70% : kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Modul 9. Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Modul 8, terutama di bagian yang belum dikuasai.

Modul 9: Pengolahan dan Pengawetan Pangan dengan Pemanggangan

Metode Pembelajaran	Estimasi Waktu	Capaian Pembelajaran
Ceramah dan diskusi Pemberian tugas	100 menit	Mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan prinsip pengolahan dan pengawetan pangan menggunakan metode pemanggangan dan titik kritis produk yang dihasilkan

Materi 9

Definisi Teknik Pemanggangan

Memanggang adalah salah satu proses pengolahan makanan yang menggunakan media panas untuk memasak dan mengeringkan makanan untuk mendapatkan kualitas makanan yang diinginkan. Pemanggangan banyak digunakan untuk mengolah tepung atau produk buah-buahan. Pemanggangan merupakan kelanjutan dari serangkaian proses atau proses lainnya, seperti dalam pembuatan roti, ada proses fermentasi sebelum proses pemanggangan. Proses pemanggangan merupakan proses yang melibatkan perpindahan panas dan massa. Panas dipindahkan ke makanan melalui udara panas dan permukaan oven, dan uap air dipindahkan dari makanan ke udara sekitarnya dan dikeluarkan dari oven. Perpindahan panas yang terjadi di dalam oven adalah proses perpindahan panas melalui konveksi udara yang bersirkulasi di dalam oven dan konduksi antara permukaan bahan dengan panci atau wadah tempat bahan tersebut ditempatkan. Untuk meningkatkan koefisien panas dan efisiensi penggunaan energi, pada beberapa oven biasanya dilengkapi dengan kipas.

Pemanasan yang lebih cepat dan suhu yang lebih tinggi selama pemanggangan menghasilkan perubahan kompleks pada permukaan bahan penyusunnya. Proses pemanggangan mengubah warna, tekstur, aroma, dan rasa bahan. Pemanggangan menyebabkan perubahan pada permukaan dan mempertahankan kelembapan di dalam. Ini adalah perubahan karakteristik yang diharapkan pada makanan yang dipanggang, kue, daging, dan lain-lain. Demikian juga pada produk lain misalnya biskuit, produk yang diharapkan adalah produk yang kering bagian dalam.

Saat suhu bahan naik, ada beberapa perubahan dalam proses pemanggangan. Tahap yang terjadi kadang-kadang secara bersamaan, misalnya dalam penguapan air, yang berlangsung hampir bersamaan dengan pembentukan gas dalam material.

Tujuan Pemanggangan

Proses pemanggangan pada proses pengolahan bahan misalnya pada pembuatan roti memiliki tujuan untuk:

1. mengubah tingkat kematangan bahan (*eating quality*);
2. membunuh mikroba yang terdapat pada bahan sehingga akan memperpanjang umur simpan bahan;
3. menurunkan a_w pada permukaan bahan.

Tahapan yang terjadi selama berlangsungnya proses pemanggangan misalnya pada pembuatan roti, yaitu:

1. Pencairan Lemak

Saat pembuatan adonan maka terjadi pencampuran antara lemak, air, dan beberapa gas hasil peragian. Ketika terjadi pencairan lemak, maka gas-gas ini akan dilepaskan dan air berubah menjadi uap, kondisi ini sangat berkontribusi terhadap proses peragian.

2. Pembentukan dan Pengembangan Gas

Memanggang akan menghasilkan gas karbon dioksida sebagai hasil dari proses fermentasi. Saat adonan dimasukkan ke dalam oven, gas mulai terbentuk dan adonan menjadi lunak. Produksi dan ekspansi gas terjadi pada awal pemanggangan. Saat suhu oven mencapai 60°C, ragi yang terdapat dalam bahan adonan mati dan produksi asam karbonat berhenti. Gas yang terbentuk tertahan dalam struktur adonan yang dibentuk oleh adanya gluten dalam adonan.

3. Kematian ragi

Ketika suhu oven adonan mencapai 60 °C, adonan tidak hanya mengandung ragi tetapi juga mikroorganisme lain, yaitu bakteri dan jamur, yang terbunuh. Ketika ragi mati, proses fermentasi dan produksi gas karbon dioksida berhenti.

4. Koagulasi protein

Koagulasi protein yang terjadi selama proses pemanggangan mengarah pada pembentukan struktur produk. Proses ini dilakukan secara perlahan pada 60-70 ° C. Ketika proses koagulasi terjadi, gas semakin berkembang dan protein akan meregang. Jika koagulasi telah sempurna, pengembangan produk akan berhenti, ini karena sel udara berhenti berkembang.

5. Gelasi Pati

Pati adalah bagian penting dari pembentukan struktur makanan. Pati umumnya tidak dapat memengaruhi bentuk, tetapi pati merupakan bagian utama dari struktur. Pati menciptakan tekstur yang lebih lembut daripada protein selama proses pemanggangan.

Selama pencampuran, granula pati akan menarik air dari bahan pangan. Air akan terserap oleh granula ketika berlangsung pemanasan selama pemanggangan dan akan mengembang. Granula ini akan melepaskan molekul pati. Selama proses, molekul pati akan berikatan dengan air yang tersedia. Hal ini akan menghasilkan struktur yang kering pada bagian dalam adonan. Proses tersebut merupakan proses gelatinisasi yang akan dimulai ketika bagian dalam adonan telah mencapai suhu 40 °C dan akan terus berlangsung hingga suhu 95 °C.

6. Pelepasan Uap Air dan Gas Lain

Selama proses pemanggangan, air akan berubah menjadi uap dan akan hilang di udara. Pada tahap ini kelembapan permukaan berkurang yang akan berdampak pada pembentukan kerak (*crust*) sehingga permukaan adonan akan menjadi keras.

7. Pembentukan Kerak dan Pencokelatan

Kerak akan terbentuk ketika terjadi penguapan pada permukaan adonan. Penguapan ini akan mengakibatkan permukaan menjadi kering dan ketika suhu permukaan adonan mencapai 150 °C, maka akan terjadi pencokelatan. Manfaat dan

kerugian pemanggangan dari segi gizi dan kesehatan dapat dilihat pada Tabel 6 di bawah ini.

Tabel 6.

Manfaat dan kerugian dalam proses pemanggangan dari segi gizi dan kesehatan

Manfaat	Kerugian
Pemanggangan akan menyebabkan gelatinisasi pati yang akan meningkatkan nilai cernanya	Beberapa mineral seperti zat besi, kemungkinan akan teroksidasi (tereduksi) selama proses pemanggangan dan akan memengaruhi absorpsi dan nilai biologisnya
Pengurangan jumlah mikroorganisme yang bersifat merugikan	Pada proses pemanggangan yang ekstrim, asam linoleat dan kemungkinan juga asam lemak yang lain akan dikonversi menjadi hidroperoksida yang tidak stabil oleh adanya aktivitas enzim lipoksigenase. Perubahan tersebut akan berpengaruh pada nilai gizi lemak dan vitamin (oksidasi vitamin larut lemak) produk.
	Peranan karbohidrat sederhana dan kompleks dalam reaksi Maillard dapat menurunkan ketersediaan karbohidrat dalam produk-produk hasil pemanggangan.

Sumber: Pragana, 2010

Peralatan Pemanggangan

Alat yang biasa digunakan dalam proses memanggang adalah oven. Tergantung dari sumber panas yang digunakan, tungku dapat menggunakan energi listrik atau energi dari LPG. Ditinjau dari sudut metode pemanasan Tungku dapat dibagi menjadi tungku pemanas langsung dan tungku pemanas tidak langsung.

Oven pemanas langsung adalah oven yang dipanaskan secara konveksi menggunakan kipas angin. Suhu di dalam oven dikontrol secara otomatis. Dalam proses pemanggangan yang berlangsung secara terus menerus, pembakar ditempatkan di atas dan di bawah konveyor.

Beberapa keuntungan dari oven pemanas langsung adalah hanya memanaskan udara di dalam oven, waktu pemanggangan yang singkat, panas yang digunakan secara efisien, keadaan makanan yang digoreng dapat dengan mudah dikontrol, dan mudah dioperasikan. Contoh oven yang dapat dipanaskan secara langsung adalah oven microwave dan oven listrik. Keuntungan dari teknologi tungku tidak langsung adalah tabung uap dipanaskan langsung atau disuplai dari ketel lain. Tabung uap memanaskan udara di ruang pemanggangan. Udara panas ini biasanya bersirkulasi di ruang pemanggangan dan penukar panas lainnya.

Berikut beberapa hal yang perlu diperhatikan untuk mendapatkan hasil roasting yang baik:

1. Suhu penggorengan harus digunakan sesuai dengan sifat dan karakteristik bahan. Jika suhu terlalu tinggi, kerak akan terbentuk dengan cepat, mengurangi ukuran produk dan menggelapkan warna kerak. Bagian tengah tidak sepenuhnya terbakar. Jika suhu pemanggangan terlalu rendah, waktu penggorengan akan lebih lama dan akan diperoleh warna yang diinginkan. Semakin lama waktu memanggang, semakin tebal kulitnya.
2. Perbedaan suhu antara adonan dan udara dalam oven memainkan peran penting dalam memanggang.
3. Perpindahan panas lebih efisien dalam oven dengan kipas angin. Tanpa kipas perpindahan panas disebabkan oleh konveksi alami.

Mekanisme Perubahan Kadar Air selama Pemanggangan

Pada awal memanggang, air menguap dari permukaan adonan. Saat suhu permukaan luar adonan naik, pori-pori dengan tekanan uap yang meningkat akan terbentuk. Karena perbedaan tekanan uap, air menguap dari pori-pori. Karena suhu rendah di dalam pori-pori, uap air di dalamnya menjadi lebih padat, sehingga uap air lebih mudah berpindah ke permukaan kain, dan lebih banyak uap air daripada permukaan kain.

Pembentukan Warna *Crust*

Warna *Crust* dihasilkan dari reaksi antara gula dan putih telur (reaksi Maillard) dan karamelisasi. Suhu yang diperlukan untuk reaksi minimal 50 ° C. Ketika kadar air berkurang, warna kerak berubah karena suhu permukaan yang tinggi. Semakin lama waktu pemanggangan, semakin dalam warna dan semakin kuat warna coklat di akhir proses pemanggangan. Pemanasan cepat meningkatkan pergerakan air, menghasilkan reaksi warna yang lebih cepat. Dampaknya adalah warna produk menjadi gelap.



Gambar 31. Jenis alat pemanggangan
(Sumber: [Mesin Raya.com](http://MesinRaya.com))

Suhu Pemanggangan

Suhu yang digunakan untuk pemanggangan bahan bervariasi tergantung pada jenis produknya. Suhu pemanggangan roti berkisar antara 200 sampai 240 °C, *cake* antara 175 sampai 215 °C, dan *crackers* antara 220 sampai 260 °C. Jika suhu yang digunakan dalam proses pemanggangan terlalu rendah, maka air berkurang banyak dan volume meningkat, akibatnya *crumb* (remah-remah) menjadi lemah dan kering dan sebaliknya jika suhu pemanggangan terlalu tinggi, maka kualitas *cake* yang dihasilkan jelek karena *crumb* tidak matang, volume kecil, dan *crumb* tidak beraturan.

Proses Penguapan Air pada Biskuit

Pada biskuit, permukaan adonan mengering cepat akibat terjadi penguapan air yang cepat. Terjadi proses penguapan air dari bagian dalam menuju ke permukaan biskuit cepat terjadi. Akibatnya, semua bagian adonan menjadi kering.

Produk Hasil Proses Pemanggangan Roti

Roti adalah makanan yang terbuat dari tepung terigu, air, dan ragi yang pembuatannya melalui tahap pengulenan, fermentasi (pengembangan), dan pemanggangan dalam oven. Bahan dan proses yang dilaluinya membuat roti memiliki tekstur yang khas. Dilihat dari cara pengolahan akhirnya, roti dapat dibedakan menjadi tiga macam, yaitu roti yang dikukus, dipanggang, dan yang digoreng. Jenis roti yang dipanggang adalah roti tawar, roti manis, pita bread, dan baquette. Roti adalah produk makanan yang terbuat dari fermentasi tepung terigu dengan ragi atau bahan pengembang lain, kemudian dipanggang. Kandungan gizi roti tawar dapat dilihat pada Tabel 7 di bawah ini.

Tabel 7.

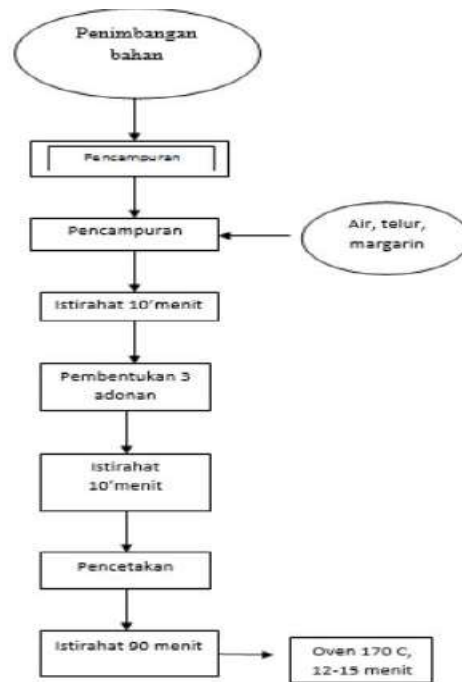
Komposisi kimia roti tawar dalam 100 gram

Komposisi	Jumlah (g)
Protein	8
Karbohidrat	50
Lemak	1,5
Air	39
Vitamin dan mineral	1,5

Sumber: Lange & Bogasari Baking Center, 2006

Proses Pembuatan Roti

Roti → Seleksi bahan-bahan → Penimbangan bahan-bahan → Pengadukan → Peragian/ Fermentasi awal → Pembagian adonan → Pembulatan/Rounding → Fermentasi lanjutan → pembuangan gas → Pembentukan adonan → Masukkan dalam cetakan → Fermentasi akhir → Pembakaran → Mengeluarkan dari cetakan → Pendinginan → Pembungkusan



Gambar 32. Diagram alir pembuatan roti
(Sumber: Sainspangan.com)

Titik Kritis Kehalalan Roti

Tepung Terigu

Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1452/MENKES/SK/X/2003 mengatur bahwa tepung terigu yang diproduksi, diimpor atau diedarkan di Indonesia harus difortifikasi. Dalam bentuk fortifikasi besi, seng, vitamin B1 (tiamin), vitamin B2 (riboflavin), dan asam folat. Oleh karena itu, tepung terigu juga memiliki titik kritis kehalalan terhadap vitamin tambahan, karena dapat berasal dari produk mikroba selain bahan kimia sintetis.

Margarin

Titik kritis kehalalan dalam produksi margarin adalah sumber lemak yang digunakan sebagai bahan baku produksi margarin. Margarin sangat rawan sekali kehalalannya karena bisa mengandung lemak hewani yang jenisnya bisa berasal dari lemak babi atau lemak sapi. Di negara yang mayoritas penduduknya nonmuslim sapinya tidak disembelih secara Islami, jika seperti ini maka jatuhnya haram.

Emulsifier merupakan bahan pengisi atau pengental yang biasa ditambahkan pada pembuatan margarin. Biasanya yang termasuk dalam kelompok emulsifier adalah gelatin, sodium alginat, pektin, dan karagenan. Pada pembuatan margarin sering pula ditambahkan whey dalam jumlah sedikit untuk memperbaiki flavornya. Gelatin dan whey adalah dua bahan yang status kehalalannya syubhat (masih perlu dipertanyakan sumber hewannya berasal dari apa dan cara penyembelihannya apakah mengikuti kaidah Islam atau tidak). Untuk membuat *butter spread* sering digunakan BTM sodium kaseinat, bahan ini statusnya syubhat karena dalam pembuatannya dapat melibatkan enzim yang berasal dari hewan.

Ragi

Ragi digunakan untuk membuat adonan roti. Bentuk ragi dapat dibedakan menjadi dua yaitu bentuk cair dan bentuk instant. Cairan yang dibentuk dengan kandungan padat (ragi terkompresi), sebagian dikemas dalam bentuk kering. Cara penggunaan harus diaktifkan (aktif ragi kering) sebelum digunakan. Ada juga yang berbentuk ragi instan.

Dalam produksi ragi, aditif biasanya ditambahkan untuk tujuan tertentu. Salah satu tujuan penambahan aditif adalah untuk meningkatkan stabilitas selama penyimpanan. Juga dapat digunakan sebagai pengisi untuk mencegah aglutinasi. Contoh dari aditif ragi instan adalah E542 (*edible bone phosphate* yang diperoleh dari tulang hewan), E570 (asam stearat), dan E572 (magnesium stearat). Asam stearat dapat berasal dari tumbuhan dan hewan. Magnesium stearat terbuat dari asam stearat. Oleh karena itu, kritik poin kehalalan ragi adalah asal mikroorganisme, media pertumbuhan mikroorganisme, dan bahan pengisi yang digunakan dalam produksi ragi.

Gula

Titik kritis kehalalan gula terletak pada sumber arang aktif yang digunakan pada penjernihan gula pasir. Salah satu tahap proses pembuatan gula terdapat tahap proses pemucatan atau pemutihan warna gula. Proses ini seringkali digunakan arang aktif. Jika arang aktif berasal dari hasil tambang (arang kayu) maka halal. Jika berasal dari tulang hewan, maka perlu dicek sumber asal hewannya dan cara penyembelihan hewannya apakah menggunakan cara Islami atau tidak.

Kuas

Kuas yang digunakan untuk mengoles roti perlu dianalisis asal dari bulu kuas yang digunakannya.

Latihan 9

1. Apakah manfaat dan kerugian teknik pemanggangan dari segi gizi dan kesehatan?
2. Pindah panas yang terjadi dalam teknik pemanggangan terjadi secara apa? Di daftar belanja bulanan ibu tertulis produk roti, *cookies*, *crackers*, dendeng, *cake*, pasta, dan keripik. Manakah yang merupakan produk pemanggangan?
3. Jelaskan mekanisme yang terjadi saat pemanggangan roti?

Jawaban 9

1. Manfaat dari teknik pemanggangan adalah:
 - Pemanggangan akan menyebabkan gelatinisasi pati yang akan meningkatkan nilai cernanya.
 - Beberapa mineral seperti zat besi, kemungkinan akan teroksidasi (tereduksi) selama proses pemanggangan dan akan memengaruhi absorpsi dan nilai biologisnya.Kerugian dari proses pemanggangan adalah:
 - Pengurangan jumlah mikroorganisme yang bersifat merugikan.
 - Pada proses pemanggangan yang ekstrim, asam linoleat dan kemungkinan juga asam lemak yang lain akan dikonversi menjadi hidroperoksida yang tidak stabil oleh

adanya aktivitas enzim lipoksigenase. Perubahan tersebut akan berpengaruh pada nilai gizi lemak dan vitamin (oksidasi vitamin larut lemak) produk.

- Peranan karbohidrat sederhana dan kompleks dalam reaksi *maillard* dapat menurunkan ketersediaan karbohidrat dalam produk-produk hasil pemanggangan.
2. Pindah panas yang terjadi saat pemanggangan adalah secara konduksi, konveksi, dan radiasi. Yang merupakan produk pemanggangan: roti, *cookies*, *crackers*, dan *cake*.
 3. Pada proses pemanggangan terjadi:
 - Perubahan kadar air. Hal ini terjadi melalui proses penguapan air dari permukaan adonan. Kondisi ini akan mengakibatkan terjadinya peningkatan suhu pada permukaan luar adonan, kemudian terbentuk pori dengan tekanan uap yang meningkat. Terjadinya perbedaan tekanan uap tersebut akan mengakibatkan air menguap melalui pori-pori bahan. Pada bagian dalam pori, suhu lebih rendah sehingga uap air menjadi lebih padat di bagian dalam dan menyebabkan air cenderung bergerak ke permukaan adonan sehingga mengakibatkan kadar air di bagian dalam adonan lebih tinggi dibandingkan permukaan.
 - Pembentukan warna *crust*. Pemanggangan akan menghasilkan terbentuknya warna *crust* yang terbentuk karena reaksi antara gula dengan protein (reaksi *maillard*) dan karamelisasi serta kondisi menurunnya kadar air bahan. Pembentukan *crust* terjadi pada suhu minimal 50 °C.

Rangkuman 9

1. Pemanggangan merupakan salah satu proses pengolahan pangan dengan menggunakan media panas untuk memperoleh mutu makanan yang diinginkan. Proses pemanggangan merupakan proses yang melibatkan transfer panas dan massa. Perpindahan panas yang terjadi di dalam oven merupakan proses pindah panas secara konveksi dari sirkulasi udara di dalam oven dan secara konduksi antara permukaan bahan dengan loyang atau wadah tempat bahan ditempatkan.
2. Tujuan dilakukan proses pemanggangan adalah untuk memperbaiki tingkat kematangan bahan, menurunkan a_w permukaan bahan, dan membunuh mikroba sehingga dapat memperpanjang umur simpan produk makanan. Manfaat proses pemanggangan dari segi gizi adalah pemanggangan akan menyebabkan terjadinya gelatinisasi pati yang akan berpengaruh pada tingkat nilai cernanya dan mengurangi jumlah mikroorganisme yang merugikan. Kerugian yang ditimbulkan dari proses pemanggangan adalah terjadinya oksidasi beberapa mineral seperti zat besi sehingga akan memengaruhi absorpsi dan nilai biologisnya dari zat gizi tersebut. Pada proses pemanggangan sangat ekstrim, akan berpengaruh terhadap nilai gizi lemak dan vitamin (oksidasi vitamin larut lemak) produk. Hal ini dikarenakan asam linoleat dan kemungkinan juga asam lemak yang lain akan dikonversi menjadi hidroperoksida yang tidak stabil oleh adanya aktivitas enzim lipoksigenase. Selain itu makanan yang dipanggang dapat mengandung zat karsinogen penyebab kanker.
3. Teknik pemanggangan dibagi menjadi dua, yaitu teknik pemanasan langsung dan tidak langsung. Beberapa keuntungan pengovenan pemanasan langsung adalah waktu pemanggangan yang pendek, efisiensi penggunaan panas yang tinggi, mudah

mengontrol kondisi pemanggangan, dan mudah dalam pengoperasiannya. Keuntungan teknik pengovenan tidak langsung adalah tabung uap dipanaskan baik secara langsung atau dipasok dari boiler yang terpisah. Tabung uap tersebut akan memanaskan udara yang ada di dalam ruang pemanggangan.

4. Pada awal proses pemanggangan, terjadi penguapan air dari permukaan adonan, kondisi ini akan mengakibatkan terjadinya peningkatan suhu pada permukaan luar adonan, kemudian terbentuk pori dengan tekanan uap yang meningkat. Terjadinya perbedaan tekanan uap tersebut mengakibatkan air menguap melalui pori-pori. Pada bagian dalam pori, suhu lebih rendah sehingga uap air menjadi lebih padat di bagian dalam dan menyebabkan air cenderung bergerak ke permukaan adonan sehingga mengakibatkan kadar air di bagian dalam adonan lebih tinggi dibandingkan permukaan. Pemanggangan akan menghasilkan terbentuknya warna *crust* yang terbentuk karena reaksi antara gula dengan protein (reaksi *maillard*) dan karamelisasi.
5. Suhu yang digunakan untuk pemanggangan bahan pangan bervariasi tergantung pada jenis, bentuk, dan ketebalan bahannya. Suhu yang digunakan untuk pemanggangan roti berkisar antara 200 sampai 240 °C, *cake* antara 175 sampai 215 °C, dan *crackers* antara 220 sampai 260 °C. Jika suhu yang digunakan dalam proses pemanggangan terlalu rendah maka air berkurang banyak dan volume meningkat, akibatnya *crumb* menjadi lemah dan kering dan sebaliknya jika suhu pemanggangan terlalu tinggi maka kualitas cake yang dihasilkan jelek karena *crumb* tidak matang, volume kecil, dan *crumb* tidak beraturan.

Tes Formatif 9

1. Tujuan dilakukan proses pemanggangan pada pembuatan roti adalah
 - A. Mendapatkan produk dengan tingkat kematangan optimal
 - B. Mencairkan lemak dan mengembangkan adonan
 - C. Koagulasi protein dan inaktif mikroba
 - D. Terbentuknya kerak dan pencokelatan
 - E. A dan B
2. Manakah produk olahan makanan di bawah ini yang menggunakan teknik pemanggangan?
 - A. Sosis dan yoghurt
 - B. Nugget dan piket
 - C. Kimchi dan dendeng
 - D. Roti dan biskuit
 - E. Keripik dan kerupuk
3. Mana di bawah ini suhu yang tepat digunakan untuk pemanggangan roti?
 - A. 220 sampai 260 °C
 - B. 200 sampai 240 °C
 - C. 175 sampai 215 °C
 - D. 150 sampai 210 °C
 - E. 100 sampai 150 °C

4. Terigu merupakan salah satu bahan utama pada pembuatan roti. Apa yang menyebabkan tepung terigu merupakan salah satu bahan baku yang memiliki titik kritis kehalalan pada pembuatan roti?
 - A. Mineral besi
 - B. Mineral seng
 - C. Asam folat
 - D. Vitamin A
 - E. Asam amino
5. Untuk mendapatkan margarin yang flavornya baik, pada pembuatannya ditambahkan emulsifier. Apakah jenis emulsifier yang ditambahkan pada pembuatan margarin di atas?
 - A. Gelatin
 - B. Alginat
 - C. Whey
 - D. Karagenan
 - E. Kasein

Jawaban Tes Formatif 9

1. A
2. D
3. B
4. C
5. C

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 9 yang terdapat di bagian modul ini. Hitunglah jawaban yang benar, lalu gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Modul 9.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{jumlah jawaban yang benar}}{\text{Jumlah soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan:

- 90 – 100% : baik sekali
80 – 89% : baik
70 – 79% : cukup
< 70% : kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Modul 10. Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Modul 9, terutama di bagian yang belum dikuasai.

MODUL 10: Pengolahan dan Pengawetan Pangan dengan Metode Pengasapan

Metode Pembelajaran	Estimasi Waktu	Capaian Pembelajaran
Ceramah dan diskusi Pemberian tugas	100 menit	Mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan prinsip dari teknologi pengolahan dan pengawetan pangan menggunakan metode pengasapan serta dapat menentukan titik kritis kehalalan produk yang dihasilkan dari metode tersebut

Materi 10

Pengawetan pangan dengan menggunakan metode pengasapan sudah lama dilakukan oleh manusia. Metode ini merupakan cara pengawetan pangan terutama yang bersumber dari hasil laut/perikanan yang telah dilakukan masyarakat secara turun-menurun. Pengasapan (*smoking*) umumnya menggunakan asap kayu untuk mengurangi kadar air dalam bahan. Istilah pengasapan dapat diartikan adanya penyerapan berbagai macam senyawa kimia yang berasal dari asap kayu ke dalam bahan pangan, disertai dengan setengah pengeringan sehingga memunculkan aroma khas tertentu. Proses pengasapan biasanya didahului dengan adanya pencucian dan penggaraman guna mengurangi jumlah mikroorganisme yang ada dalam bahan pangan.

Proses pengasapan dimulai dari tahap persiapan bahan mentah sampai ke pengasapan terakhir yang mengakibatkan perubahan warna, flavor, dan tekstur dari bahan. Tujuan dari pengasapan bahan pangan adalah untuk mengawetkan dan memberi flavor asap pada bahan pangan yang diasapkan. Prinsip proses pengasapan merupakan gabungan dari proses penggaraman (*brining*), pengeringan (*drying*), dan pengasapan (*smoking*). Ada 5 jenis proses pengasapan yang umum digunakan, antara lain:

1. pengasapan dingin (*cold smoking*),
2. pengasapan hangat (*warm smoking*),
3. pengasapan panas (*hot smoking*),
4. pengasapan cair (*liquid smoking*), dan
5. pengasapan listrik (*electric smoking*).

Dari kelima jenis proses pengasapan tersebut, sebagian besar industri pengolahan pangan asap menggunakan teknik pengasapan *hot smoking*. Teknik ini menggunakan suhu yang cukup tinggi sehingga produk menjadi masak dan memiliki aroma asap. Namun dewasa ini telah dikembangkan teknologi pengasapan dengan menggunakan asap cair atau dikenal juga dengan istilah cuka kayu yang digunakan untuk menghasilkan produk dengan flavor asap yang lebih seragam dibandingkan dengan metode tradisional seperti metode *hot smoking*.

1. Pengasapan Dingin (*Cold Smoking*)

Proses pengasapan dingin biasanya dilakukan pada suhu 30-40 °C dengan waktu relatif lama (mulai dari beberapa jam hingga beberapa hari) sehingga bahan pangan (umumnya ikan-ikanan) belum matang sempurna dan belum siap untuk dikonsumsi. Jumlah bakteri pada bagian permukaan ikan sudah mengalami penurunan karena banyak

bakteri yang lisis, namun pengurangan kadar air dalam tubuh ikan tidak cukup untuk pengawetan. Tujuan pengasapan dingin adalah untuk memperoleh cita rasa dan kenampakan spesifik dari ikan asap. Untuk memperpanjang umur simpan, selanjutnya ikan yang sudah diasapi disimpan pada lemari pendingin ataupun *freezer*.

2. Pengasapan Hangat (*Warm Smoking*)

Proses pengasapan ini dilakukan pada suhu yang lebih rendah dari pengasapan panas yakni 90 °C. Bahan baku yang umum digunakan pada teknik pengasapan ini adalah ikan, yang terlebih dahulu direndam pada larutan garam kemudian dilanjutkan dengan pengasapan kering pada suhu sekitar 30°C yang secara bertahap dinaikkan hingga suhu 90°C. Proses ini menitikberatkan pada pentingnya aroma dan cita rasa produk dan bertujuan menghasilkan produk pangan asap yang lembut dan kadar garam kurang dari 5% serta kadar air sekitar 50%. Karena kadar air produk pada produk masih relatif tinggi, maka produk tidak dapat disimpan lama dan harus dikombinasi dengan penyimpanan suhu rendah.

3. Pengasapan Panas (*Hot Smoking*)

Proses pengasapan panas dilakukan pada suhu 120 °C bahkan lebih. Biasanya dengan pengasapan pada suhu tersebut, maka daging ikan yang diasapkan mencapai 60 °C pada bagian dalamnya. Kadar air pada ikan yang diasapkan dengan metode ini masih cukup tinggi karena proses pengasapan hanya berlangsung beberapa jam saja. Daya simpan produk ikan yang diasapkan menggunakan metode ini lebih rendah dibandingkan dengan produk ikan yang diasapkan menggunakan metode *cold smoking*. Hal ini disebabkan pada metode *cold smoking* proses pengasapannya dilakukan cukup lama (beberapa jam hingga beberapa hari) sehingga kadar air lebih banyak berkurang. Pengasapan panas umumnya akan menghasilkan produk ikan asap yang memiliki mutu sensori baik (dari parameter rasa, aroma, tekstur). Untuk memperoleh rasa ikan yang diinginkan, maka perlu dilakukan variasi pada perlakuan sebelum pengasapan, misalnya dengan penambahan garam atau bumbu-bumbu.

4. Pengasapan Cair (*Liquid Smoking*)

Asap cair merupakan campuran larutan dari dispersi asap kayu dalam air yang dibuat dengan mengkondensasikan asap hasil pirolisis kayu. Cara yang paling umum digunakan untuk menghasilkan asap pada pengasapan makanan adalah dengan membakar serbuk gergaji kayu keras dalam suatu tempat yang disebut alat pembangkit asap. Selanjutnya asap dialirkan ke rumah asap dalam kondisi sirkulasi udara dan temperatur yang terkontrol. Produksi asap cair merupakan hasil pembakaran yang tidak sempurna dengan melibatkan reaksi dekomposisi karena pengaruh panas, polimerasi, dan kondensasi. Metode penambahan bahan pengasap ke dalam ikan dapat dilakukan melalui penuangan secara langsung, pengolesan ke permukaan produk, ataupun penyemprotan. Oleh karenanya, proses ini tidak lagi memerlukan ruang tempat pengasapan atau alat pengasap.

5. Pengasapan Listrik (*Electric Smoking*)

Metode pengasapan listrik dilakukan dengan pancaran gelombang listrik yang langsung ditujukan kepada bahan makanan. Bahan makanan diasapi dengan asap yang telah terkena pancaran gelombang elektromagnetik yang berbentuk korona atau bulat yang dihasilkan oleh tenaga listrik (asap yang bermuatan listrik). Pada metode ini asap yang bermuatan listrik tersebut dapat melekat ke permukaan ikan lebih mudah daripada metode pengasapan panas atau dingin.

Komponen Asap

Asap yang digunakan dalam proses pengasapan dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar berupa limbah-limbah pertanian seperti serutan dan serbuk kayu, tempurung kelapa ataupun berupa kayu keras seperti jati dan mahoni. Pembakaran dilakukan di rumah asap yang terdiri atas generator asap dan ruang pengasapan.

Komponen asap terdiri atas fraksi uap dan fraksi partikel yang digolongkan menjadi 5 kelompok dan masing-masing memiliki fungsi sebagai berikut:

1. kelompok fenol: sebagai antioksidan, antimikroba, membentuk cita rasa;
2. kelompok alkohol: memiliki fungsi utama sebagai pembentuk cita rasa, dan juga sebagai antimikroba;
3. kelompok asam-asam organik: fungsi utamanya mempermudah pengupasan selongsong, di samping sebagai antimikroba;
4. kelompok senyawa karbonil: berfungsi membentuk warna dan cita rasa spesifik.
5. khusus kelompok senyawa hidrokarbon yang terdiri atas fraksi partikel (polisiklik) seperti benzapirene dan dibenzanthrasene berfungsi negatif (karsinogenik).

Proses Kuring

Proses kuring merupakan perlakuan pendahuluan pada proses pengolahan daging yang lebih luas daripada proses penggaraman yang konvensional karena digunakan aditif lain selain garam dan dapat dilanjutkan dengan pengasapan/pengeringan. Bahan dasar yang digunakan pada proses kuring berupa garam, gula, dan garam nitrat. Garam dan gula berfungsi sebagai pengawet, selain sebagai pembentuk cita rasa. Adapun garam nitrat sebagai pembentuk warna merah yang spesifik, juga sebagai pengawet. Pembentukan warna merah yang spesifik yang disebut cokelat mahoni disebabkan garam nitrat berikatan dengan mioglobin (pigmen merah pada daging) dan kontak panas dari asap menyebabkan terjadinya reaksi *maillard* dan terbentuk warna merah mahoni tersebut. Pembentukan warna merah mahoni yang spesifik ini hanya terjadi jika bahan yang diasap merupakan daging yang berwarna merah.

Selain ketiga bahan dasar tersebut, dapat digunakan bahan lain sebagai tambahan pada formula garam kuring. Garam polifosfat ditambahkan dengan tujuan meningkatkan daya ikat air sehingga dapat memperkecil susut proses. Kelompok sodium askorbat, asam askorbat, natrium erythorbate untuk stabilisasi warna. Terakhir ditambahkan MSG untuk pembentukan cita rasa.

Mutu Produk Pangan Asap

Mutu dan keamanan produk pangan yang diasapkan harus juga diperhatikan, karena persaingan antarproduk di pasaran sangat ditentukan oleh kedua unsur tersebut. Penilaian mutu pangan telah dibahas pada bab sebelumnya, yakni dengan menilai produk melalui uji fisik, kimia, mikrobiologi, dan uji sensori. Secara umum produk perairan dan hasil laut rentan sekali tercemar cemaran biologi, kimia, dan fisik. Oleh karena itu, produk perikanan perlu mendapat perhatian khusus dalam proses pengolahannya. Berikut cemaran yang umum ditemukan, antara lain:

1. Cemaran mikrobiologi
 - *Vibrio parahaemolyticus*
 - *Vibrio cholera*
 - *Salmonella sp.*
 - *Escherichia coli*
2. Cemaran kimia
 - Logam berat (merkuri, timbal, dan sebagainya)
 - Histamin (menyebabkan alergi)
 - *Marine biotoxin* (racun hayati laut)
 - Hormon, antibiotik, pestisida
 - Bahan kimia berbahaya (formalin, borax, rhodamine B)

Ikan sebagai produk yang umum diolah menggunakan teknik pengasapan termasuk dalam kategori pangan yang cepat busuk sehingga penurunan nilai mutu kesegaran akan menurunkan nilai gizi ikan serta menurunkan daya jual, maka hal inilah yang perlu diperhatikan.

Prinsip dan Faktor Pengasapan

Pengasapan adalah salah satu cara yang dapat diterapkan untuk mempertahankan mutu ikan, namun perlu diketahui faktor-faktor apa saja yang memengaruhi pengasapan ikan.

1. Jenis Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan dalam pengasapan umumnya adalah kayu, maka jenis kayu yang digunakan harus dipilih kayu yang keras seperti kayu turi, namun bisa juga menggunakan serbuk gergaji, kayu jati, sabut dan tempurung kelapa. Jenis bahan tersebut diketahui mengandung senyawa fenolik dan asam organik yang cukup tinggi sehingga mampu menurunkan jumlah mikroba pada ikan dan memberikan aroma khas.

2. Kepekatan Asap

Asap mempunyai efek antibakteri (bakterisidal) sehingga dapat mengawetkan ikan. Bila mengandung kadar air tinggi maka asap akan pekat, sedangkan bila berkadar air rendah maka asap akan tipis.

3. Suhu

Sebaiknya asap yang digunakan tidak dihasilkan dari pembakaran di atas suhu 175-205 °C karena akan menimbulkan rasa pahit dan zat karsinogenik pada produk yang diasapi. Suhu tinggi juga memungkinkan terjadinya *case hardening* yakni mengerasnya permukaan daging ikan sementara cairan pada bagian dalam tubuh ikan terhalang untuk keluar (menguap).

4. Kelembapan Udara

Kelembapan udara atau disebut dengan RH (*Relative Humidity*), bila tinggi maka waktu pengasapan akan semakin lama dan memperbanyak konsentrasi asap yang terserap dalam daging ikan sehingga asap menjadi sangat kuat tetapi produk tidak kering. Sebaliknya jika RH terlalu rendah maka akan menghambat penyerapan asap. Sebaiknya digunakan RH 60% agar penyerapan asap sempurna pada daging ikan.

5. Sirkulasi Udara

Selama pengasapan harus diperhatikan sirkulasi yang baik guna menjamin mutu ikan asap yang sempurna karena suhu dan kelembapan ruang tetap konstan selama proses pengasapan berlangsung.

6. Lama Pengasapan

Lama proses pengasapan akan berpengaruh terhadap kandungan gizi ikan. Suhu dan waktu pemasakan yang terlalu tinggi serta lama proses pengasapan akan menurunkan kadar asam lemak omega-3 (DHA) ikan. Oleh karena itu, perlu dipertimbangkan lama pengasapan untuk mempertahankan nilai gizi dan sekaligus mampu mengawetkan ikan serta aman bagi konsumen.

Alat Pengasapan

1. Tungku Pengasapan

Alat ini biasa digunakan pada pengolahan ikan asap secara tradisional. Pengasapan ini termasuk ke dalam jenis pengasapan panas (*hot smoking*). Tungku pengasapan umumnya dibuat dari batu bata dan di atasnya diberi plat besi untuk tempat ikan diasapi. Bahan bakar pengasapan yang digunakan adalah kayu keras (mahoni, jati) dan tempurung kelapa.



Gambar 33. Tungku pengasapan
(Sumber: Tribunnews.com)

2. *Smoking Cabinet*

Metode ini digunakan untuk mengasapi ikan yang tidak diperlukan perlakuan khusus. Asap yang digunakan adalah asap yang merupakan hasil langsung dari pembakaran bahan bakar, asap tersebut ditampung dan disirkulasikan dalam sebuah ruangan kabinet.



Gambar 34. *Smoking cabinet*
(Sumber: Kemenperin.go.id)

3. Oven Pengasapan



Gambar 35. Oven pengasapan
(Sumber: Alibaba.com)

Titik Kritis Kehalalan Produk Pengasapan

Ikan sebagai produk pangan yang diolah menggunakan metode pengasapan masuk ke dalam *halal positive list* yang artinya tidak diragukan lagi kehalalannya. Titik kritisnya terletak pada bahan kuring yang digunakan sebelum produk diasap, demikian juga dengan daging asap atau sosis. Berikut dijabarkan titik kritis kehalalan salah satu produk sosis komersial:

1. daging sapi: cara penyembelihannya apakah secara Islami;
2. pati jagung: dapat ditambahkan enzim pada tahap awal proses;
3. minyak nabati: pada proses pemurnian dapat ditambahkan karbon aktif;
4. pati tapioka termodifikasi: menjadi kritis jika modifikasi dilakukan dengan penambahan enzim;
5. penguat rasa (monosodium glutamat): merupakan produk mikrobial sehingga titik kritisnya pada media yang digunakan untuk menumbuhkan mikroba yang terlibat, bahan tambahan dan bahan penolong proses;
6. dinatrium inosinat dan guanilat: penguat rasa yang juga merupakan produk mikrobial dengan titik kritis media pertanaman mikroba, enzim untuk pemecahan sel (bila berasal dari khamir), resin penukar ion sebagai bahan penolong, serta bahan pemucat yang dapat berupa karbon aktif yang berasal dari tulang hewan.

Latihan 10

1. Sebutkan 5 jenis proses pengasapan yang umum digunakan!
2. Sebutkan faktor-faktor yang memengaruhi pengasapan!

Jawaban 10

1. Ada 5 jenis proses pengasapan yang umum digunakan, antara lain:
 - pengasapan dingin (*cold smoking*),
 - pengasapan hangat (*warm smoking*),
 - pengasapan panas (*hot smoking*),
 - pengasapan cair (*liquid smoking*), dan
 - pengasapan listrik (*electric smoking*).
2. Faktor-faktor yang memengaruhi proses pengasapan: jenis bahan bakar, kepekatan asap, suhu, kelembapan udara, sirkulasi udara, lama pengasapan.

Rangkuman 10

1. Pengasapan (*smoking*) umumnya menggunakan asap kayu untuk mengurangi kadar air dalam bahan. Istilah pengasapan dapat diartikan adanya penyerapan berbagai macam senyawa kimia yang berasal dari asap kayu ke dalam bahan pangan, disertai dengan pengeringan sehingga memunculkan aroma khas tertentu. Proses pengasapan biasanya didahului dengan adanya pencucian dan penggaraman guna mengurangi jumlah mikroorganisme yang ada dalam bahan pangan. Secara umum produk perairan dan hasil laut rentan sekali tercemar cemaran biologi, kimia, dan fisik. Oleh karena itu, produk perikanan perlu mendapat perhatian khusus dalam proses pengolahannya. Berikut cemaran yang umum ditemukan, antara lain:
 - a. Cemaran Mikrobiologi:
 - *Vibrio parahaemolyticus*,
 - *Vibrio cholera*,
 - *Salmonella sp.*,
 - *Escherichia coli*.
 - b. Cemaran Kimia:
 - logam berat (merkuri, timbal, dan sebagainya),
 - histamin (menyebabkan alergi),
 - *marine biotoxin* (racun hayati laut),
 - hormone, antibiotik, pestisida,
 - bahan kimia berbahaya (formalin, borax, rhodamine B).
2. Faktor-faktor yang memengaruhi proses pengasapan:
 - jenis bahan bakar,
 - kepekatan asap,
 - suhu,
 - kelembapan udara,
 - sirkulasi udara,
 - lama pengasapan.

Tes Formatif 10

1. Keuntungan lain dari pengolahan daging dengan pengasapan adalah daging asap yang dihasilkan lebih sulit mengalami ketengikan walaupun berlemak. Hal tersebut karena kerja komponen asap yang berfungsi sebagai antioksidan. Komponen asap manakah yang memiliki fungsi sebagai antioksidan?

- A. Asam-asam organik B. Fenol C. Alkohol
D. Senyawa hidrokarbon E. Senyawa karbonil

2. Pengasapan dapat memberikan sensasi sendiri terhadap cita rasa produk yang dihasilkan. *Smoky* flavor diperoleh dari komponen asap yang dihasilkan dari pembakaran limbah pertanian seperti tempurung kelapa. Namun, di sisi lain pengasapan dapat memberikan efek penurunan nilai gizi, terutama zat gizi mikro seperti vitamin. Vitamin apa yang mengalami kerusakan total pada proses pengolahan pangan dengan metode pengasapan?
- A. Vitamin A
B. Tiamin
C. Niasin
D. Riboflavin
E. Vitamin B kompleks
3. Pengasapan yang dilakukan menggunakan suhu 90 °C, dalam kondisi kering dikenal dengan istilah pengasapan apa?
- A. Pengasapan panas
B. Pengasapan dingin
C. Pengasapan listrik
D. Pengasapan hangat
E. Pengasapan cair
4. Pada proses persiapan pengasapan ikan, terlebih dulu ikan dikuring menggunakan gula, garam, nitrit, dan bahan tambahan lainnya untuk menambah cita rasa dan mengurangi jumlah mikroorganisme bahan, kemudian bahan makanan diasapkan selama waktu tertentu hingga berkurang kadar airnya. Ikan yang telah diasapi ini kemudian dikemas vakum guna mencegah kontaminasi mikroorganisme. Berdasarkan urutan proses tersebut, bagian manakah yang mungkin berisiko haram?
- A. Pemanggangan
B. Pencucian
C. Kuring
D. Vakum
E. Pengemasan
5. Mikroorganisme yang dapat mengontaminasi produk ikan asap yang benar adalah
- A. *Lactobacillus casei*
B. *Aspergillus oligosporus*
C. *Saccharomyces*
D. *Aspergillus bulgaricus*
E. *Vibrio parahaemolyticus*

Jawaban Tes Formatif 10

1. B
2. B

3. D
4. C
5. E

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 10 yang terdapat di bagian modul ini. Hitunglah jawaban yang benar, lalu gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Modul 10.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{jumlah jawaban yang benar}}{\text{Jumlah soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan:

- 90 – 100% : baik sekali
- 80 – 89% : baik
- 70 – 79% : cukup
- < 70% : kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Modul 11. Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Modul 10, terutama di bagian yang belum dikuasai.

Modul 11 : Pengolahan dan Pengawetan Pangan dengan Pengeringan

Metode Pembelajaran	Estimasi Waktu	Capaian Pembelajaran
Ceramah dan diskusi Pemberian tugas	100 menit	Mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan prinsip pengolahan dan pengawetan pangan menggunakan metode pengeringan serta dapat menentukan titik kritis kehalalan produk yang dihasilkan dari metode tersebut

Materi 11

Definisi

Pengeringan adalah proses penghilangan kadar air bahan pangan dengan menguapkan sebagian besar kelembapan dalam makanan menggunakan energi panas alami atau buatan untuk mencapai kadar air atau aktivitas air (aw) yang tidak rusak oleh mikroorganisme, enzim dan bahan kimia. Selama pengeringan, terjadi proses perpindahan panas melalui konduksi, konveksi dan radiasi.

Bahan pangan yang dikeringkan sering mengalami perubahan nilai gizi, nilai sensoris, dan sifat fisik. Contoh perubahan fisika yang terjadi, seperti perubahan warna menjadi cokelat yang disebabkan oleh reaksi pencokelatan enzimatis dan nonenzimatis. Reaksi pencokelatan nonenzimatis yang paling umum adalah reaksi antara asam amino dan gula pereduksi. Reaksi asam amino dengan gula pereduksi dapat menurunkan nilai gizi protein yang terkandung dalam makanan tersebut.

Pengeringan bahan pangan dapat dilakukan dengan dua cara yaitu pengeringan alami dan pengeringan buatan. Pengeringan secara alami, yaitu pengeringan yang menggunakan panas alami dari sinar matahari, dengan cara melakukan proses penjemuran (*sun drying*) atau diangin-anginkan. Adapun pengeringan buatan (*artificial drying*), yaitu penjemuran yang menggunakan panas selain sinar matahari, dilakukan dalam suatu alat pengering seperti oven, *spray dryer*, *rotary dryer*, *drum dryer*, dan lain-lain.

Tujuan Pengeringan Bahan Pangan

Berikut adalah beberapa tujuan dari proses pengeringan bahan pangan.

1. Mengurangi risiko kerusakan yang diakibatkan oleh kegiatan mikroba. Mikroba memerlukan air untuk pertumbuhannya. Saat dilakukan proses pengeringan, maka kadar air bahan akan berkurang sehingga aktivitas pertumbuhan mikroba dihambat atau dimatikan dan dapat menyebabkan bahan pangan memiliki umur simpan yang panjang.
2. Menghemat ruang penyimpanan atau pengangkutan. Umumnya bahan pangan segar mengandung air dalam jumlah yang tinggi, maka pengeringan akan sangat mengurangi berat dan volume bahan tersebut sehingga akan menghemat ruang penyimpanan dan distribusi.
3. Mendapatkan produk yang lebih awet, misalnya kopi instan, teh celup, dan lainnya memiliki umur simpan yang lama.
4. Mempertahankan kandungan nutrisi yang terkandung dalam bahan pangan tersebut, misalnya mineral, vitamin, protein, karbohidrat, lemak, dan sebagainya.

Keuntungan dan Kerugian Pengeringan Bahan Pangan

Keuntungan pengawetan pangan dengan cara pengeringan adalah sebagai berikut:

1. bahan lebih awet;
2. volume dan berat berkurang sehingga biaya lebih rendah untuk pengemasan, pengangkutan, dan penyimpanan;
3. kemudahan dalam penyajian;
4. Penganekaragaman pangan, misalnya makanan ringan/camilan.

Kerugian pengawetan pangan dengan cara pengeringan adalah:

1. sifat asal dari bahan yang dikeringkan dapat berubah, misalnya bentuknya, sifat fisik dan kimianya, terjadi penurunan mutu, dan lain-lain.
2. beberapa bahan kering perlu penanganan ulang sebelum dipakai kembali, misalnya harus dibasahkan kembali (rehidrasi) sebelum digunakan.

Faktor-Faktor yang Memengaruhi Kecepatan Pengeringan

Faktor-faktor yang memengaruhi pengeringan ada dua golongan, yaitu:

1. Faktor yang berhubungan dengan udara pengering, seperti suhu, kecepatan volumetrik aliran udara pengering, dan kelembapan udara.
2. Faktor yang berhubungan dengan sifat bahan yang dikeringkan, yaitu ukuran bahan, kadar air awal, dan tekanan parsial di dalam bahan.

Kadar air merupakan jumlah air yang terkandung dalam suatu bahan yang dinyatakan dalam satuan persen atau perbedaan antara berat bahan sebelum dan sesudah dilakukan pemanasan. Setiap bahan bila diletakkan dalam udara terbuka kadar airnya akan mencapai keseimbangan dengan kelembapan udara di sekitarnya. Kadar air ini disebut dengan kadar air seimbang.

Kadar air juga merupakan karakteristik yang sangat penting dalam bahan pangan karena air dapat memengaruhi penampakan, tekstur, serta ikut menentukan kesegaran dan daya awet bahan pangan tersebut. Kadar air dapat memengaruhi kerusakan dan keawetan bahan pangan. Hal ini karena air bebas yang berada dalam bahan pangan digunakan oleh bakteri, kapang, dan khamir untuk pertumbuhannya. Penentuan kadar air dalam bahan pangan dapat dilakukan dengan beberapa metode. Hal ini tergantung pada sifat bahannya. Pengukuran kadar air bahan pangan dapat diukur berdasarkan basis kering dan basis basah. Perhitungan penentuan kadar air di atas dapat dilihat di bawah ini.

$$\text{Basis basah KA (bb)} = \frac{\text{Berat air}}{\text{Berat air} + \text{berat bahan kering}} \times 100\%$$

$$\text{Basis Kering KA (bk)} = \frac{\text{Berat air}}{\text{Berat bahan kering}} \times 100\%$$

Pengeringan bahan pangan terdiri atas dua jenis yaitu pengeringan langsung dan tidak langsung. Pengeringan langsung adalah metode pengeringan yang dilakukan dengan kontak langsung antara bahan yang akan dikeringkan dengan udara panas. Mekanisme pengeringannya adalah uap air akan terbawa oleh media pengeringan (udara panas). Pengeringan tidak langsung adalah yang dilakukan dengan mentransfer udara panas ke bahan

yang masih basah melalui dinding penahan. Laju pengeringannya tergantung pada kontak bahan basah dengan permukaan panas.

Pengeringan Langsung

Tipe pengeringan langsung dibagi menjadi 2, yakni berikut ini.

- Tipe *batch* adalah pengering yang didesain untuk dioperasikan dalam jumlah bahan tertentu dan dalam waktu tertentu. Kondisi kadar air dan suhu akan berubah pada tiap titik pengering.
- Tipe *continuous* adalah pengering yang didesain untuk mengeringkan bahan secara terus-menerus selama masih ada suplai bahan basah.

Di bawah ini adalah jenis-jenis mesin pengeringan langsung tipe *batch*.

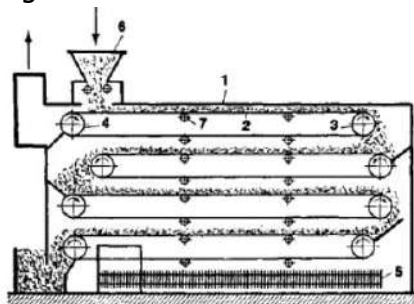
- Batch Through Circulation Dryers**
Material (granular atau bubuk) diletakkan di *screen* pada bagian bawah *tray* kemudian dihembus dengan udara panas mesin pengering langsung tipe *batch*.
- Tray and Compartment Dryers**
Udara panas melewati material yang diletakkan di atas *tray*.
- Fluid beds**
Material padat difluidisasi di atas *plenum chamber* yang di bagian atasnya terdapat filter dan *dust collector*.



Gambar 36. Pengeringan langsung tipe *batch*
(Sumber: www.taiwantrade.com)

Jenis mesin pengeringan langsung tipe kontinyu dijelaskan berikut ini.

- Continuous Tray Dryers**
Digunakan untuk mengeringkan bahan yang memiliki karakteristik *bulky*, *fiber*, dan polimer. Material dikeringkan di atas *belt* tak berujung. Udara panas dihembus dengan arah tegak lurus *belt*.

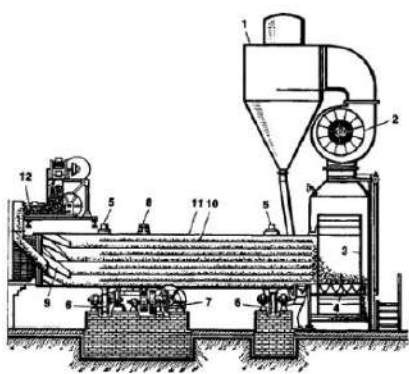


Continuous tray dryer: (1) drying chamber, (2) endless belt, (3) driving drums, (4) driven drums, (5) heater, (6) feeder, and (7) support rollers

Gambar 37. *Continuous tray dryer*
(Sumber: <http://www.solidswiki.com/index.php>)

2. *Rotary Dryers*

Digunakan untuk mengeringkan bahan yang halus, dan biji-bijian. Bahan diletakkan di atas *conveyor* dan dihembus dengan udara panas yang berada di dalam silinder yang berputar.

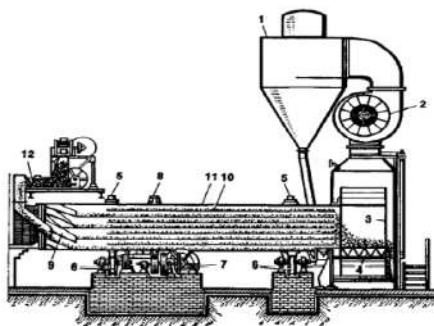


Direct rotary dryer: (1) cyclone, (2) blower, (3) product discharge chamber, (4) screw conveyor, (5) protruding rings, (6) support rollers, (7) drive, (8) girth gear, (9) spiral blades, (10) flights, (11) cylinder, and (12) feeder

Gambar 38. *Direct rotary dryer*
(Sumber: www.idreco.com/indirect-rotary-dryers/)

3. *Spray Dryers*

Digunakan untuk mengeringkan bahan dengan viskositas tinggi seperti susu dan sari buah. Mekanismenya yaitu bahan disemprotkan oleh *sprayer* (penyemprot) sehingga luas permukaannya besar sehingga terjadi evaporasi dan menjadi kering.



Spray dryer: (1) drying chamber, (2) atomizer, (3) screw conveyor for removing dried material, (4) cyclone, (5) bag filter, (6) blower, and (7) heater

Gambar 39. *Spray dryers*
(Sumber: <https://www.spraydryingnozzles.com>)

Pengeringan Tidak Langsung

Sama dengan pengeringan langsung, pengeringan tidak langsung pun dibedakan menjadi dua, yakni tipe *batch* dan tipe kontinyu. Pengeringan tidak langsung tipe *batch* biasanya dioperasikan pada kondisi vakum. Di bawah ini merupakan contoh pengeringan tidak langsung tipe *batch*.

1. *Agitated Pan Dryer*

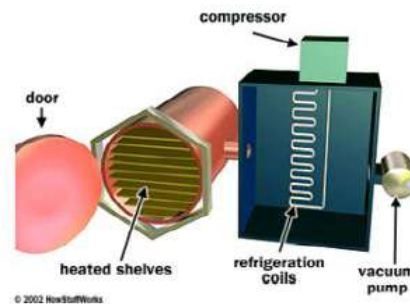
Metode ini dapat dioperasikan pada tekanan normal dan vakum. Terdapat pemutar panas untuk menambah efisiensi sistem. Aplikasinya untuk bahan pasta, cair, *slurries* (seperti lumpur).

2. *Freeze Dryer*

Bahan dibekukan terlebih dahulu untuk kemudian dikeringkan dalam pengering dengan tekanan vakum.



1. Agitated Pan Dryer



2. Freeze Dryer

Gambar 40. Pengeringan tidak langsung tipe *batch*
(Sumber: <https://www.bewltd.com/agitated-pan-dryer.html>)

Pengeringan tipe kontinyu adalah pengeringan yang dicapai dengan melewati bahan secara kontinyu melalui kontak udara panas. Yang termasuk dalam pengeringan tidak langsung tipe kontinyu seperti diuraikan di bawah ini.

1. *Cylinder Dryer* (Pengering Silinder)

Metode ini digunakan untuk mengeringkan bahan kertas, *cellophane*, dan bahan tekstil dalam silinder berputar dan mengandung uap panas. Mekanismenya bahan dipompa melalui *nozel* ke bagian antara silinder. Ketebalan bahan tergantung pengaturan jarak antara silinder. Cocok untuk pengeringan produk susu, deterjen, *yeast* (khamir).

2. *Drum dryer* (Pengering Drum)

Metode yang digunakan untuk mengeringkan cairan dari bahan baku dengan drum pengering. Pemanas dapat berupa uap atau air panas. Pengering ini terdiri atas tiga tipe yaitu *single*, *dip feed*, dan *single fine film*. Mekanisme kerja alatnya: *roll* aplikator terletak di bawah *drum dryer* dan teraliri bahan. Lapisan cairan akan ditransfer ke *drum dryer*. Kemudian bahan diputar untuk menghindari over heating. Metode ini cocok digunakan untuk mengeringkan gelatin, lem, dan pestisida.



Twin Cylinder Dryer with Nip Feed

1. Cylinder dryer



2. Drum dryer

Gambar 41. Pengeringan tidak langsung tipe kontinyu
(Sumber: www.fertilizer-machine.net/product/rotary-drum-drying-machine.html)

Mesin Pengering Infra Red, *Dielectric Heat Dryer*

1. *Infra Red* atau *Radiant Heat Dryer*

Pengoperasian metode ini tergantung pada pembangkitan, transmisi, dan absorpsi sinar infra merah. Produk yang dihasilkan lebih bersih dan higienis. Pada *dielectric heat*

dryer, prinsip pembangkitan panas melalui penempatan bahan padat pada medan elektrik frekuensi tinggi.



Gambar 42. *Radiant heat dryer*
(Sumber: <https://slideplayer.info/amp/3644057/>)

Jenis-jenis Produk Hasil Proses Pengeringan

1. Manisan Kering Apel

Buah apel merupakan salah satu komoditas hortikultura yang berasal dari daerah subtropis, dapat dipanen 2 kali dalam 1 tahun. Di Indonesia, tanaman apel telah berhasil dikembangkan dengan baik di dataran tinggi yang beriklim kering seperti di Kota Batu, Jawa Timur.

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kota Batu (2015) diketahui bahwa total produksi buah apel di Kota Batu mencapai 708.438 kwintal/tahun, sedangkan jumlah buah apel afkir (subgrade) sebanyak 10% atau sekitar 7 ton dari hasil produksi apel yang belum termanfaatkan secara optimal. Apel mempunyai kandungan kadar air yang cukup tinggi yang menyebabkan buah apel cepat mengalami kerusakan. Apel “anna” memiliki rasa yang asam sehingga kurang disukai untuk dikonsumsi langsung sebagai buah seperti halnya apel “romebeauty” dan apel “manalagi”. Untuk itu perlu dilakukan suatu usaha pengolahan produk untuk menekan besarnya kerugian pasca panen buah. Salah satu olahan makanan dengan bahan baku apel “anna” yang belum dikembangkan adalah manisan kering, yang pengolahannya dapat dilakukan dengan cara pengeringan dan penambahan gula sehingga dapat langsung dikonsumsi dan mudah dalam pemasaran, daya awet lebih lama serta disukai oleh konsumen

Proses pengeringan manisan dapat dilakukan dengan penjemuran di bawah sinar matahari atau dengan alat pengering seperti oven/*cabinet dryer*. Pengeringan dengan menggunakan *cabinet dryer* memiliki keuntungan yaitu suhu dan kondisi sanitasi dapat dikontrol. Pada pengeringan menggunakan panas matahari selain biaya murah, tetapi cara ini sangat tergantung pada cuaca dan suhu pengeringan tidak bisa diatur sehingga akan memengaruhi kualitas manisan kering yang dihasilkan. Bahan tambahan yang digunakan adalah gula dan titik kritis kehalalan manisan apel kering terletak pada gula. Kandungan gizi manisan apel manalagi dapat dilihat pada Tabel 8 di bawah ini.

Tabel 8.
Hasil analisis bahan baku buah apel “anna”

Parameter	Hasil Analisis
Kadar Air (%)	86,9
Total Gula (%)	9,65
Vitamin C (mg/100g)	14,57
Serat Kasar (%)	1,24
Warna:	
Kecerahan (L*)	75,20
Kemerahan (a*)	8,50
Kekuningan (b*)	15,60
Tekstur (N)	5,80

Sumber: Shabrina & Susanto, 2017

2. Sale Pisang

Pisang merupakan salah satu komoditas yang tersedia melimpah sepanjang tahun. Namun seringkali produksinya tidak mampu diserap oleh pasar. Untuk mengatasi hal tersebut masyarakat secara tradisional mengawetkan pisang dengan mengolahnya melalui cara pengeringan menjadi sale pisang. Namun mutu sale pisang yang dihasilkan masih rendah. Di bawah ini merupakan pengolahan pisang dengan teknik pengeringan dengan sinar matahari dan teknik pengeringan kombinasi sinar matahari dan pada malam hari disimpan di oven suhu 45 °C. Kadar gizi dan mutu organoleptik sale pisang melalui modifikasi teknik pengeringan dapat dilihat pada Tabel 9 di bawah ini.

Tabel 9.
Kadar gizi sale pisang dengan berbagai teknik pengeringan

Kadar	Sampel				
	A1T0	A1T1	A1T2	A1T3	pisang
Air (%)	172,17 7	200,405	199,556	218,294	657,707
Glukosa (%)	0,8	1,2	1,3	0,8	1,2
Serat kasar(%)	79,645	45,871	51,872	71,455	0,6006
Protein (%)	2,34	2,86	3,74	2,69	2,54
Warna	cokelat	Cokelat	cokelat	cokelat	
Lama pengeringan					
Matahari	5 hari	4 hari	3 hari	3 hari	
Oven	-	3 malam	3 malam	2 malam	

Sumber: Fery Indradewi A, 2016

Keterangan:

A1T0: Sale pisang dengan pengeringan sinar matahari dan disimpan di ruang terbuka pada malam hari

A1T1: Sale pisang dengan pengeringan sinar matahari dan di dalam oven suhu 45 °C pada malam hari

A1T2: Sale pisang dengan pengeringan sinar matahari dan di dalam oven suhu 55 °C pada malam hari

A1T3: Sale pisang dengan pengeringan sinar matahari dan di dalam oven suhu 65 °C pada malam hari

3. Tepung Umbi Talas

Produksi talas di Indonesia pada tahun 2013 mencapai sekitar 825 ton yang diperoleh dari lahan seluas 55 ha yang tersebar di enam kabupaten/kota (Jatmiko & Estiasih, 2014). Kebutuhan karbohidrat masyarakat Indonesia setiap tahunnya mengalami peningkatan, sementara penyediaan karbohidrat dari tanaman sereal saja tidak mencukupi. Tanaman talas yang merupakan penghasil karbohidrat dan berpotensi sebagai suplemen substitusi beras atau sebagai diversifikasi bahan pangan dan bahan baku industri. Umbi talas merupakan sumber protein, vitamin C, riboflavin, niasin, tiamin, dan mineral yang bagus. Penggunaannya dalam masyarakat masih sangat terbatas karena sifatnya yang tidak tahan lama disimpan dan tidak mampu meningkatkan perekonomian para petani. Umbi talas mudah sekali mengalami kerusakan dikarenakan kandungan airnya yang cukup tinggi (63-85%). Talas yang sudah terlanjur dipanen tidak bisa bertahan lama tanpa proses pengolahan. Untuk mengatasi masalah di atas adalah melalui pengolahan umbi talas menjadi tepung. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan daya simpan tanpa mengurangi nilai gizi talas.

Talas berpotensi untuk dijadikan tepung karena kandungan pati yang tinggi, sekitar 70-80%. Pengeringan pada pembuatan tepung talas merupakan salah satu tahapan yang krusial karena menentukan kualitas dan keawetan dari produk olahan selanjutnya dari tepung tersebut. Pengeringan dilakukan dengan menggunakan alat pengering kabinet yang bekerja menggunakan bantuan panas dan mudah dioperasikan. Pengeringan dengan menggunakan *cabinet dryer* memiliki lebih banyak keuntungan dibandingkan dengan menggunakan sinar matahari. Hal ini dikarenakan suhu pengeringan dan aliran udaranya dapat diatur sehingga pengeringan lebih cepat dan merata serta kebersihan dapat lebih terjaga. Pengaruh suhu dan lama pengeringan terhadap hasil uji organoleptik dan uji proksimat tepung umbi talas dapat dilihat pada Tabel 10 di bawah ini.

Tabel 10.

Kadar gizi tepung umbi talas

Kadar	Suhu Pengeringan			
	50 °C		60 °C	
	8 jam	10 jam	8 jam	10 jam
Rendemen (%)	8,57	7,31	5,42	3,07
Air (%)	11,8	9	10,2	8,1
Kadar abu (%)	11,09	10,46	14,06	10,6
Kadar protein (%)	6	5	3,95	3,91
Kadar karbohidrat (%)	73,57	72,14	73,58	72,76
Nilai kenampakan	7,58	8,6	4,87	4,4
Aroma	6,82	6,76	5,98	5,89
Tekstur	7,16	7,2	6,22	6,29

Sumber: Erni et al., 2018

4. Tepung Oncom Merah

Neurospora sp. merupakan spesies yang umum ditemukan pada makanan seperti oncom merah karena pertumbuhannya yang cepat membentuk warna kuning. Kapang ini menghasilkan karotenoid yang dapat menyuplai kebutuhan tubuh akan provitamin A. Kapang ini mempunyai mekanisme spesifik yang diperlukan untuk mensintesis pigmen karotenoid yang ditemukan pada bagian yang disebut konidiospora sehingga diperlukan proses ekstraksi untuk memperoleh ekstrak karoten.

Karotenoid bersifat tidak larut dalam air, metanol, etanol dingin, larut dengan baik dalam pelarut-pelarut organik seperti karbon disulfida, benzena, kloroform, aseton, eter, dan petroleum eter (Ketaren, 2005). Dengan memperhatikan tingkat polaritas masing-masing pelarut dan efektivitasnya menarik atau mengekstrak karotenoid. Penggunaan pelarut jenis aseton, heksana, dan petroleum eter sebagai eluen relatif aman digunakan dalam industri. Pengaruh jenis pelarut yang baik untuk ekstraksi karotenoid dan mengetahui suhu *spray dryer* (pengering semprot) yang baik terhadap kadar karotenoid bubuk dapat dilihat pada Tabel 11 di bawah ini.

Tabel 11.
Data hasil analisis kadar karotenoid kapang oncom merah

Jenis Pelarut	Suhu (°C)	Kadar Air (%)	Kecerahan (L *)	Merah (a*)	Kuning (b*)	Total karoten (ppm)
Aseton	120-140	3,73 b	80,23 b	5,58 ^a	21,56 ^a	7,93
Petroleum eter	120-140	3,07 a	68,73 a	7,00 ^b	21,91 ^a	7,48
Heksana	120-140	2,98 a	68,24 a	10,82 ^c	24,25 ^b	18,32
	120	4,80 ^c	64,26 ^a	9,21 ^c	22,08 ^a	11,92 ^b
	130	3,08 ^b	73,41 ^b	7,77 ^b	22,47 ^{ab}	10,24 ^a
	140	1,90 ^a	79,53 ^c	6,42 ^a	23,17 ^a	11,58 ^b

Sumber: Purnamasari et al., 2013

5. Bubuk Pewarna

Produk ini dapat dibuat secara sintesis menggunakan campuran bahan-bahan kimia atau pun dapat menggunakan bahan alami seperti buah-buahan, sayur-sayuran, bahkan dari limbah pertanian, seperti kulit buah naga merah. Penelitian Sofyaningsih & Iswahyudi (2018) menghasilkan bubuk pewarna yang diproduksi melalui proses *spray drying* dilakukan dengan suhu inlet 50-160°C dan suhu outlet 70-80°C serta konsentrasi maltodekstrin DE10-12 sebesar 10, 15, dan 20%. Dari hasil penelitian diketahui bahwa konsentrasi 20% memiliki rendemen tertinggi (40,59%), kadar air terendah (4,67%), dan tingkat kecerahan tertinggi (76,77). Proses ekstraksi kulit buah naga merah menggunakan air hingga produk akhir (bubuk pewarna) dapat dilihat pada Gambar 43.



Gambar 43. Proses pembuatan bubuk pewarna kulit buah naga merah dengan teknik *spray drying* (Sumber: dokumen pribadi)

Titik Kritis Kehalalan Produk

Manisan Kering Apel

Produk ini dibuat dengan pemberian gula pasir yang titik kritisnya ada pada proses pemucatan/pemutihan warna gula dengan arang aktif yang bisa didapat dari tulang babi/sapi yang tidak disembelih dengan cara Islami.

Bubuk Pewarna

Pewarna alami biasanya diperoleh dengan jalan mengekstrak pewarna dari bahan baku dengan pelarut. Jika menggunakan air tidak masalah, namun jika menggunakan etanol, harus dipastikan tidak berasal dari industri khamar. Apabila ekstrak pewarna akan dibuat bubuk, maka titik kritis kehalalan ada pada *filler* (bahan pengisi) yang digunakan, seperti maltodekstrin yang dapat dibuat dengan cara menghidrolisisnya menggunakan enzim. Letak titik kritis kehalalannya pada media fermentasi saat memproduksi enzim.

Latihan 11

1. Pak Muslim sedang merintis UMKM pembuatan instan "Soup Cream Ayam dan Kentang". Untuk mendapatkan warna produk sup yang baik:
 - a. Bagaimanakah penanganan dari bahan baku tersebut dan tujuan dari perlakuan?
 - b. Apakah alat pengeringan yang cocok untuk untuk membuat produk tersebut?
 - c. Berdasarkan komposisi produknya, bahan apa yang mempunyai titik kritis kehalalan?



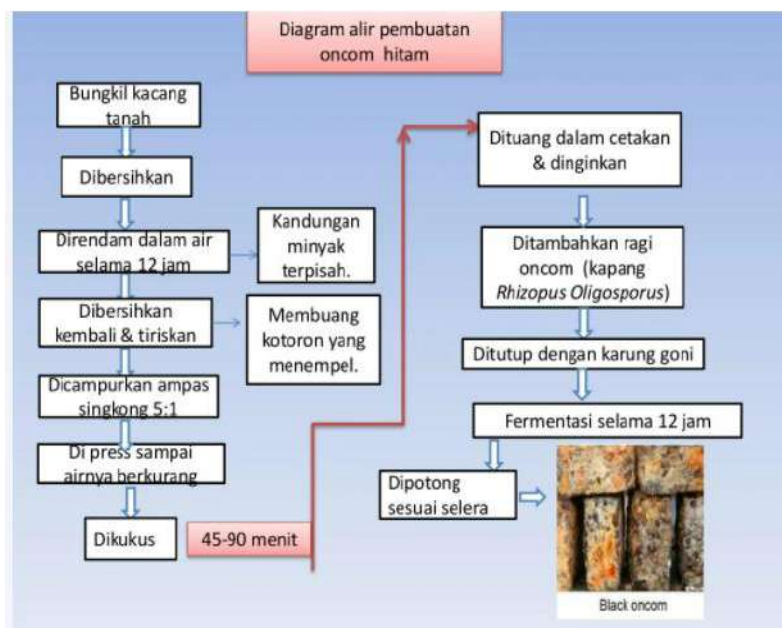
Gambar 44. Produk sup krim ayam (Sumber: sup cream kentang dan ayam instant)

Komposisi : Tepung gandum, krimer nabati, gula, garam, pati kentang, susu bubuk, ekstrak ragi, lada bubuk, bawang putih, monosodium glutamat

2. Jelaskan menurut anda cara pengeringan yang tepat untuk produk di bawah ini!
Mengapa perlu dilakukan pengeringan untuk produk di atas dan jelaskan prinsip metode pengeringan?

No	Bahan	Metode Pengeringan
1	susu	
2	santan	
3	kerupuk	
4	Tapioka	
5	Manisan Buah	
6	Keripik Kentang	
7	Nutrisari	

3. Di bawah ini adalah gambar skema pembuatan oncom hitam, jelaskan dan tentukan titik kritis kehalalan pada pembuatan oncom hitam. Jika produk tersebut akan dijadikan tepung, teknik pengeringan apa yang cocok untuk membuat produk tersebut?



Gambar 45. Fermentasi oncom

(Sumber: www.slideshare.net/Nuruliswati/teknologi-fermentasi-pada-oncom)

Jawaban 11

- Penanganan dari bahan baku kentang adalah kentang terlebih dahulu direndam dalam larutan garam untuk mencegah terjadinya reaksi browning enzimatis yang akan memengaruhi warna dari produk, sedangkan ayam dilakukan proses perebusan terlebih dahulu.
 - Teknik pengeringan yang cocok adalah teknik *drum dryer*.
 - Tepung gandum, krimer nabati, gula, ekstrak ragi, susu bubuk, dan monosodium glutamat.

2. Cara pengeringan yang tepat:

No	Bahan	Metode Pengeringan
1	Susu	<i>Spray drying</i>
2	Santan	<i>Vacuum evaporator</i>
3	Kerupuk	<i>Sun drying</i>
4	Tapioka	<i>Sun drying</i>
5	Manisan Buah	<i>Sun drying/ Conveyor drying</i>
6	Keripik Kentang	<i>Deep frying</i>
7	Minuman serbuk "Nutrisari"	<i>Spray drying</i>

Tujuan dilakukan pengeringan adalah:

- a. pengawetan;
- b. mengurangi volume dan berat produk, mempermudah proses transportasi, dan penyimpanan produk pangan;
- c. penganekaragaman produk seperti *breakfast cereal* dan minuman instan.

Prinsip Proses pengeringan:

Proses pengurangan kadar air dari bahan melalui mekanisme pindah panas dan difusi air (pindah massa), sehingga kadar air bahan pangan akan berkurang sehingga dapat memperpanjang umur simpan bahan.

3. Oncom hitam tidak memiliki titik kritis kehalalan walaupun ada tahapan pemberian ragi karena berdasarkan SK Direktur LPPOM MUI, oncom hitam bukan bahan yang kritis. Teknik pengeringan yang cocok adalah dengan teknik *sun drying* atau *conveyor drying* (jika akan diproduksi secara massal).

Rangkuman 11

1. Pengeringan adalah proses penghilangan kadar air bahan pangan dengan cara menguapkan sebagian besar air yang dikandungnya dengan menggunakan energi panas, baik secara alami maupun buatan. Pada saat pengeringan terjadi proses pindah panas secara konduksi, konveksi, dan radiasi. Bahan pangan yang dikeringkan pada umumnya akan mengalami perubahan kandungan nilai gizi, nilai sensori, dan sifat fisik.
2. Tujuan dilakukan pengeringan bahan pangan adalah mengurangi risiko kerusakan yang diakibatkan oleh kegiatan mikroba, menghemat ruang penyimpanan atau pengangkutan, produk lebih awet, dan mempertahankan kandungan nutrisi bahan pangan. Beberapa keuntungan pengawetan pangan dengan cara pengeringan adalah bahan lebih awet, volume dan berat berkurang, kemudahan dalam penyajian, dan penganekaragaman pangan. Kerugian pengawetan pangan dengan cara pengeringan adalah sifat asal dari bahan yang dikeringkan dapat berubah dan beberapa bahan kering perlu penanganan ulang sebelum dipakai kembali.
3. Faktor-faktor yang memengaruhi kecepatan pengeringan bahan pangan ada dua golongan, yaitu: faktor yang berhubungan dengan udara pengering (suhu, kecepatan volumetrik aliran udara pengering, dan kelembapan udara) dan faktor yang berhubungan dengan sifat bahan yang dikeringkan (ukuran bahan, kadar air awal, dan tekanan parsial di dalam bahan).
4. Pengeringan bahan pangan terdiri atas dua jenis yaitu pengeringan langsung dan tidak langsung. Pengeringan langsung adalah metode pengeringan yang dilakukan dengan kontak langsung antara bahan yang akan dikeringkan dengan udara panas. Contoh

pengeringan langsung adalah *batch through circulation dryers, tray and compartment dryers, fluid beds, continuous tray dryers, rotary dryers, dan spray dryer*. Pengeringan tidak langsung adalah yang dilakukan dengan mentransfer udara panas ke bahan yang masih basah melalui dinding penahan. Laju pengeringannya tergantung pada kontak bahan basah dengan permukaan panas. Contoh pengeringan tidak langsung adalah *agitated pan dryer, freeze dryer, cylinder dryer, dan drum dryer*.

Tes Formatif 11

1. Manakah di bawah ini yang merupakan faktor yang memengaruhi kecepatan pengeringan yang berhubungan dengan sifat bahan yang dikeringkan
 - A. Suhu
 - B. Kecepatan
 - C. Ukuran bahan
 - D. Aliran volumetrik udara
 - E. Tekanan udara

2. Berikut ini merupakan jenis-jenis pengering bahan bersifat cair . . .
 - A. pengering rak
 - B. pengering konveyor
 - C. pengering *rotary*
 - D. *spray dryer*
 - E. benar semua

3. Manakah di bawah ini yang termasuk jenis-jenis pengeringan buatan?
 - A. *rotary dryer, spray dryer, freeze dryer*
 - B. *rotary dryer, freeze dryer, sun drying*
 - C. *freeze dryer, sun drying, tunnel dryer*
 - D. *sun drying, tunnel dryer, rotary dryer*
 - E. *sun drying, drum dryer, freeze dryer*

4. *Drum dryer* dikelompokkan sebagai alat pengering apa?

A. pengering bahan padat	D. pengering pasta
B. pengering bahan cair	E. pengering radiasi
C. pengering gas	

5. Manakah di bawah ini yang termasuk dalam keuntungan menggunakan *spray dryer*?
 - A. Dapat mengeringkan baik lapisan luar ataupun dalam dari suatu padatan
 - B. Penanganan bahan yang baik sehingga menghindari terjadinya atrisi
 - C. Proses pencampuran yang baik, memastikan bahwa terjadinya proses pengeringan bahan yang seragam/merata
 - D. Menghasilkan produk yang bermutu tinggi, tingkat kerusakan gizi rendah, serta perubahan warna, bau, dan rasa dapat diminimalisasi
 - E. Dapat dipastikan tidak memerlukan bahan pengisi

Jawaban Tes Formatif 11

1. C
2. D
3. A
4. B
5. B

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 11 yang terdapat di bagian modul ini. Hitunglah jawaban yang benar, lalu gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Modul 11.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{jumlah jawaban yang benar}}{\text{Jumlah soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan:

- 90 – 100% : baik sekali
- 80 – 89% : baik
- 70 – 79% : cukup
- < 70% : kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Modul 12. Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Modul 11, terutama di bagian yang belum dikuasai.

Modul 12: Pengolahan dan Pengawetan Pangan dengan Proses Penggorengan

Metode Pembelajaran	Estimasi Waktu	Capaian Pembelajaran
Ceramah dan diskusi Pemberian tugas	100 menit	Mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan prinsip dari teknologi pengolahan dan pengawetan pangan dengan metode penggorengan serta menjelaskan titik kritis kehalalan produk yang dihasilkan dengan teknik tersebut

Materi 12

Penggorengan adalah suatu pemanasan bahan pangan menggunakan medium minyak goreng sebagai penghantar panas. Metode pengolahan ini banyak diterapkan di industri pangan, terutama industri *snack* atau makanan camilan. Adapun tujuan dari proses penggorengan sebagai berikut:

1. pemanasan bahan pangan sehingga terjadi destruksi mikroorganisme, inaktivasi enzim, dan penurunan a_w ;
2. pemasakan bahan pangan; serta
3. pengeringan bahan pangan.

Pemasakan bahan pangan akan meningkatkan mutu makanan (*eating quality*) karena terjadi konversi zat gizi ke dalam bentuk yang lebih sederhana dan dapat dicerna manusia. Dari segi organoleptik, produk yang digoreng lebih gurih sehingga lebih disukai konsumen, sebagai contoh adalah pisang goreng versus pisang kukus atau singkong goreng versus singkong rebus. Tingkat preferensi konsumen diprediksikan lebih tinggi untuk produk yang digoreng daripada yang dikukus atau direbus. Selain itu, proses penggorengan akan menyebabkan terjadinya pengeringan bahan karena sebagian air menguap sehingga diperoleh tekstur yang renyah.

Waktu penggorengan tergantung pada beberapa faktor, meliputi:

1. jenis bahan pangan;
2. suhu minyak goreng;
3. metode penggorengan (*shallow* atau *deep-fat*);
4. ketebalan bahan pangan;
5. tingkat perubahan sesuai dengan mutu makan yang diinginkan.

Metode Penggorengan

Ada dua metode penggorengan, yakni:

1. Shallow/Pan Frying atau Penggorengan Dangkal

Yang dimaksud dengan penggorengan dangkal adalah proses penggorengan dengan menggunakan sedikit minyak goreng sehingga proses berlangsung pada minyak yang dangkal (*shallow*). Metode ini sesuai untuk produk pangan yang memiliki rasio luas permukaan terhadap volume yang besar, contohnya telur dadar, martabak telur, irisan daging, dan lain-lain. Pindah panas ke bahan pangan terjadi melalui mekanisme konduksi dari permukaan wajan yang panas melalui lapisan tipis minyak. Ketebalan lapisan minyak dipengaruhi oleh kondisi permukaan bahan. Jika permukaan bahan tidak rata, maka

ketebalan lapisan minyak pun tidak sama. Permukaan bahan yang tidak rata juga menyebabkan terjadinya variasi suhu dan pencokelatan tidak merata. Jika ingin sama, selama penggorengan harus dibalik-balik.

2. Deep-fat Frying atau Penggorengan dengan Minyak Banyak

Dalam metode *deep-fat frying* digunakan minyak goreng yang banyak sehingga bahan pangan terendam seluruhnya dan panas yang diterima seragam, hasil gorengan masak merata, dan warna seragam. Metode ini sesuai untuk berbagai bentuk dan bentuk yang tidak merata cenderung memerangkap minyak dalam jumlah lebih banyak saat produk diangkat. Pindah panas yang terjadi merupakan kombinasi konveksi dan konduksi melalui bagian dalam bahan.

Metode penggorengan dapat dibagi menjadi dua, yaitu sistem *batch* (terputus-putus) dan sistem kontinu. Sistem batch (Gambar 46) biasanya dalam satu alat bukan merupakan ban berjalan, sedangkan sistem kontinyu (Gambar 47) memungkinkan makanan diproses dari satu tahap ke tahap berikutnya secara berurutan tanpa terputus.



Gambar 46. Sistem *batch*
(Sumber: andaromesin.com/gas-deep-fryer)



Gambar 47. Sistem kontinyu
(Sumber:
<http://m.id.hibestcoatingmachine.com/frying-machine/small-medium-large-continuous-industrial.html>)

Metode penggorengan pun dapat dikelompokkan berdasarkan kondisi prosesnya yakni sebagai berikut:

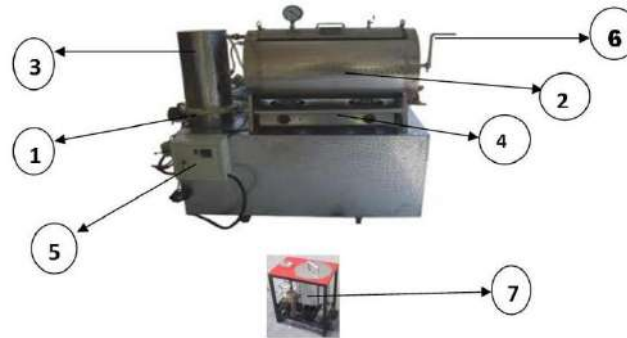
1. kondisi tekanan atmosfer;
2. pada tekanan lebih tinggi dari tekanan atmosfer; dan
3. kondisi vakum.

Penggorengan pada tekanan atmosfer terjadi pada penggorengan konvensional yang dilakukan secara terbuka pada tekanan normal. Suhu proses penggorengan pada suhu titik didih minyak sekitar 180 – 200 °C. Uap air dari bahan pangan akan dilepaskan ke udara bebas.

Penggorengan pada kondisi bertekanan dilakukan pada tekanan lebih tinggi dari tekanan atmosfer. Untuk itu dibutuhkan alat khusus dengan sistem tertutup yang mampu menahan tekanan tinggi. Proses penggorengan terjadi pada suhu yang lebih tinggi dari proses pertama.

Penggorengan pada kondisi vakum terjadi pada tekanan yang lebih rendah dari tekanan atmosfer hingga < 0 atau kondisi hampa udara. Dengan demikian titik didih minyak lebih rendah dibandingkan titik didih minyak pada tekanan atmosfer sehingga suhu dapat mencapai 90 °C. Metode ini sangat sesuai untuk bahan yang tidak tahan suhu tinggi. Produk komersial

yang dihasilkan seperti keripik bayam, keripik nangka, keripik jamur, keripik nanas, dan lain-lain.



Gambar 48. *Vacuum fryer* (penggorengan vakum)
(Sumber: <http://anekamesin.com/sistem-vacuumfrying.html>)

Keterangan gambar:

1. Pompa vakum water jet, berfungsi untuk menghisap udara di dalam ruang penggoreng sehingga tekanan menjadi rendah, serta untuk menghisap uap air dari bahan yang digoreng.
2. Tabung penggoreng, berfungsi untuk mengkondisikan bahan sesuai tekanan yang diinginkan. Di dalam tabung dilengkapi keranjang buah setengah lingkaran.
3. Kondensor, berfungsi untuk mengembunkan uap air yang dikeluarkan selama penggorengan. Kondensor ini air sebagai pendingin.
4. Unit pemanas, menggunakan kompor gas LPG.
5. Unit Pengendali Operasi (Panel Kontrol), berfungsi untuk mengaktifkan alat vakum dan unit pemanas.
6. Bagian pengaduk penggorengan, berfungsi untuk mengaduk buah yang berada dalam tabung penggorengan.
7. Mesin peniris minyak (spiner), berfungsi untuk meniriskan kandungan minyak keripik yang sudah jadi.

Perubahan pada Minyak Goreng dan Bahan Pangan Selama Penggorengan

Selama penggorengan, terjadi perubahan pada minyak goreng dan bahan pangan yang digoreng. Terjadi penyerapan minyak goreng pada bahan pangan yang digoreng. Selain itu, terjadi pindah panas secara konduksi melalui alat penggorengan yang bersentuhan dengan bahan yang digoreng, atau konveksi melalui minyak ke bahan. Di sisi lain, akan menghasilkan remah-remah dari bahan pangan dan komponen bahan pangan yang terlarut dalam minyak goreng seperti vitamin-vitamin larut lemak (A, D, E, K). Bahan pangan yang digoreng mengandung air yang kemudian akan teruapkan karena suhu penggorengan yang panas. Minyak goreng pun mengalami degradasi akibat panas yang berlangsung selama proses penggorengan. Perubahan-perubahan yang dimaksud dapat dilihat pada Gambar 49 di bawah ini.



Gambar 49. Perubahan-perubahan yang terjadi selama penggorengan
(Sumber: Muchtadi & Sugiyono, 2013)

Minyak goreng mengalami kontak dengan udara (aerasi) sehingga terjadi oksidasi pada ikatan rangkap asam-asam lemaknya. Proses oksidasi ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kontak dengan udara, suhu pemanasan, waktu penggorengan, dan pencahayaan.

Perubahan pada minyak goreng selama proses penggorengan juga disebabkan air dalam bahan yang menguap. Adanya air dalam minyak menyebabkan lemak terhidrolisis dan lebih lanjut terbentuk hidroperoksida. Hidroperoksida kehilangan sejumlah air dan membentuk komponen keton dan kemungkinan menjadi radikal bebas. Pemanasan lanjut dapat berubah menjadi bentuk dimer, trimer, epoksida, alkohol, dan hidrokarbon yang menimbulkan flavor tidak enak dan warna minyak menjadi gelap.

Bila tidak tersedia oksigen, suhu tinggi mengakibatkan polimerisasi molekul-molekul minyak goreng, membentuk dimer dan komponen siklik. Selain itu, terbentuk polimer minyak dengan berat molekul yang tinggi sehingga terjadi peningkatan kekentalan minyak. Hal ini berakibat pada penurunan koefisien pindah panas permukaan selama penggorengan sehingga terjadi peningkatan jumlah minyak yang masuk ke dalam bahan pangan.

Proses penggorengan dapat menurunkan nilai gizi karena terjadi oksidasi vitamin larut lemak. Retinol, karotenoid, tokoferol akan rusak sehingga berkontribusi terhadap perubahan flavor, namun komponen-komponen tersebut mempunyai efek antioksidan. Bila penggorengan terjadi dengan kondisi air cukup banyak, maka akan terjadi hidrolisis minyak menghasilkan asam lemak bebas, digliserida, monogliserida, dan gliserol.

Minyak yang telah dipakai yang dikenal dengan minyak jelantah memiliki beberapa ciri, yakni warna lebih gelap, viskositas lebih tinggi, dan bau menyimpang (*off-flavor*). Terjadinya perubahan tersebut ditentukan oleh seberapa kali minyak goreng digunakan dan jenis bahan pangan yang digoreng. Minyak yang telah mengalami perubahan fisik sangat dianjurkan tidak digunakan untuk menggoreng karena tidak baik untuk kesehatan dan menurunkan mutu makanan.

Di samping perubahan pada minyak goreng, proses penggorengan juga menyebabkan perubahan pada bahan Pangan. Perubahan-perubahan yang dimaksud meliputi:

1. pembentukan *crust* (kerak),
2. perubahan cita rasa, aroma, tekstur, dan warna,
3. pengurangan air,
4. penyerapan minyak,

5. kerusakan vitamin,
6. gelatinisasi pati, dan
7. denaturasi/koagulasi protein.

Pemilihan Jenis Minyak

Dalam memilih minyak goreng, banyak faktor yang perlu dipertimbangkan. Faktor-faktor tersebut meliputi:

1. Stabilitas minyak: minyak yang baik adalah minyak yang stabil selama penyimpanan. Minyak dengan kandungan asam lemak tidak jenuh yang tinggi cenderung lebih tidak stabil dan mudah mengalami perubahan karena proses penggorengan.
2. Kualitas makan: minyak bekas akan memengaruhi kualitas makan produk gorengan, sebagai contoh bekas goreng ikan akan tertinggal flavornya sehingga tidak layak untuk menggoreng bahan pangan lainnya.
3. Biaya: minyak yang diinginkan adalah minyak dengan harga ekonomis, namun perlu dicermati mutunya.
4. Kemudahan penanganan: minyak goreng yang tidak mengalami proses fraksinasi yang sempurna, akan mudah membeku saat disimpan pada suhu rendah. Bila minyak membeku, akan sulit saat menuang ke wajan.
5. Efisiensi minyak dalam proses penggorengan.
6. Proses penyerapan minyak oleh bahan pangan.

Efisiensi Minyak dalam Proses Penggorengan

Jumlah minyak yang digunakan selama proses penggorengan dapat dihitung efisiensinya dengan menghitung *oil turnover*. Besarnya *oil turnover* minyak dihitung melalui rumus di bawah ini:

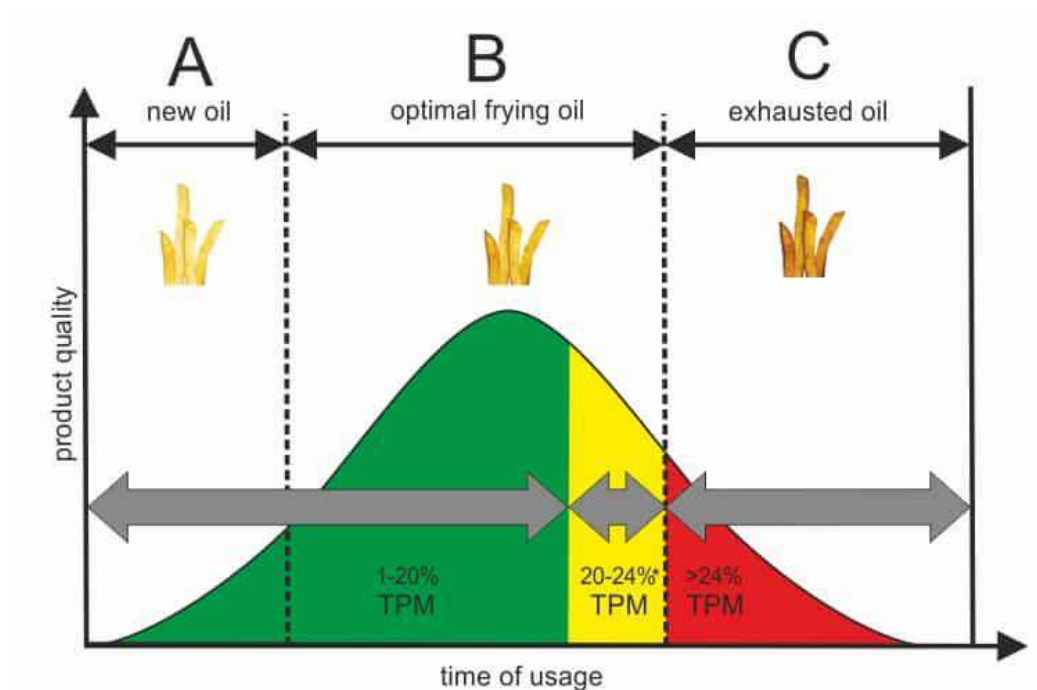
$$\text{Oil turnover} = \text{total minyak} / \text{minyak yang digunakan per jam}$$

Semakin banyak jumlah minyak yang ditambahkan dalam waktu penggorengan satu jam, nilai *turnover* semakin kecil. Jadi, nilai *turnover* minyak yang semakin kecil menunjukkan semakin boros pemakaian minyak sehingga minyak tersebut dapat dikatakan tidak efisien.

TPM (Total Polar Material)

TPM (*Total Polar Material*) merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui apakah suatu minyak masih aman digunakan atau tidak. TPM dipertimbangkan sebagai indikator yang lebih baik karena menunjukkan jumlah produk yang terdegradasi dari trigliserida awal yang ada dalam minyak. Siklus minyak goreng dan mutu produk hasil gorengan juga dikaitkan dengan jumlah TPM yang terkandung dalam minyak goreng. Pada minyak goreng yang baru (belum dipakai sebelumnya atau diistilahkan dengan *new oil*), belum terbentuk TPM. Pada pemakaian berikutnya yang disebut daerah *optimal frying oil* akan dihasilkan TPM dengan kisaran 1-20%, hingga memasuki area kuning dengan jumlah TPM 20-24%. Setelah itu, minyak goreng bekas yang tetap digunakan akan sampai pada tahap

exhausted oil dengan jumlah TPM > 24% sehingga warna produk gorengan yang dihasilkan akan semakin gelap. Fenomena tersebut ditunjukkan pada Gambar 50 di bawah ini.



Gambar 50. Hubungan waktu penggunaan minyak goreng dengan mutu produk gorengan

(Sumber: <https://ambetronics.com/cooking-oil-life-cycle/>)

Faktor-faktor yang memengaruhi jumlah minyak yang ikut terserap ke dalam bahan pangan selama penggorengan antara lain:

1. Kualitas minyak
2. Suhu dan lama proses
3. Bentuk dan porositas produk
4. Komposisi produk
5. Pra perlakuan bahan

Isu Terkini Produk Pangan Hasil Penggorengan

Adanya tuntutan akan tersedianya media penggorengan yang baru, yang tidak terlalu banyak memberi efek negatif pada kesehatan. Di samping itu, adanya tuntutan untuk menghasilkan produk gorengan yang jumlah kalorinya rendah. Di Amerika telah dikembangkan minyak yang tidak dapat dicerna oleh enzim alami dalam tubuh manusia.

Selain itu, telah lama pula dipraktikkan metode penggorengan dengan media nonminyak goreng, seperti dengan menggunakan batu kerikil. Praktik memasak *chest nut* menggunakan batu kerikil hitam dapat dijumpai di negara Cina. Media penggorengan tersebut dan hasil gorengannya dapat dilihat pada Gambar 51 dan 52 berikut.



Gambar 51. *Chest nut* (kastanya) yang sedang dimasak dalam batu kerikil hitam (Sumber: dokumen pribadi)



Gambar 52. Kastanya yang sudah digoreng (Sumber: dokumen pribadi)

Titik Kritis Kehalalan Produk Gorengan

Beberapa produk oleh-oleh dari berbagai daerah banyak yang diolah melalui proses penggorengan. Gambar 53 memperlihatkan berbagai aneka produk gorengan seperti aneka keripik sayur dan buah.



(a)



(b)

Gambar 53. Keripik sayur dan buah-buahan

(Sumber (a): <https://www.sipendik.com/cara-membuat-keripik-bayam-gurih-dan-renyah/>)

(Sumber (b): <https://www.bukalapak.com/p/food/cemilan-snack/ltppcz-jual-keripik-buah-khas-malang>)

Secara umum produk gorengan memiliki titik kritis kehalalan pada minyak goreng yang digunakan. Pada proses pemurnian minyak goreng dapat digunakan karbon aktif. Sumber dari karbon aktif sendiri dapat berasal dari tulang hewan ataupun dari bahan nabati seperti potongan kayu. Jika karbon aktifnya berasal dari babi atau dari tulang hewan halal namun cara penyembelihannya tidak sesuai syari'at Islam dan digunakan untuk pemurnian minyak, maka minyak tersebut menjadi tidak halal. Jadi, titik kritis kehalalan produk yang digoreng terletak pada minyak goreng yang digunakan. Selain itu, terletak pada jenis bahan pangan yang digoreng. Jika produk gorengannya berupa paru goreng, maka titik kritis kehalalannya pada paru yang digunakan, apakah berasal dari hewan halal atau hewan tidak halal. Di samping itu, perlu diperhatikan juga apakah digunakan bumbu-bumbu penyedap, perisa, pewarna, atau bahan tambahan pangan lainnya.

Latihan 12

1. Dalam siklus penggunaan minyak goreng dikenal istilah TPM. Apakah yang dimaksud dengan TPM dan apa implikasinya terhadap mutu produk?

2. Produk gorengan memiliki titik kritis kehalalan. Apa yang menjadi titik kritis kehalalan produk tersebut?

Jawaban 12

1. TPM adalah singkatan dari *Total Polar Material* yang merupakan jumlah produk yang terdegradasi dari trigliserida awal yang ada dalam minyak. Semakin sering minyak goreng digunakan, maka nilai TPM semakin meningkat sehingga mutu produk semakin turun dengan dicirikan oleh warna yang semakin gelap dari hasil gorengannya.
2. Selain asal usul bahan bakunya, produk yang digoreng memiliki titik kritis kehalalan dari minyak goreng yang digunakan karena dalam prosesnya, minyak goreng mengalami pemurnian yang bisa menggunakan karbon aktif (bisa berasal dari kayu atau tulang hewan seperti babi, sapi, dan lainnya). Di samping itu, dari bahan-bahan lain yang ditambahkan seperti bumbu-bumbu penyedap, perisa, pewarna, atau bahan tambahan pangan lainnya.

Rangkuman 12

1. Penggorengan adalah suatu pemanasan bahan pangan menggunakan medium minyak goreng sebagai penghantar panas.
2. Ada 2 metode penggorengan berdasarkan jumlah minyak goreng yang digunakan, yakni: penggorengan dengan minyak banyak (*deep-fat frying*) dan penggorengan dengan minyak sedikit (*shallow/pan frying*).
3. Metode penggorengan berdasarkan kondisi prosesnya dibedakan menjadi: penggorengan dengan kondisi tekanan atmosfer, pada tekanan lebih tinggi dari tekanan atmosfer, dan kondisi vakum.
4. Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam memilih minyak goreng, yakni stabilitas minyak, kualitas makan, biaya, kemudahan penanganan, efisiensi minyak dalam proses penggorengan, dan proses penyerapan minyak oleh bahan pangan.

Tes Formatif 12

1. Salah satu kriteria pemilihan minyak goreng yang baik adalah efisiensi yang dapat dilihat dari nilai *oil turnover*. Nilainya dapat dihitung dengan cara total minyak dibagi dengan minyak yang digunakan per jam. Nilai *oil turnover* menunjukkan boros tidaknya minyak goreng. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai *turnover* minyak goreng $K > L > M > N > O$. Minyak goreng manakah yang sebaiknya dipilih?
A. K B. L C. M D. N E. O
2. Dalam teknik penggorengan, kita mengenal teknik *deep frying* dan *shallow frying*. Keduanya berbeda dalam hal jumlah minyak yang digunakan untuk menggoreng produk. Teknik *shallow frying* cocok diterapkan untuk bahan pangan yang memiliki rasio luas permukaan terhadap volume yang besar. Produk apa yang cocok menggunakan teknik *shallow frying*?
A. donut kentang B. martabak telur C. *stick nugget*
D. kroket kentang E. pastel isi mayonnaise

3. Penggorengan merupakan teknik pengeringan bahan menggunakan media panas berupa minyak goreng. Menggoreng dengan teknik konvensional seperti yang diterapkan sehari-hari bisa mencapai suhu sekitar 170 °C. Kondisi ini dapat mengakibatkan retensi zat-zat gizi seperti vitamin berkurang drastis. Diperlukan teknik khusus untuk membuat keripik buah dan sayur sehingga vitamin dapat dipertahankan lebih banyak. Apa nama teknik penggorengan untuk tujuan tersebut?
 - A. tekanan 1 atm
 - B. teknik konvensional
 - C. bertekanan tinggi
 - D. bersuhu tinggi
 - E. teknik vakum
4. Penggorengan merupakan salah satu metode pengeringan dengan menggunakan minyak goreng sebagai medium pengantar panas. Berkaitan dengan hal tersebut, manakah pernyataan di bawah ini yang benar tentang proses penggorengan?
 - A. pada metode *pan frying* terjadi pindah panas secara konveksi melalui lapisan minyak.
 - B. pada metode *shallow frying* terjadi pindah panas secara konduksi melalui minyak yang banyak
 - C. *pan frying* sesuai utk produk pangan yang memiliki rasio luas permukaan terhadap volume yang kecil
 - D. pada *pan frying* akan dihasilkan lapisan minyak yang lebih tipis dibandingkan *shallow frying*
 - E. suhu penggorengan vakum akan lebih tinggi dibandingkan dengan penggorengan konvensional
5. Seorang ibu ingin mengolah sayuran yang lain dari yang biasanya. Ia mencoba membuat gorengan berbahan baku daun singkong dengan harapan anaknya mau mengonsumsinya. Teknik penggorengan ia pertimbangkan agar tidak banyak vitamin yang hilang. Teknik penggorengan apa yang dipilihnya?
 - A. Penggorengan konvensional
 - B. Penggorengan vakum
 - C. *Pan frying*
 - D. *Shallow frying* tekanan > 1 atm
 - E. *Pan frying* yang dikombinasikan dengan vakum

Jawaban Tes Formatif 12

1. A
2. B
3. E
4. D
5. B

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 12 yang terdapat di bagian modul ini. Hitunglah jawaban yang benar, lalu gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Modul 12.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{jumlah jawaban yang benar}}{\text{Jumlah soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan:

90 – 100% : baik sekali
80 – 89% : baik
70 – 79% : cukup
< 70% : kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Modul 13. Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Modul 12, terutama di bagian yang belum dikuasai.

Modul 13: Pengolahan dan Pengawetan Pangan dengan Teknologi Ekstrusi

Metode Pembelajaran	Estimasi Waktu	Capaian Pembelajaran
Ceramah dan diskusi Pemberian tugas	100 menit	Mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan prinsip dari teknologi pengolahan dan pengawetan pangan dengan metode teknologi ekstrusi serta menjelaskan titik kritis kehalalan produk yang dihasilkan dengan teknik tersebut

Materi 13

Definisi Ekstrusi

Ekstrusi bahan pangan adalah suatu proses di mana bahan tersebut dipaksa mengalir di bawah pengaruh satu atau lebih kondisi operasi seperti pencampuran (*mixing*), pemanasan, dan pemotongan (*shear*) melalui suatu cetakan (*die*) yang dirancang untuk membentuk hasil ekstrusi yang bervariasi. Fungsi pengestrusi meliputi: gelatinisasi/pemasakan, pemotongan molekuler, pencampuran, sterilisasi, pembentukan dan penggelembungan atau pengeringan (*puffing/drying*). Kombinasi satu atau lebih fungsi-fungsi tersebut merupakan proses ekstrusi. Teknologi ekstrusi mampu menghasilkan makanan ringan dengan berbagai pilihan bentuk dan ukuran yang bervariasi sebagaimana terlihat di bawah ini.



Gambar 54. Contoh produk ekstrusi

(Sumber: <https://in-sight.symrise.com/article/innovation-comes-to-the-fore-in-ready-to-eat-cereal-category>)

Aplikasi ekstruder pada industri pangan dimulai sejak pertengahan tahun 1930-an, yakni untuk produk pasta. Kira-kira 10 tahun kemudian, diaplikasikan untuk ekstraksi minyak. Selanjutnya pada tahun 1960-an, digunakan untuk menghasilkan makanan ringan dan *ready to eat* sereal.

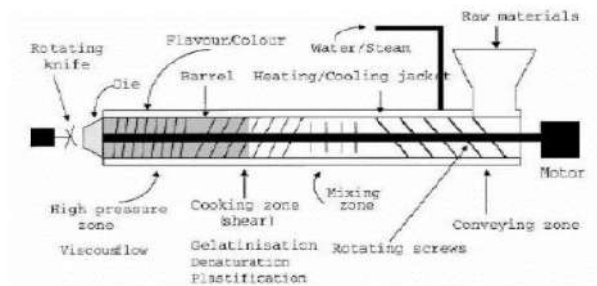
Alat untuk Proses Ekstrusi

Alat atau mesin utama yang digunakan untuk proses ekstrusi disebut ekstruder. Ekstruder pada dasarnya merupakan suatu alat yang dalam operasinya akan memaksa bahan mentah untuk mengalir dalam suatu kondisi operasi tertentu dan kemudian sekaligus memaksa bahan tersebut untuk melalui suatu bukaan sempit (*die*).

Ada 3 jenis tipe ekstruder, yaitu:

1. Ekstruder piston → piston berperan untuk mendorong adonan melalui lubang pencetak (*die*) yang terletak pada ujung ekstruder.

2. Ekstruder roller → bahan didorong keluar atas hasil kerja dua roda yang saling berputar.
3. Ekstruder ulir, terdiri atas ulir yang berputar dalam suatu barel yang cukup sempit yang menyebabkan bahan terdorong ke depan melewati ruangan yang sempit dan keluar melalui *die* (bukaan sempit) dalam bentuk tertentu, tergantung jenis *die*-nya. Ekstruder tipe ini banyak digunakan untuk memproduksi aneka makanan ringan. Yang populer dari ekstruder tipe ulir ini yaitu ekstruder ulir tunggal (*single screw extruder*) dan ekstruder ulir ganda (*twin screw extruder*). Ekstruder ulir tunggal berikut penampang melintangnya dapat dilihat pada Gambar 55 dan 56 berikut ini.



Gambar 55. Penampang melintang ekstruder ulir tunggal
(Sumber: <https://123dok.com/document/dzx47rvy-karakterisasi-fisikokimia-produk-ekstrusi-berbahan-sorgum-sorgum-bicolor.html>)



Gambar 56. Alat ekstruder ulir tunggal
(Sumber: <https://loyalfoodmachine.com/design-3216.html>)

Di industri pangan, dikenal 5 jenis ekstruder ulir tunggal yang secara rinci dijelaskan sebagai berikut:

1. Ekstruder Pasta

Dari namanya, kita dapat ketahui bahwa alat ini digunakan untuk memproduksi makaroni dan produk sejenis dari suatu adonan. Alat ini hanya mengakibatkan kenaikan suhu yang paling rendah sehingga mendekati jenis pengekstrusi isothermal. Jenis ekstruder ini paling ideal dibandingkan yang lain karena memiliki silinder licin dan tidak memiliki bentuk geometrik ulir yang konstan. Ekstruder pasta yang dimaksud dapat dilihat pada Gambar 57 di bawah ini.



Gambar 57. Ekstruder pembuat pasta
(Sumber: <https://www.alfaco.com/product/la-monferrina-dolly-pasta-machine/>)

2. Ekstruder Collet

Jenis ekstruder ini dapat membuat gelembung, membentuk butiran kering karena suhu tinggi, dan sekaligus dapat mendinginkan produk. Ekstruder ini mempunyai waktu tinggal (*residence time*) yang singkat karena kecepatan aliran yang tinggi sehingga pelepasan energi cepat terjadi. Alat ini memiliki silinder beralur dalam dan sangat kental (kelembapan rendah). Produk yang menggunakan ekstruder collet ini misalnya *snack* yang mengembang berbahan baku *corn meal*.

3. Ekstruder Bertekanan Tinggi

Cara kerja ekstruder bertekanan tinggi ini hampir sama dengan ekstruder pasta, hanya silindernya berulir. Adanya ulir tersebut menyebabkan keperluan akan tenaga tambahan dan naiknya suhu serta jumlah panas yang dilepas pada makanan. Dalam alat ini terjadi pemadatan dan pembentukan adonan yang telah mengalami gelatinisasi terlebih dulu, kemudian diperlukan proses lanjutan seperti penggorengan dalam lemak (panganan ringan) dan sereal.

4. Ekstruder *Low Shear*

Ekstruder jenis *low shear* digunakan sebagai pemasak yang kontinu untuk adonan berkadar air tinggi dan harus diproses lanjut seperti pembentukan, pengeringan, dan lain-lain. Dibandingkan dengan jenis ekstruder bertekanan tinggi (*forming extruder*), pemotongan lebih sering untuk jenis *low shear* ini. Karena berkadar air tinggi (kekentalan rendah), maka hampir semua energi yang dibutuhkan untuk pemasakan diambil dari luar (dipanaskan).

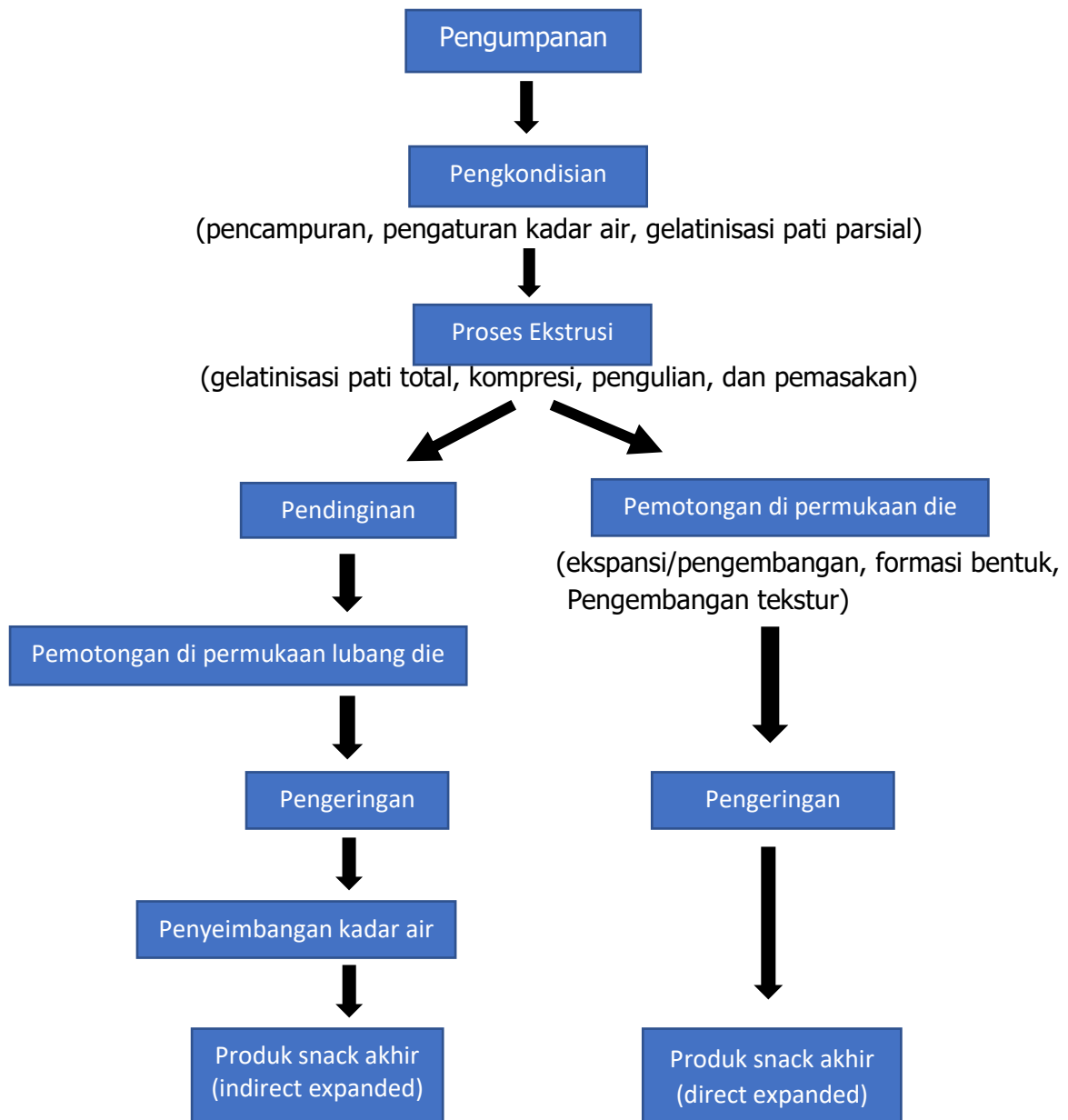
5. Ekstruder *High Shear*

Cara kerjanya mirip dengan *collet extruder*, namun waktu tinggal lebih lama dan kelembapan lebih tinggi. Oleh sebab itu, setelah proses ekstrusi dilanjutkan proses pengeringan. Ekstruder ini lebih fleksibel dibanding collet extruder, pemakaiannya lebih luas meliputi produk sereal bergelembung, panganan ringan, dan pakan hewan kering. Produk lebih cokelat, tekstur lebih kuat, dan aroma lebih baik.

Tahapan Proses Produk *Snack* dengan Teknologi Ekstrusi

Salah satu contoh produk ekstrusi adalah *snack*, yang dapat dibedakan menjadi *direct-expanded* dan *indirect expanded snack*. Produk digolongkan *direct expanded* jika produk dihasilkan langsung dari proses ekstrusi. Jadi, proses ekstrusi menghasilkan produk akhir, dibentuk dan dikembangkan (*expanded*) pada *die* ekstruder, umumnya tidak memerlukan proses lanjutan kecuali sedikit pengeringan untuk memperoleh kadar air yang diinginkan. Kebanyakan produk dibentuk dengan menggunakan *die* berbentuk bulat dan langsung dipotong setelah keluar dari *die*. Bentuk dan ukuran produk ditentukan dari kecepatan pemotongan. Jika pemotongannya cepat, maka produk akan berbentuk bola; jika agak lambat, maka akan dihasilkan bentuk batang; dan bentuk keriting jika pemotongannya lebih lambat lagi. Bahan baku yang digunakan umumnya dari jagung dan ekstruder yang dipakai berulir tunggal.

Sebaliknya, *indirect expanded* tidak mengembang dan berkadar air rendah sehingga karakteristiknya mirip dengan pasta kering. Pengembangan akan terjadi jika dilanjutkan dengan proses lanjutan seperti penggorengan atau dengan udara panas (*hot air puffing*). *Indirect expanded snacks* disebut juga *third generation snacks*, *half products*, atau *snack pellets*. Secara umum proses pembuatan kedua jenis *snack* ini dapat diamati pada Gambar 58 berikut ini.



Gambar 58. Tahapan produksi *direct* and *indirect expanded snacks*
(Sumber: Muchtadi, T. R. & Sugiyono, 2013)

Contoh Produk Ekstrusi

1. Produk Sereal

Produk sereal yang cukup populer adalah sereal siap santap (*ready to eat cereal*). Beragam produk sereal siap santap kini telah dijual di pasaran, sebagai contoh *corn flakes*. Bahan bakunya berupa jagung meniran (*corn grits*) yang secara tradisional dimasak bertekanan selama 3 jam, dikeringkan sampai kadar air 21%, didiamkan 2 jam agar air terdistribusi merata, dipipihkan, dipanggang, dan disemprot dengan larutan vitamin sehingga total waktu proses 5 jam. Namun dengan teknologi ekstrusi prosesnya berjalan lebih cepat (dalam hitungan menit), reduksi biaya bahan baku (194%) karena

ukuran meniran tidak harus sama, penurunan konsumsi energi (100%), dan penghematan biaya tenaga kerja (13,8%).

Produk sereal lainnya adalah roti kering berbahan baku tepung terigu, susu bubuk, tepung jagung, dan gula. Kesemua bahan dicampur, ditambahkan air, dan diekstrusi pada suhu dan tekanan tinggi. Selanjutnya produk dipanggang untuk memperoleh warna permukaan (*crust*) yang cokelat dan menurunkan kadar air. Dengan ekstrusi terjadi penghematan energi hingga 66% dibanding metode konvensional (pengovenan).

2. *Texturized Vegetable Protein* (TVP)

TVP merupakan produk pangan berbasis protein, biasanya berupa tepung kedelai bebas lemak baik konsentrat ataupun isolat. Dikenal sebagai produk analog daging. Besarnya pH diatur, pH 5,5 dapat meningkatkan *chewiness* produk, sedangkan pH 8,5 membuat produk lebih lebih lembut dan lunak serta rehidrasi yang lebih cepat. Kalsium klorida ditambahkan sebagai *firming agent*. Campuran bahan lalu diplastisasi dalam ekstruder bersuhu 60 – 104 °C. Pemasakan ini dapat menghancurkan enzim seperti urease yang dapat mempersingkat umur simpan, lipoksidase penyebab *off flavor* sebagai akibat oksidasi lemak kedelai, dan tripsin inhibitor yang menurunkan daya cerna protein. Produk diekstrusi kembali untuk memperoleh bentuk untaian (*expanded texturized strands*). Setelah itu, didinginkan dan dikeringkan hingga kadar air 6 -8%.



Gambar 59. *Texturized Vegetable Protein*

(Sumber: <https://www.amazon.co.uk/Textured-Vegetable-Protein-Chunks-10kg/dp/B08Q8R8SSQ>)

3. Produk *Confectionery*

Permen karet atau *fruit gum* dibuat dari campuran gula, glukosa, dan pati. Panas HTST (*high temperature short time*) dari ekstruder menyebabkan pati tergelatinisasi, gula melarut, dan menguapkan kelebihan air. Tingkat kekerasan tekstur (lunak sampai elastis) dari permen diatur dengan mengontrol formula dan kondisi proses. Bentuk dapat diatur dengan mengganti *die* sesuai yang diinginkan, flavor dan pewarna dapat bervariasi. Tidak memerlukan pengeringan lanjutan dan proses cepat.

Keuntungan Proses Ekstrusi

Dari uraian proses di atas, kita sudah mendapat gambaran beberapa keuntungan yang dapat diperoleh melalui teknologi ekstrusi yakni sebagai berikut:

1. kualitas produk baik dengan aneka ragam bentuk dan ukuran;
2. proses otomatis, cepat, dan produktivitas tinggi;
3. HTST menjaga bahan dari kerusakan;
4. tidak menghasilkan limbah.

Pengaruh Proses Ekstrusi terhadap Produk Pangan

1. Karakteristik Sensori

Kondisi HTST berpengaruh kecil terhadap warna dan flavor alami produk pangan. Jika ditambah flavor, bisa gagal karena flavor yang volatil hilang saat keluar dari *die*. Oleh karena itu, flavor diaplikasikan pada permukaan produk dalam bentuk emulsi atau campuran kental. Cara ini pun bisa mengakibatkan produk lengket satu sama lain sehingga diperlukan pengeringan lebih lanjut.

2. Nilai Nutrisi

Kehilangan vitamin dan asam amino minimal karena HTST. Ekstruder yang dioperasikan pada suhu 154 °C terjadi retensi tiamin sebesar 95%, terjadi sedikit kehilangan riboflavin, piridoksin, niasin atau asam folat pada sereal. Kehilangan asam askorbat dan vitamin A mencapai 50%. Kehilangan lisin, sistin, dan metionin dari beras bervariasi 50 dan 90%. Dapat terjadi destruksi komponen antinutrisi dari kedelai sehingga meningkatkan nilai nutrisi dari TVP.

Titik Kritis Kehalalan Produk Ekstrusi

Dalam pembahasan titik kritis kehalalan ini, diambil contoh dari produk yang beredar di pasaran di bawah ini seperti tertera dalam Tabel 12.

Tabel 12.
Contoh produk ekstrusi berikut titik kritis kehalalannya

Nama Produk	Komposisi	Titik Kritis Kehalalan (TKK)
	Tepung Terigu (24,62%), Gula, Tepung Beras, Minyak Nabati (mengandung Antioksidan TBHQ), Maltodekstrin, Whey Bubuk, Susu Skim Bubuk, Krimer Nabati, Tepung Ubi Jalar Ungu (2,4%), Garam, Perisa sintetis ubi (mengandung Antioksidan BHT), Pengemulsi (Lesitin Kedelai), dan Pewarna Makanan Sintetis (Merah Allura CI 16035)	- Tepung terigu: vitamin yang ditambahkan pada prosesnya. - Gula: proses refining dapat menggunakan karbon aktif - Minyak nabati: proses refining dapat menggunakan karbon aktif - Maltodekstrin: agen penghidrolisis jika hidrolisisnya menggunakan enzim - Whey bubuk: karena merupakan hasil samping industri keju, maka TKK pada koagulan (jika menggunakan rennet) - Susu skim bubuk: zat yang digunakan pada standarisasi susu (bisa menggunakan laktosa)

		- Perisa sintetis ubi: zat-zat penyusun perisa yang kritis - Pengemulsi (lesitin kedelai): penambahan enzim untuk memperbaiki sifat fungsionalnya
	Jagung, Gula, Pisang Kering, Puree Pisang, Ekstrak malt, Garam, Perisa Alami Pisang, Premiks Vitamin dan Mineral, Vitamin A, B1, B2, B3, B6, B9, B12, C, Mineral Zat Besi dan Seng, Antioksidan Tokoferol.	- Ekstrak malt: titik kritis tergantung dari sumber bahannya, jika dari nabati dan tanpa bahan tambahan, maka bahan ini tidak menjadi kritis. Apabila pada saat mengekstrak digunakan bahan penolong enzim, menjadi kritis. Asal usul enzimnya harus diperhatikan apakah berasal dari sumber yang halal atau tidak. - Perisa alami pisang: zat-zat penyusu perisa yang kritis - Premiks vitamin: jika mengandung vitamin-vitamin yang dihasilkan melalui proses fermentasi - Antioksidan tokoferol: harus dilihat asal usulnya, jika dari bahan kimia sintetis, tidak masalah, namun jika dari alami harus dilihat asal usulnya dan prosesnya apakah menggunakan bahan tambahan yang nonhalal.

Latihan 13

1. Diketahui suatu produk daging analog terbuat dari tepung kedelai bebas lemak, kalsium klorida, dan air. Sebutkan titik kritis kehalalan produk tersebut.
2. Apa perbedaan antara *direct-expanded* dan *indirect expanded snack*?

Jawaban 13

1. Produk daging analog tersebut tidak memiliki titik kritis kehalalan. Untuk memperoleh tepung kedelai bebas lemak biasanya menggunakan pelarut heksana yang tidak kritis karena termasuk bahan kimia. Demikian juga dengan kalsium klorida yang merupakan bahan kimia dan air yang masuk dalam daftar bahan tidak kritis.
2. Produk digolongkan *direct expanded* jika produk dihasilkan langsung dari proses ekstrusi. Jadi, proses ekstrusi menghasilkan produk akhir, dibentuk dan dikembangkan

(*expanded*) pada *die* ekstruder, umumnya tidak memerlukan proses lanjutan kecuali sedikit pengeringan untuk memperoleh kadar air yang diinginkan. Adapun *indirect expanded snack* masih memerlukan proses lanjutan seperti penggorengan atau dengan udara panas (*hot air puffing*) untuk pengembangan produk.

Rangkuman 13

1. Ekstrusi bahan pangan adalah suatu proses di mana bahan tersebut dipaksa mengalir di bawah pengaruh satu atau lebih kondisi operasi seperti pencampuran (*mixing*), pemanasan, dan pemotongan (*shear*) melalui suatu cetakan (*die*) yang dirancang untuk membentuk hasil ekstrusi yang bervariasi.
2. Alat yang digunakan untuk proses ekstrusi disebut ekstruder, terbagi atas 3 tipe yaitu: tipe piston, roller, dan ulir yang umum digunakan untuk memproduksi makanan ringan (*snack*).
3. Karena ekstrusi berlangsung pada kondisi HTST (*high temperature short time*), pengaruh proses ekstrusi terhadap karakteristik sensori dan nilai gizi minimal.

Tes Formatif 13

1. Industri *snack* atau makanan ringan semakin berkembang dan semakin beraneka ragam produk yang dihasilkan. Bahan baku utamanya dipilih dari golongan sereal, seperti jagung dan beras dan dapat dicampur dengan kacang-kacangan, salah satunya kacang kedelai. Pengolahannya menggunakan teknik tersendiri di mana bahan akan dipaksa melalui celah sempit (*die*) yang beragam bentuknya. Apa nama teknik pengolahan *snack* tersebut?
A. ekstrusi B. evaporasi C. dehidrasi D. *roasting* E. *baking*
2. Pengaruh teknologi ekstrusi cukup baik terhadap retensi vitamin dan asam amino. Hal tersebut disebabkan kondisi operasi dengan teknik ekstrusi menggunakan HTST (*High Temperature Short Time*). Namun ada vitamin yang retensinya agak kurang baik karena hanya mampu dipertahankan sekitar 50%. Vitamin apa yang dimaksud?
A. tiamin B. asam askorbat C. riboflavin D. piridoksin E. Niasin
3. Suatu breakfast cereal berbentuk bulat, terbuat dari *corn grits* (menir jagung) dan diselaputi coklat. Cereal ini biasanya dikonsumsi bersamaan dengan susu dan disajikan saat sarapan. Jika dilihat dari prosesnya, cereal ini sebenarnya bisa langsung dikonsumsi karena sudah matang. Melalui proses apakah cereal ini dihasilkan?
A. ekstrusi, *direct expanded*
B. ekstrusi, *indirect expanded*
C. pengeringan, *direct expanded, coating*
D. ekstrusi, *direct expanded, coating*
E. ekstrusi, *indirect expanded, coating*
4. Berbagai produk setengah jadi seperti kulit pangsit, kulit gyoza, ramen mentah, dan lain-lain mudah dijumpai di swalayan-swalayan. Produk ini tidak dikategorikan sebagai *ready to eat* karena masih memerlukan tahap pemasakan misalnya dikukus, direbus, atau digoreng. Melalui proses apakah produk ini dibuat?
A. *Mixing* bahan, ekstrusi, *direct expanded*
B. ekstrusi, *indirect expanded*
C. *Mixing* bahan, ekstrusi, *indirect expanded*
D. ekstrusi, *direct expanded, coating*
E. ekstrusi, *indirect expanded, coating*

5. Metode ekstrusi berkembang pesat dan diaplikasikan untuk membuat berbagai produk makanan. Pada proses *extrusion cooking*, suhu dan tekanan tinggi digunakan untuk mengembangkan produk. Produk apa yang diproses dengan *extrusion cooking* tersebut?
A. pasta B. spageti C. makaroni D. *hot dog* E. *texturized vegetable protein*

Jawaban Tes Formatif 13

1. A
2. B
3. D
4. C
5. E

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 13 yang terdapat di bagian modul ini. Hitunglah jawaban yang benar, lalu gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Modul 13.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{jumlah jawaban yang benar}}{\text{Jumlah soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan:

- 90 – 100% : baik sekali
80 – 89% : baik
70 – 79% : cukup
< 70% : kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Modul 14. Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Modul 13, terutama di bagian yang belum dikuasai.

Modul 14: Pengolahan dan Pengawetan Pangan dengan Metode Iradiasi serta Metode Non-termal

Metode Pembelajaran	Estimasi Waktu	Capaian Pembelajaran
Ceramah dan diskusi Pemberian tugas	100 menit	Mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan prinsip dari teknologi pengolahan dan pengawetan pangan dengan dengan metode iradiasi serta metode non-termal serta menjelaskan titik kritis kehalalan produk yang dihasilkan dengan teknik tersebut

Materi 14

IRADIASI

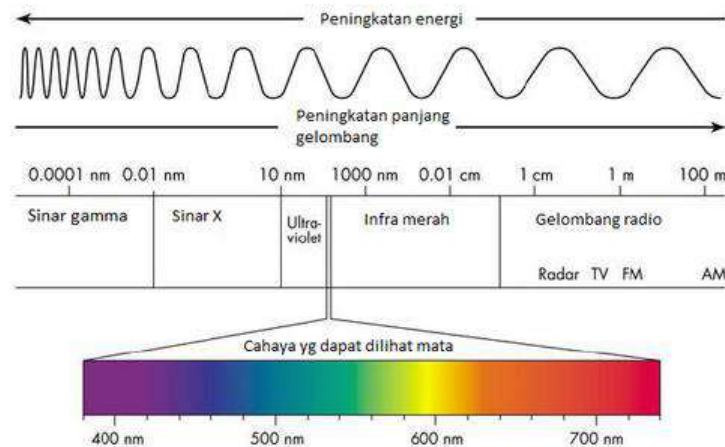
Definisi

Kita harus dapat membedakan pengertian iradiasi dan radiasi. Iradiasi diartikan sebagai penggunaan energi untuk penyinaran bahan pangan dengan menggunakan sumber radiasi buatan seperti penggunaan sinar gama. Adapun radiasi merupakan istilah umum yang biasa digunakan untuk semua jenis energi yang dipancarkan tanpa media, seperti pancaran sinar matahari. Umumnya iradiasi berfungsi untuk membunuh mikroba dan menginaktifkan enzim yang ada di permukaan dan dalam bahan.

BPOM (Badan Pengawas Obat dan Makanan) telah mengeluarkan Peraturan No. 18 tahun 2019 tentang Cara Iradiasi Pangan yang Baik. Dalam peraturan tersebut dijelaskan definisi iradiasi sebagai metode penanganan pangan, baik dengan menggunakan zat radioaktif maupun akselerator untuk mencegah terjadinya pembusukan dan kerusakan, membebaskan pangan dari jasad renik patogen, serta mencegah pertumbuhan tunas. Pangan iradiasi adalah setiap pangan yang dengan sengaja dikenai radiasi ionisasi tanpa memandang sumber atau jangka waktu iradiasi ataupun sifat energi yang digunakan. Fasilitas iradiasi adalah setiap bangunan dan fasilitas lain yang digunakan untuk maksud mengiradiasi pangan, termasuk seluruh peralatan penunjang yang digunakan untuk maksud tersebut.

Radiasi (pancaran energi) berdasarkan spektrum elektromagnetis terbagi atas 2 bagian yakni sebagai berikut:

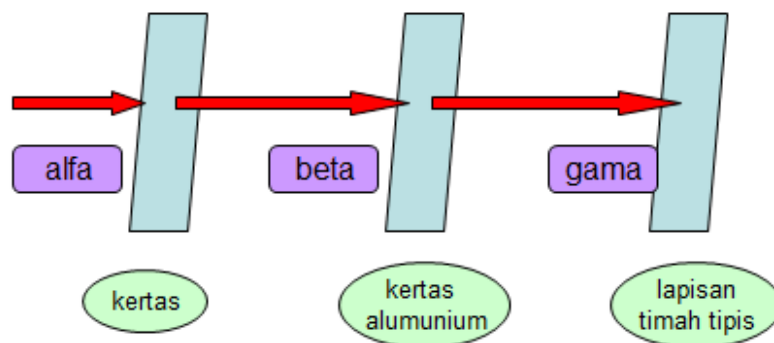
1. radiasi panas: menggunakan sinar dengan frekuensi rendah atau gelombang panjang, contoh infra merah;
2. radiasi pengion: menggunakan sinar dengan frekuensi tinggi, contoh: sinar UV, alfa, beta, dan gama. Yang terakhir ini banyak digunakan dalam pengawetan pangan.



Gambar 60. Spektrum elektromagnetik

(Sumber: <https://ilmuwarna.tumblr.com/post/84040682362/warna-spektrum-elektromagnetik>)

Dari ketiga radiasi pengion (alfa, beta, dan gama), sinar gama memiliki daya tembus yang terbesar, diikuti sinar beta, dan terakhir sinar alfa. Deskripsinya seperti yang ditunjukkan pada Gambar 61 di bawah ini. Oleh sebab itu, sinar gama yang paling banyak digunakan pada proses pengawetan pangan.



Gambar 61. Daya tembus sinar alfa, beta, dan gama

Istilah-istilah dalam Iradiasi

Iradiasi dapat diaplikasikan untuk tujuan berbagai jenis pengawetan dengan suhu tinggi, seperti pasteurisasi, sterilisasi, dan sterilisasi komersial. Istilah yang digunakan dengan menambahkan "RAD" sebelum nama prosesnya. Radurisasi adalah istilah yang digunakan untuk pasteurisasi menggunakan cara iradiasi. Untuk sterilisasi menggunakan iradiasi diistilahkan dengan radsterilisasi. Adapun untuk tujuan sterilisasi komersial disebut dengan radappertisasi.

Satuan dan Dosis

Dosis serap adalah dosis satuan untuk kekuatan iradiasi yang diserap bahan dan dapat dinyatakan dalam berbagai besaran, yakni:

- Rontgen

- Elektron volt, $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-12} \text{ erg}$
- Rontgen equivalent physical (rep)
- Radiasi → setara dengan 100 rep energi yang diserap per gram bahan yang menerima radiasi pengion (ini satuan yang paling sering digunakan)

Dalam Peraturan BPOM No. 18 tahun 2019 tentang Cara Iradiasi Pangan yang Baik disebutkan bahwa dosis serap adalah jumlah energi yang diserap per satuan massa pangan iradiasi. Satuan Dosis adalah gray (Gy), di mana 1 Gy setara dengan penyerapan 1 joule per kilogram ($1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg}$). Dalam peraturan tersebut disebutkan pula bahwa pangan olahan yang akan diiradiasi, termasuk pangan siap saji, untuk tujuan menurunkan total mikroba atau membunuh bakteri patogen, harus dikemas sebelum diiradiasi. Kemasan vakum dapat digunakan untuk pangan siap saji dosis sedang dan dosis tinggi. Keberhasilan proses radiasi tergantung pada kemampuan petugas iradiasi dalam mengukur dosis pada setiap titik dalam pangan dan lot produksi.

Menurut Muctadi dan Sugiyono (2013), penentuan dosis yang digunakan tergantung dari jenis mikroba, derajat keasaman, dan tingkat kerusakan dari mikroba. Mikroba dalam bentuk vegetatif lebih peka terhadap radioaktif dibandingkan bentuk spora dan dibunuh dengan pasteurisasi saja dengan dosis 1,5 Mrad. *Clostridium botulinum* tipe E harus mendapat perhatian karena dapat tumbuh dan menghasilkan racun pada suhu $3,8^\circ\text{C}$, sedangkan tipe A dan B tidak demikian. Khamir dan cendawan dapat mati dengan dosis 0,5 Mrad. Pengaruh derajat keasaman untuk tujuan sterilisasi dapat dijelaskan sebagai berikut: makanan dengan $\text{pH} > 4,5$ membutuhkan dosis 4,8 Mrad, sedangkan jika $\text{pH} < 4,5$ maka dosisnya lebih rendah, yakni 2,4 Mrad. Pemakaian dosis rendah sebesar 0,1 Mrad dapat mencegah pertunasan pada umbi-umbian, membunuh serangga pada tepung, dan memperlambat pematangan buah. Dosis 0,1 – 1 Mrad dapat membunuh hampir semua mikroba, namun belum steril. Jika ingin sterilisasi sempurna, dosis yang diberikan antara 2,5 – 5,5 Mrad. Dosis yang tinggi akan menyebabkan perubahan warna, cita rasa, dan tekstur makanan, di samping merusak vitamin A, B, C, dan E.

Dosis maksimum untuk bahan pangan sebesar 15 kGy (1,5 Mrad). Dosis rata-rata sebesar kurang dari 10 kGy (1 Mrad) merupakan dosis yang aman menurut WHO. Penentuan dosis tergantung dari keselamatan, kesehatan, ketahanan bahan, ketahanan mikroba, ketahanan enzim, dan biaya.

Dalam menentukan berapa dosis iradiasi yang harus diberikan, kita berpatokan pada suatu nilai yang disebut D_M , yakni jumlah iradiasi yang dibutuhkan untuk mengurangi 90% dari jumlah populasi mikroba awal. Sebagai contoh adalah mikroba yang paling tahan yakni *C. botulinum* dengan nilai D_M 0,4 Mrad ($=400.000 \text{ rad}$). Untuk mencegah *C. botulinum* diperlukan jumlah dosis menurut "12 D concept" sebesar $12 \times 0,4 \text{ Mrad} = 4,8 \text{ Mrad}$. Mikroba penyebab kebusukan yang paling tahan memiliki nilai D_M 0,2 Mrad $= 12 \times 0,2 = 2,4 \text{ Mrad}$. Adapun enzim memiliki D_E 5 Mrad dosis $4 D_E = 20 \text{ Mrad}$ → dosis ini akan menghancurkan tenunan-tenunan daging sehingga diperlukan blansing sebelum iradiasi.

Iradiasi tidak praktis dilakukan terhadap telur karena putih telur akan rusak pada dosis 0,6 Mrad, sedangkan dosis ini belum cukup untuk mensterilkan telur jika telur mengandung bakteri-bakteri pembentuk spora. Dosis untuk pasteurisasi daging segar berkisar 0,1 – 1,0 Mrad yang ditujukan untuk mencegah kebusukan *Pseudomonas sp.*, khusus daging yang telah dibekukan.

Keuntungan dan Kerugian Proses Iradiasi

Jika dibandingkan dengan kerugiannya, maka keuntungan pengawetan iradiasi lebih banyak. Keuntungan yang dimaksud dapat dirinci sebagai berikut:

1. bahan pangan tetap kelihatan segar;
2. merupakan "*cold sterilization*" (kenaikan suhu $< 4^{\circ}\text{C}$) sehingga dapat digunakan untuk bahan pangan yang sensitif terhadap panas;
3. sterilisasi dapat dilakukan dengan menggunakan wadah (misalnya kaleng, plastik);
4. dapat dilakukan terhadap bahan pangan beku tanpa *thawing* (proses pencairan);
5. tanpa penambahan bahan kimia;
6. energi yang digunakan rendah karena tidak menimbulkan panas;
7. perubahan nutrisi sama dengan metode pengawetan lain;
8. bisa dilakukan secara otomatis dengan biaya rendah;
9. makanan yang diawetkan dengan iradiasi pada dosis yang lebih rendah, mampu bertahan selama 6 bulan dan tetap dalam kemasan yang tertutup rapat;
10. makanan ini bisa pula diberikan pada pasien yang rentan infeksi misalnya, penderita HIV/AIDS, masyarakat yang bertugas/tinggal di tempat terpencil, para lanjut usia dengan kekebalan tubuh lemah, jemaah haji, dan juga diberikan pada korban bencana alam.
11. ada jaminan rasa makanannya tidak akan berubah dan cara penyajiannya pun cukup mudah.

Adapun kerugiannya meliputi hal sebagai berikut:

1. terjadi kehilangan nilai gizi;
2. pembentukan galur mikroba yang resisten terhadap iradiasi;
3. tidak ada prosedur yang mendeteksi bahan pangan sudah diiradiasi atau belum karena bahan pangan tetap kelihatan segar;
4. penerimaan konsumen terhadap produk rendah.

Penggunaan Iradiasi dalam Bahan Pangan

Pengawetan bahan pangan dengan iradiasi telah diterapkan karena keuntungan yang diperoleh lebih banyak dari kerugiannya seperti yang telah diuraikan di atas. Aplikasi iradiasi sebagai berikut:

1. mencegah infestasi serangga (biji-bijian dan rempah-rempah);
2. mencegah kerusakan mikroba pembusuk dan kontaminasi oleh patogen;
3. memperpanjang daya segar bahan pangan, contoh stroberi (lihat Gambar 61);
4. menunda kematangan buah;
5. menghambat pertunasan, misalnya pada kentang (lihat Gambar 62).



Gambar 62. Pengaruh iradiasi terhadap stroberi dan kentang
(Sumber: <http://u-ni037.blogspot.com/2011/12/iradiasi-pangan.html>)

Pengaruh terhadap Bahan Pangan

Pengaruh iradiasi terhadap bahan pangan dikelompokkan menjadi pengaruh langsung dan pengaruh tidak langsung. Pengaruh langsung dijabarkan seperti di bawah ini:

1. merusak sel-sel jaringan;
2. sinar gama + pigmen → perubahan warna;
3. sinar beta/gama + protein → perubahan struktur;
4. sinar beta/gama + vitamin → rusak, terutama tiamin yang paling sensitif;
5. sinar beta/gama + lemak → menimbulkan bau yang tidak sedap seperti tengik.

Sementara itu pengaruh tidak langsungnya berupa terbentuknya radikal bebas akibat sinar gama yang kontak dengan molekul tertentu. Terbentuknya radikal bebas ini termasuk pengaruh yang merugikan sehingga jumlahnya perlu diturunkan dengan cara membekukan, memvakumkan, menambah zat pengikat radikal (*free radical scavenger*), dan menerapkan dosis yang tepat.

Pengaruh terhadap Mikroba

Pengaruh iradiasi terhadap mikroba yaitu dapat merusak struktur DNA dan RNA, merusak struktur membran sel, dan merusak struktur aktivitas enzim. Sensitivitas mikroba terhadap iradiasi tidak sama dan dapat dijelaskan sebagai berikut: sel vegetatif lebih sensitif daripada spora, kapang/khamir inaktif dengan dosis rendah, serta bakteri pembentuk spora dan yang dapat memperbaiki DNA lebih resisten. Untuk lebih memperpanjang umur simpan, diperlukan pemanasan tambahan karena bakteri yang telah diiradiasi lebih sensitif terhadap panas.

Perkembangan Iradiasi di Indonesia

Badan yang berkecimpung dengan kegiatan iradiasi di Indonesia dikenal dengan Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi (PATIR) BATAN yang telah sukses memanfaatkan teknologi radiasi gama untuk litbang aplikasi teknologi radiasi sejak tahun 1968. Saat ini PATIR-BATAN telah melebur dengan lembaga-lembaga penelitian lainnya seperti LIPI, LAPAN, BPPT, dan lain-lain dalam BRIN (Badan Riset dan Inovasi Nasional) sejak April 2021. Sebagai sumber radiasi gama berenergi tinggi digunakan zat radioaktif Co-60. Pengawetan ditujukan untuk biji (1968); pengawetan produk kering seperti rempah-rempah, bubuk cocoa, kacang hijau, cabai bubuk, dan lain sebagainya (1986). Selain memperpanjang masa simpan, iradiasi bumbu rempah dapat meningkatkan bahan aktifnya, misalnya zat kurmin dalam kunyit.

Produk beku mentah seperti udang hingga produk beku semi olahan seperti daging kepiting dan lainnya dapat menurunkan ikatan komponen alergi pada makanan, misalnya iradiasi pada tuna segar yang membuat konsumennya tidak akan merasa gatal lagi. Rendang bisa awet hingga 1,5 tahun tanpa pendingin dan menjaga rasa tetap enak dan bermutu tinggi. Iradiasi juga sudah diterapkan pada bandeng, tahu, dan makanan lainnya. Iradiasi jamur kering seperti jamur kuping dan jamur *shitake* yang kaya protein dan rendah lemak dapat disimpan sampai enam bulan dengan kualitas yang cukup baik. Iradiasi pada pangan telah ditetapkan menjadi Standar Nasional Indonesia (SNI) pada 2012 dengan nomor 7764-1: 2012.



Gambar 63. Rendang dan semur daging sapi iradiasi

(Sumber: <https://student-activity.binus.ac.id/himfoodtech/2017/04/iradiasi-pengawetan-makanan/>)

Labelisasi Pangan Iradiasi

Terdapat peraturan pada label pangan yang diiradiasi. Pada April 1986 dikeluarkan peraturan bahwa semua pangan diiradiasi harus ada lambang. Di beberapa negara pernyataan, seperti "Perlakuan dengan radiasi", "Perlakukan dengan iradiasi", atau "Perlakuan dengan energi pengion", harus menyertai logo atau dapat digunakan sebagai pengganti logo. Logo pangan yang telah diiradiasi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 64.



Gambar 64. Logo pangan yang telah diiradiasi (RADURA= radiation duration)

(Sumber: <https://www.mdpi.com/2304-8158/5/4/79>)

Logo RADURA di atas berlaku secara internasional yang menggambarkan bahwa pangan telah diiradiasi. Logo tersebut pertama kali diperkenalkan oleh perintis *Food Irradiation*, Dr. Robert W. Ulmann. Arti dari lambang RADURA adalah sebagai berikut: gambar tanaman di tengah (lingkaran dan dua daun) menunjukkan *agricultural product* dalam kemasan yang tertutup (lingkaran) yang diiradiasi dari atas melewati kemasan dengan penetrasi sinar gamma (lingkaran putus-putus di bagian atas).

Selain logo, pangan iradiasi yang diproduksi di wilayah Indonesia untuk diedarkan harus memiliki "Sertifikat Iradiasi" yang berlaku untuk *batch* pangan yang bersangkutan. (2) Sertifikat Iradiasi tersebut diterbitkan oleh Kepala BPOM. Pangan iradiasi yang dimasukkan ke dalam wilayah Indonesia (pangan impor) untuk diedarkan juga harus disertai Sertifikat Iradiasi yang berlaku untuk *batch* pangan yang bersangkutan. Sertifikat Iradiasi tersebut (1) diterbitkan oleh instansi pemerintah yang berwenang dari negara asal. Ketentuan ini termaktub dalam Peraturan Kepala BPOM No. 26 tahun 2013 tentang Pengawasan Pangan Iradiasi.

PENGAWETAN NONTERMAL

Sebagaimana kita ketahui, proses pengawetan dengan menggunakan suhu tinggi akan menurunkan kualitas organoleptik (warna, aroma, rasa, dan tekstur) dan juga kandungan

nutrisi. Untuk mengatasi hal tersebut, dikembangkan teknologi pengawetan nontermal yang prosesnya berlangsung pada suhu di bawah proses termal. Pengawetan nontermal masih menunjukkan sifat-sifat kesegaran bahan baku (terutama buah dan sayur), sebagaimana yang diinginkan oleh konsumen. Teknologi pengawetan nontermal yang berkembang saat ini di antaranya: tekanan hidrostatik tinggi, medan listrik intensitas tinggi, medan magnet, pulsa cahaya, dan iradiasi. Iradiasi sudah dijelaskan pada bagian di atas.

Tujuan pengolahan pangan nontermal di antaranya sebagai berikut:

1. membunuh mikroorganisme,
2. meningkatkan dayacerna,
3. meningkatkan umur simpan,
4. membuat produk baru,
5. alternatif produk untuk minoritas (contoh: penderita alergi protein).

Pengawetan dengan Tekanan Tinggi

Proses pengolahan dengan tekanan tinggi dikenal juga dengan istilah proses pengolahan dengan tekanan hidrostatik tinggi atau tekanan ultra hidrostatik (*High Pressure Processing/High Hydrostatic Pressure/Ultra High Pressure*). Metode pengawetan ini diterapkan pada pangan likuid dan padat dengan atau tanpa kemasan. Kondisi proses dapat dijelaskan sebagai berikut: tekanan antara 100 – 800 MPa (987 – 7895 atm); suhu berkisar antara kurang dari 0 °C sampai sekitar 100 °C; serta waktu yang diperlukan beberapa detik hingga > 1200 detik (20 menit). Kisaran suhu tersebut ditujukan untuk meminimalkan pengaruh panas adiabatik, yakni proses yang muncul tanpa perpindahan panas dan massa antara sistem dan lingkungannya (Muchtadi dan Sugiyono, 2013).

Proses tekanan tinggi memiliki keunggulan karena prosesnya memungkinkan dilakukan proses pada suhu ruang bahkan pada suhu yang lebih rendah. Dengan demikian sifat organoleptik dan mutu zat gizi dapat dipertahankan lebih tinggi dibandingkan pengawetan dengan penerapan suhu tinggi. Di samping itu, proses tekanan tinggi lebih ramah lingkungan dan bebas limbah. Sebagai ilustrasi, efektivitas penerapan tekanan tinggi dibandingkan suhu tinggi diperlihatkan pada Tabel 13.

Tabel 13.
Perbandingan efektivitas blansing pada irisan kentang (2x2x2 cm)

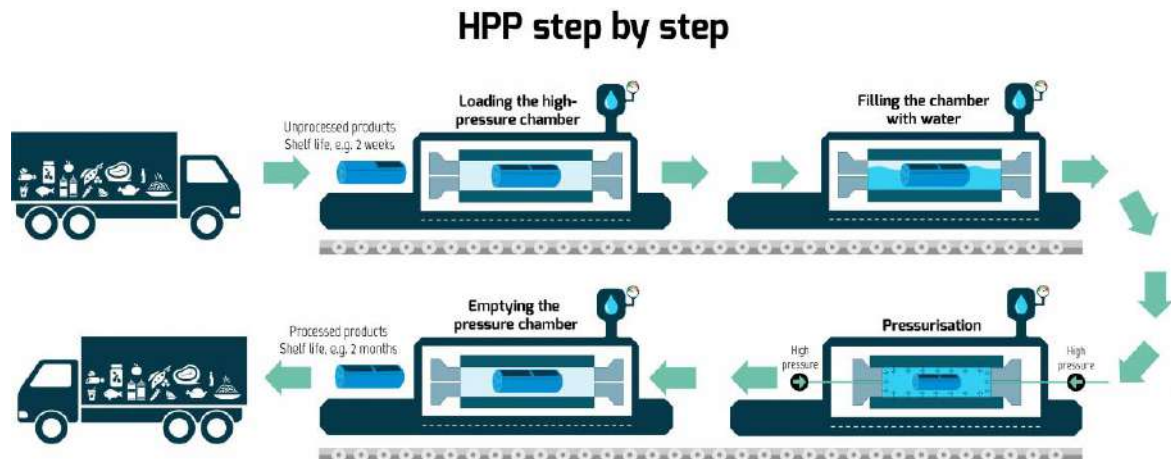
Kriteria	Air panas (100 °C, 150 detik)	Tekanan tinggi (400MPa, 15 menit, 20 °C)
Jumlah mikroba	3 log	4 log
Aktivitas polifenol oksidase (%)	0	50 0* (perendaman lebih dulu dalam asam sitrat)
Kekerasan (%)	65	70
Kehilangan potasium (%)	60	60 (dalam air) 15 (kemasan vakum)
Retensi asam askorbat (%)	-	85

Sumber: Muchtadi & Sugiyono, 2013

Dari Tabel 13 di atas tampak jelas bahwa perlakuan dengan tekanan tinggi lebih menguntungkan dibandingkan suhu tinggi, terutama dalam hal tekstur dan retensi asam askorbat. Pengawetan dengan air panas bersuhu 100 °C asam askorbat tidak ada yang bertahan, sedangkan dengan tekanan tinggi retensinya cukup besar, yakni 85%.

Skema Proses *High Pressure Processing*

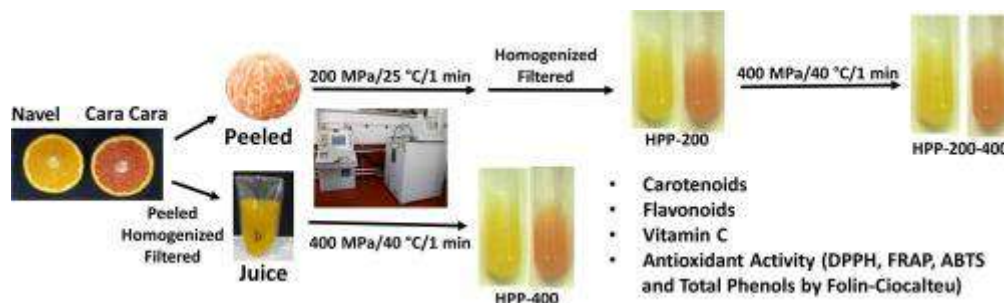
Gambaran skema proses pengolahan dengan tekanan tinggi dapat dilihat pada Gambar 65 berikut ini.



Gambar 65. Tahapan proses pengolahan dengan tekanan tinggi

(Sumber: <http://www.ktfoodgroup.com/high-pressure-processing>)

Penelitian terkait pengaruh pengolahan dengan menggunakan tekanan tinggi ini sudah banyak dikembangkan. De Ancosa, et al. (2020) meneliti pengaruh perlakuan pendahuluan menggunakan tekanan tinggi hingga 200 MPa di suhu 25 °C selama 1 menit sebagai perlakuan pendahuluan diikuti dengan pemberian tekanan 400 MPa pada suhu 40 °C selama 1 menit terhadap kadar karotenoid, flavonoid, Vitamin C, dan aktivitas antioksidan. Skema perlakuan penelitian yang dilakukan dengan objek jeruk manis jenis "Navel" dan "Red-fleshed Cara Cara" ditunjukkan pada Gambar 66 di bawah ini.



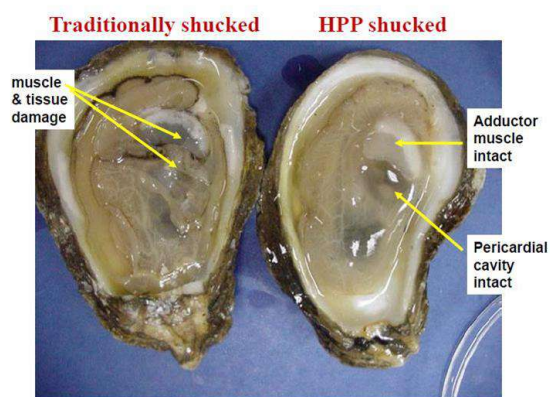
Gambar 66. Pengaruh perlakuan tekanan tinggi terhadap karotenoid, flavonoid, vitamin C, dan aktivitas antioksidan

(Sumber: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996920301307>)

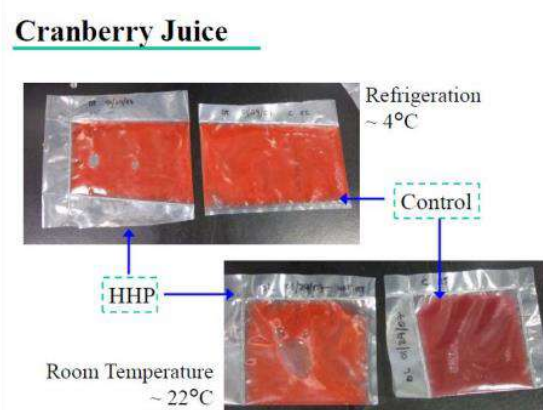
Hasil penelitian De Ancosa et al. (2020) menunjukkan bahwa HPP pada 200 MPa/25 °C/1 menit (HPP-200) yang diterapkan pada jeruk kupas utuh sebelum dijus merupakan perlakuan yang efektif untuk memperoleh jus jeruk dengan kandungan flavonoid dan vitamin C yang lebih tinggi dibandingkan jus tanpa perlakuan. Ini terjadi pada jeruk jenis "Navel", namun tidak terjadi pada jenis "Cara Cara". Penerapan perlakuan selanjutnya pada 400 MPa/40 °C/1 menit (HPP-200-400) dapat mempertahankan kandungan flavonoid dan vitamin C. Perlakuan HPP-200 pada Navel kupas utuh menghasilkan jus dengan konsentrasi phytoene (40%) dan phytofluene 9 kali lebih tinggi dibandingkan jus tanpa perlakuan. Perlakuan kombinasi HPP (HPP-200-400) menghasilkan karotenoid tak berwarna (97% dan 12 kali lebih tinggi) dibandingkan HPP-200.

Jenis "Cara Cara" dengan perlakuan HPP-200 menyebabkan penurunan karotenoid total sebesar 16% terutama likopen, namun tetap lebih tinggi dibandingkan jenis Navel dengan perlakuan yang sama. Jus "Cara Cara" dengan perlakuan HPP dapat dipertimbangkan sebagai sumber karotenoid yang baik. Perlakuan dengan HPP dapat diterapkan sebagai perlakuan pendahuluan pada buah jeruk utuh sebelum dijus dengan memperhatikan beberapa faktor seperti jenis komponen bioaktif, letaknya pada matriks bahan, jenis jeruk, dan metode pembuatan jus.

Contoh aplikasi lainnya dari teknologi HPP ini adalah sejenis makanan laut dan jus *cranberry*. Gambar 67 memperlihatkan perbedaan hasil antara perlakuan panas konvensional (*traditionally shucked*) dengan HPP pada sejenis kerang. Terjadi perbedaan signifikan pada kerusakan otot dan jaringan di antara kedua perlakuan. Penelitian pada jus *cranberry* menunjukkan perbedaan yang nyata bahwa perlakuan dengan HPP menghasilkan warna yang tidak berubah walaupun disimpan pada suhu yang berbeda (suhu refrigerator (4 °C) dan suhu ruang (22 °C)). Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 68.



Gambar 67. Penelitian HPP pada kerang
(Sumber: <http://riniiftpub.lecture.ub.ac.id/files/2014/12/2.-Non-Thermal.pdf>)



Gambar 68. Penelitian HPP pada jus *cranberry*
(Sumber: <http://riniiftpub.lecture.ub.ac.id/files/2014/12/2.-Non-Thermal.pdf>)

Pengaruh Proses Tekanan Tinggi

Membran sel berperan penting pada respirasi dan transportasi. Pemberian tekanan tinggi menyebabkan terjadinya perubahan secara drastis pada permeabilitas membran sel sehingga terjadi kerusakan membran sel dan akhirnya lama kelamaan sel mikroba akan mati. Peningkatan tekanan akan meningkatkan inaktivasi mikroba, tetapi penambahan waktu tidak meningkatkan laju kematian mikroba. Seperti halnya peningkatan tekanan, kenaikan suhu untuk perlakuan tekanan tinggi juga akan menaikkan efektivitas inaktivasi bakteri vegetatif.

Suhu yang baik adalah $< 40^{\circ}\text{C}$. Pengaruh tekanan tinggi berbeda antara sel vegetatif dengan spora bakteri. Spora bakteri tidak mudah diinaktivasi dengan tekanan tinggi, namun lebih efektif dengan mengatur pH asam.

Pengolahan dengan tekanan tinggi juga menyebabkan inaktivasi enzim karena pemberian tekanan dapat merusak sisi aktif enzim. Namun, pada umumnya perlakuan tekanan tidak mencukupi untuk menginaktivasi enzim sehingga sering dikombinasikan dengan perlakuan lain.

Kombinasi metode pengawetan yaitu menggunakan suhu atau bahan tambahan dengan tekanan tinggi (*High Pressure Processing/HPP*) diperlukan untuk menghasilkan produk pangan yang stabil. Sensori produk menunjukkan sifat pangan lebih segar daripada menggunakan proses termal. Makanan berprotein tinggi mengalami perubahan tekstur dengan perlakuan tekanan tinggi ini.

Pengawetan Nontermal Lainnya

Pengawetan nontermal lainnya adalah pengawetan dengan medan listrik intensitas tinggi (*High Intensity Pulsed Electric Fields* atau disingkat *PEF*). Menurut Muchtadi dan Sugiyono (2013), perlakuan PEF intensitas tinggi dengan cara pemberian pulsa voltase tinggi (biasanya 20 – 80 kV/cm) pada bahan yang ditempatkan di antara dua elektroda. PEF dilakukan pada suhu kamar (*ambient*), sedikit di bawah atau di atas suhu kamar selama kurang dari 1 detik dengan kehilangan energi karena pemanasan bahan pangan diminimalkan. Kelebihan PEF dibandingkan proses termal karena dapat mencegah kehilangan sifat-sifat sensori dan sifat fisik.

Di samping PEF, terdapat pengawetan dengan teknologi pulsa cahaya yang melibatkan penggunaan intensitas pulsa berdurasi singkat dan spectrum cahaya putih. Permukaan bahan dikenakan pulsa cahaya dengan kerapatan energi antara 0,01 – 50 J/cm². Untuk tujuan sterilisasi, bahan diekspos sebesar 1 pulsa cahaya atau 1 – 20 kilatan per detik dalam waktu yang singkat (1 μs – 0,1 s). Teknologi PEF juga diterapkan untuk menurunkan populasi mikroba pada permukaan bahan kemasan, pembungkus produk-produk farmasi, dan permukaan lainnya. Teknologi dengan pulsa cahaya ini lebih menguntungkan dibandingkan dengan sterilisasi dengan hidrogen peroksida yang dapat meninggalkan residu.

Latihan 14

1. Salah satu kerugian dari iradiasi adalah tidak ada prosedur yang mendeteksi bahan pangan sudah diiradiasi atau belum karena bahan pangan tetap kelihatan segar. Jelaskan cara yang sudah diterapkan untuk mengatasi hal tersebut yang juga berlaku secara internasional?
2. Apa pengaruh tidak langsung dari iradiasi pangan dan bagaimana cara menurunkan pengaruh tidak langsung tersebut?
3. Apa yang dimaksud dengan pengawetan nontermal? Sebutkan beberapa metodenya!

Jawaban 14

1. Untuk mengatasi hal tersebut, telah diberlakukan keharusan memberikan logo RADURA pada pangan yang telah diiradiasi.

2. Pengaruh tidak langsung iradiasi adalah terbentuknya radikal bebas sebagai akibat sinar gama yang kontak dengan molekul tertentu. Ada beberapa cara untuk menurunkan terbentuknya radikal bebas yakni dengan jalan membekukan dan memvakumkan pangan yang diiradiasi, juga menambah zat pengikat radikal (*free radical scavenger*), serta menerapkan dosis yang tepat.
3. Yang dimaksud dengan pengawetan nontermal adalah pengawetan dengan berbagai metode yang prosesnya berlangsung pada suhu di bawah proses termal. Metode yang sudah dikembangkan di antaranya: tekanan hidrostatik tinggi, medan listrik intensitas tinggi, medan magnet, pulsa cahaya, dan iradiasi.

Rangkuman 14

1. Iradiasi diartikan sebagai penggunaan energi untuk penyinaran bahan pangan dengan menggunakan sumber radiasi buatan seperti penggunaan sinar gama. Ketentuan lebih detil tentang iradiasi pangan tertuang dalam Peraturan BPOM No. 18 tahun 2019 tentang Cara Iradiasi Pangan yang Baik, termasuk sumber iradiasi dan dosis serap.
2. Iradiasi pangan memiliki lebih banyak keuntungan dibanding kerugian yang ditimbulkan.
3. Pengaruh langsung iradiasi, yakni dapat merusak sel-sel jaringan, terjadi perubahan warna dan struktur, terjadi kerusakan vitamin, dan bau yang tidak sedap. Pengaruh tidak langsung berupa terbentuknya radikal bebas.
4. Pengaruh iradiasi terhadap mikroba yaitu dapat merusak struktur DNA dan RNA, merusak struktur membran sel, dan merusak struktur aktivitas enzim.
5. Pangan yang sudah diiradiasi wajib diberikan logo "radura".
6. Teknologi pengawetan nontermal merupakan proses pengawetan yang berlangsung pada suhu di bawah proses termal sehingga masih memperlihatkan sifat-sifat kesegaran bahan baku (terutama buah dan sayur), proses tersebut di antaranya: tekanan hidrostatik tinggi, medan listrik intensitas tinggi, medan magnet, pulsa cahaya, dan iradiasi.
7. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa perlakuan tekanan tinggi memberikan keuntungan dibandingkan perlakuan termal karena kerusakan mutu organoleptik dan nutrisi yang minimal.

Tes Formatif 14

1. Diketahui nilai D_M *Clostridium botulinum* sebesar 0,4 Mrad. Untuk menonaktifkan mikroba tersebut harus diterapkan "12 D concept". Berapa besar dosis iradiasi untuk menonaktifkan mikroba tersebut?
A. 0,4 MRad B. 4,8 MRad C. 6 MRad D. 10 MRad E. 12 MRad
2. Teknologi pengawetan nontermal berkembang untuk memenuhi keinginan konsumen akan produk pangan yang masih menunjukkan sifat-sifat kesegaran bahan baku. Hal tersebut terutama ditujukan untuk buah-buahan dan sayur-sayuran. Keduanya rentan terhadap pengolahan termal. Manakah yang termasuk teknologi pengawetan nontermal?
A. *roasting* B. *drying* C. *blanching* D. *vacuum frying* E. *high pressure processing*
3. Iradiasi pangan olahan siap saji menggunakan sinar yang memiliki daya tembus yang paling besar. Apa nama sinar tersebut?
A. alfa B. beta C. gamma D. ultra violet E. sinar-X

4. Tujuan membuat kondisi vakum pada pengawetan dengan iradiasi adalah untuk membuat suasana yang tidak cocok bagi mikroorganisme aerobik. Apa tujuan lain dari pengkondisian vakum tersebut?
 - A. mengurangi jumlah radikal bebas
 - B. imobilisasi radikal bebas
 - C. meningkatkan jumlah radikal bebas
 - D. mobilisasi radikal bebas
 - E. mengakselerasi pembentukan radikal bebas

5. Metode pengawetan pangan secara konvensional seperti dengan pemanasan suhu tinggi menyebabkan kehilangan nutrisi yang sensitif terhadap panas seperti vitamin C dan denaturasi protein. Untuk itu dikembangkan metode pengawetan nontermal sebagai upaya meminimalisasi efek negatif dari pengawetan dengan suhu tinggi. Manakah pernyataan di bawah ini yang sesuai dengan kondisi pengawetan nontermal?
 - A. tekanan hidrostatik tinggi, medan listrik intensitas rendah, dan pulsa cahaya merupakan contoh dari teknologi pengawetan nontermal
 - B. iradiasi tidak termasuk metode pengawetan nontermal
 - C. *high pressure processing* hanya dapat diterapkan untuk pangan cair
 - D. pengawetan nontermal dapat meningkatkan umur simpan, namun tidak dapat meningkatkan daya cerna
 - E. pengawetan nontermal sebagai terobosan produksi pangan untuk golongan minoritas yang alergi terhadap protein tertentu

Jawaban Tes Formatif 14

1. B
2. E
3. C
4. A
5. E

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 14 yang terdapat di bagian modul ini. Hitunglah jawaban yang benar, lalu gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Modul 14.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{jumlah jawaban yang benar}}{\text{Jumlah soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan:

- 90 – 100% : baik sekali
 80 – 89% : baik
 70 – 79% : cukup
 < 70% : kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, berarti pemahaman Anda sudah baik. Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Modul 14, terutama di bagian yang belum dikuasai.

Glosarium

<i>Active dry yeast</i>	ragi hidup yang mengalami dehidrasi (pengeringan) sebagian, lembab, dan digiling menjadi butiran
Adhesive	perekatan
Agar PDA	media <i>potato dextrose agar</i> adalah media yang secara khusus dibuat untuk menumbuhkan kelompok mikroorganisme terutama jenis kapang
Aldehid	salah satu kelompok senyawa karbon yang memiliki gugus karbonil
ALG	Angka Label Gizi
Anemia	masalah kesehatan yang terjadi saat jumlah sel darah merah dalam tubuh lebih rendah dibandingkan standar jumlah normalnya
Anion	molekul yang memiliki muatan ion positif
Antikempal	bahan tambahan pangan untuk mencegah mengempalnya produk pangan
Antioksidan	zat yang menghambat oksidasi
Asam amino	molekul terkecil dari protein yang dipecah melalui proses metabolisme
Asam lemak	komponen utama yang menyusun lemak dengan rantai alifatik panjang dapat bersifat jenuh dan tak jenuh
Asam organik	senyawa organik yang punya derajat keasaman, sebagai contoh asam sitrat
A_w	jumlah air bebas yang dapat dipergunakan mikroba untuk pertumbuhannya
Bakteri	makhluk hidup bersel tunggal, ukurannya lebih kecil dibandingkan khamir dan kapang
<i>Bactery counter</i>	alat yang digunakan untuk membantu menghitung jumlah koloni bakteri yang ditumbuhkan pada media dalam cawan petri
Bakterisidal	suatu komponen yang mampu membunuh bakteri
Bias	penyimpangan
Bioavaibilitas	jumlah relatif suatu komponen yang masuk ke sirkulasi tubuh
<i>Biodegradable</i>	dapat terurai
Blansing	teknik memasak makanan di dalam air atau uap dalam waktu yang singkat
Chromameter	instrumen untuk mengukur koordinat warna

<i>Compressed yeast</i>	ragi basah yang memiliki tekstur halus, padat, dan berbentuk balok atau kubus kecil yang terbungkus aluminium
<i>Crumb</i>	bagian dalam roti yang awalnya empuk dan lembut kemudian berubah menjadi kering, mengeras dan rapuh
Daring	dalam jaringan
Dekomposisi	perubahan menjadi bentuk yang lebih sederhana
Denaturasi	keadaan protein terurai menjadi struktur yang lebih sederhana
<i>Display</i>	penataan produk untuk menarik minat konsumen
Dorman	terhambatnya pertumbuhan/perkembangan sementara
Derajat pH	derajat keasaman (<i>power of hydrogen</i>) yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaaan suatu larutan
Ekstrak	pemisahan senyawa aktif dari jaringan tanaman menggunakan pelarut tertentu sesuai standar
Elongasi	pemanjangan
Emulsifier	bahan tambahan pada produk farmasi dan makanan yang berfungsi sebagai penstabil pada emulsi
Enzim	senyawa protein yang berperan mempercepat reaksi biologis
Ester	senyawa organik yang bereaksi dengan air dan menghasilkan alkohol serta bersifat volatil (mudah menguap)
Estetika	keindahan
Etilen	senyawa berwujud gas yang berperan pada pertumbuhan tanaman, disebut juga sebagai hormon etilen
<i>Expectation error</i>	kesalahan dalam menilai intensitas kesan
Fenol oksidase	enzim yang berperan pada proses pencokelatan
Fisiologis	cabang ilmu yang mempelajari sistem kehidupan
Flavor	kesan gabungan rasa dan aroma yang dipengaruhi oleh sifat akustik bahan, tekstur, dan kenampakan yang diterima oleh indra manusia
GC-MS	kepanjangan dari <i>Gas Chromatography and Mass Spectroscopy</i> adalah alat yang digunakan untuk menganalisis senyawa di dalam sampel
Gelatin	zat dari tulang atau jaringan hewan yang dapat membentuk gel yang dapat digunakan untuk media pembiakan mikroba ataupun pembuatan beberapa produk pangan
Granula	butiran-butiran kecil
<i>Head space</i>	rongga udara dalam proses pengalengan untuk meminimalisasi tekanan berlebih dan memberikan ruang kepada makanan untuk pengembangan isi selama proses sterilisasi

Hidrolisis	proses kimiawi dimana ada penambahan molekul air ke suatu zat kimia
HPLC	kepanjangan dari <i>High Performance Liquid Chromatography</i> adalah alat yang digunakan untuk pemisahan berbagai komponen dalam suatu campuran
<i>Improving agent</i>	bahan tambahan untuk mempertahankan konsistensi dan bentuk makanan serta sebagai pengembang
Inert	tidak bereaksi
Inhibitor	zat yang menghambat atau menurunkan laju reaksi kimia
Inkubasi	masa/waktu yang diperlukan mikroorganisme untuk berlipat ganda
Kapang	fungi/ jamur multiseluler yang memiliki spora dan miselia
Karamelisasi	suatu proses pencokelatan nonenzimatis yang meliputi degradasi gula-gula tanpa adanya asam amino atau protein
Khamir	jamur uniseluler tidak memiliki spora dan miselia
Kitosan	senyawa turunan kitin (polisakarida struktural) yang dihasilkan dari hewan bercangkang
Komoditi	suatu bahan/ produk mentah yang dapat diperdagangkan
Kondensasi	perubahan wujud gas menjadi cair
Kontaminasi	pencemaran
Korosif	bahan yang dapat menyebabkan pengikisan
Kualitas	tingkat baik ataupun buruk suatu bahan/produk
Kuantitas	jumlah sesuatu komponen
Kultur	pembudidayaan/ memperbanyak
Lipofilik	kemampuan (bakteri) untuk berkembang biak dalam lipid/ lemak
Lisis	peristiwa pecahnya membran sel sehingga menyebabkan keluarnya organel sel
Luring	luar jaringan
Marmalade	produk pangan semi basah yang berasal dari sari buah
Mdpl	Meter di atas permukaan laut
Mutasi	perubahan bentuk ataupun sifat lainnya
Organoleptik	berhubungan dengan pengindraan suatu produk makanan yang meliputi rasa, warna, aroma, dan tekstur.
Osmosis	perpindahan suatu larutan/ molekul air dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi yang lebih rendah
Palet	alas yang terbuat dari kayu

Panel <i>leader</i>	ketua peneliti (konteksnya dalam kegiatan evaluasi sensori)
Pasteurisasi	pemanasan dengan suhu di bawah 100 °C yang dilakukan untuk membunuh mikroba patogen, dengan meminimalisasi kerusakan protein akibat suhu yang terlalu tinggi
Patogen	sesuatu yang dapat menimbulkan penyakit (umumnya mikroorganisme)
Pektin	serat larut air pada buah dan sayuran
Penetrasi	penembusan/penyerapan
Penetrometer	alat untuk mengukur penetrasi bahan pada produk
Perisa	bahan tambahan pangan yang memengaruhi rasa dan aroma, biasanya ditambahkan pada makanan atau minuman sehingga meningkatkan kualitas rasa dan aroma pada makanan
<i>Plate freezing</i>	proses pembekuan dengan mengontakkan produk yang telah dikemas dengan metal <i>plate</i> (lempengan) yang telah didinginkan oleh sirkulasi cairan pendingin
Polimerasi	proses reaksi molekul monomer bersama dalam reaksi kimia
Proteolitik	bakteri yang mampu menghasilkan protease sehingga dapat menghidrolisis ikatan peptida
Psikologis	kondisi yang dapat memengaruhi kehidupan sehari-hari
Reabilitas	konsistensi atau keandalan
Reagen	zat kimia yang digunakan dalam suatu reaksi untuk mendeteksi, mengukur, memeriksa, dan menghasilkan zat lain
Reaksi Maillard	reaksi pencoklatan non enzimatis yang terjadi karena adanya reaksi antara gula pereduksi dengan gugus amina bebas dari asam amino atau protein
Reformulasi	membuat ulang formula yang jauh lebih ideal
Refraktometer	alat yang digunakan untuk mengukur kadar padatan terlarut
Relevansi	berkaitan/berhubungan
Resin	zat yang berasal dari getah pohon
Riskesdas	Riset Kesehatan Dasar
Ruminansia	hewan mamalia/ hewan pemamah biak
Saji	ukuran porsi yang biasa dihidangkan untuk sekali makan
Salmonella	bakteri gram negatif yang dapat mengakibatkan penyakit tipis dan keracunan makanan
Saset	kemasan kantong atau paket kecil untuk pembungkus
Sensori	sesuatu yang berhubungan dengan panca indra
Sentrifugasi	teknik pemisahan suatu komponen dari campurannya

Sintesis	campuran senyawa; reaksi kimia antara dua atau lebih zat membentuk satu zat baru
Spektrofotometer	alat untuk mengukur absorbansi sampel melalui panjang gelombang
Starter	bahan tambahan berupa mikroorganisme yang digunakan pada tahap awal proses fermentasi
Status gizi	keadaan tubuh yang berkaitan dengan konsumsi, penyerapan, dan penggunaan pangan di dalam tubuh
Sterilisasi	proses destruksi atau mematikan mikroorganisme
Strain	kumpulan/sub-kultur dari koloni mikroorganisme tunggal dalam kultur murni
Stunting	masalah kurang gizi kronis yang mengakibatkan gangguan pertumbuhan pada anak yakni tinggi badan anak lebih rendah atau dari standar usianya (pendek/kerdil)
Susenas	Survei Sosial Ekonomi Nasional
Termal	panas
<i>Texture profile analyzer</i>	instrumen untuk mengukur tekstur suatu produk secara kuantitatif
Toksik	racun
Topping	bahan baku tambahan yang biasanya dijadikan sebagai hiasan atau dekorasi suatu produk roti dan kue atau jenis makanan lainnya
Uji deskripsi	pengujian yang bersifat kompleks dengan mendeskripsikan intensitas kesan terhadap suatu produk
UHT	kepanjangan dari <i>Ultra High Temperature</i> yakni pemanasan yang dilakukan pada suhu yang relatif lebih tinggi (sekitar 135-150 °C) dengan waktu yang sangat singkat (2-3 detik).
Viskositas	kekentalan
Volatil	suatu zat yang mudah berubah menjadi gas atau uap
Wine	minuman beralkohol yang terbuat dari fermentasi anggur ataupun buah-buahan lain

Daftar Pustaka

- Adawiyah, D. R. (2014). Bahan Ajar: Evaluasi Sensori Produk Pangan. Bogor: IPB Press.
- Arpah, M. dan Rahayu, W. P. 2004. Pengetahuan Kemasan Plastik (Produk Industri Pangan dan Jasaboga). Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Astawan, M. (2011). *Pangan Fungsional untuk Kesehatan yang Optimal*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- BPOM. (2022). Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2022 tentang Pengawasan Klaim pada Label dan Iklan Pangan Olahan. Badan Pengawas Obat dan Makanan, 1–36.
- BPOM RI. (2019). Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 31 Tahun 2018 tentang Label Pangan Olahan. Badan Pengawas Obat dan Makanan, 53, 1689–1699.
- bps.go.id/statictable/2020/11/08/3028/rata-rata-konsumsi-kalori-dan-protein-sehari-menurut-klasifikasi-daerah-2018-2019.html
- Buckle, K. A., Edwards, R. A., Fleet, G. H., & Wotton, M. (1987). *Ilmu Pangan*. Penerjemah Hari Purnomo dan Adiono. Penerbit Universitas Indonesia.
- Carpenter, R. P., Lyon, D. H., & Hasdell, T. A. (2000). *Guidelines For Sensory Analysis in Food Product Development and Quality Control*. Springer Science & Business Media.
- Destrasia, F. S. (2012). Studi Komparasi Pembuatan Kerupuk Kepala Udang dengan *Composite Flour* (Pati Ganyong dan Tepung Tapioka). *Food Science and Culinary Education Journal*, 1(1), 1-5.
- Dewi, S. R. (2012). Pengeringan.
http://shintarosalia.lecture.ub.ac.id/files/2012/05/SRD_pengeringancont. Diakses Januari 2022.
- Elvandari M, Briawan D, dan T. I. (2017). Suplementasi vitamin A dan asupan zat gizi dengan serum retinol dan morbiditas anak 1-3 tahun. *Jurnal Gizi Klinik Indonesia*, 13(4), 179–187.
- Erni, N., Kadirman, K., & Fadilah, R. (2018). Pengaruh suhu dan lama pengeringan terhadap sifat kimia dan organoleptik tepung umbi talas (*Colocasia esculenta*). *J. Pendidik. Teknol. Pertan.* 1(1):95.doi:10.26858/jptp.v1i1.6223.
- Estiasih, T. (2014). Pasteurisasi.
<http://www.tetiestiasih.lecture.ub.ac.id/files/2014/09/PASTEURISASI1>. Diakses Desember 2021
- Fery Indradewi A. (2016). Pengaruh teknik pengeringan terhadap kadar gizi dan mutu organoleptik sale pisang (*Musa paradisiaca* L.). *Jf Fik Uinam*. 4(2):58–65.
- Harris, R. S. & Karmas, E. Editor. (1989). Evaluasi Gizi pada Pengolahan Bahan Pangan. Penerjemah Achmadi, S. Edisi kedua. ITB. Bandung.
- Hendriadi, A. (2018). *Pengembangan pangan lokal dalam mendukung diversifikasi pangan dan perbaikan kualitas konsumsi pangan masyarakat*.

Herawati, H., Munarso, S. J., Widowati, S., Savitri, E., Mulyoni, E., Purwani, E. Y., Budianto, A., Kurniawan, F., Kamsiati, E., Mulyawanti, I., Sukasih, E., Setyadjit, Amiarsi, D., Tjahjohutomo, R., Luna, P., & Darniadi, S. (2019). *Potensi Pangan Lokal Indonesia*. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian Hidayat, N., Prabowo, S., Rahmadi, A., Marwati, Emmawati, A. (2020). *Teknologi Fermentasi*. Bogor: IPB Press.

<http://cybex.pertanian.go.id/mobile/artikel/77362/Penyimpanan-Bahan-Pangan-Suhu-Rendah-Pendinginan-Pembekuan/>

<https://www.herwinlab.com/kenali-jenis-plastik-yang-anda-gunakan/>

<https://indonesian.alibaba.com/product-detail/fluidized-bed-tunnel-freezer-flash-freeze-machine-60304183426.html>

Islami, R. (2018). Pembuatan ragi tape dan tape. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Agrokompleks*, 2.

Jatmiko, G. P. & Estiasih, T. (2014). Mie dari umbi kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*): kajian pustaka *Noodles from Cocoyam (Xanthosoma sagittifolium): A Review*. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2(2), 127-134.

Julianti, S. (2014). *The art of packaging: mengenal metode, teknik, & strategi*. Gramedia Pustaka Utama.

KEMENTAN. (2020). *Potensi Pangan Lokal Indonesia*. Bogor: Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian.

Kementerian Kesehatan RI. (2018). Laporan Riskesdas 2018. *Laporan Nasional Riskesdas 2018*, 53(9), 154–165. Retrieved from [http://www.yankes.kemkes.go.id/assets/downloads/PMK No. 57 Tahun 2013 tentang PTRM.pdf](http://www.yankes.kemkes.go.id/assets/downloads/PMK%20No.%2057%20Tahun%202013%20tentang%20PTRM.pdf)

Kurniawati, D. (2017). Teknologi Suplementasi Pangan. Retrieved from <http://adelyadesi.lecture.ub.ac.id/>

Lange, M. & Bogasari Baking Center. (2006). *Roti Teori dan Resep Internasional*. Jakarta: PT Gaya Favorit Press.

Lawless, H. T. & Heymann, H. (1999). *Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices* (Vol. 2). New York: Aspen Publishers Inc.

Majelis Ulama Indonesia. (2011). Fatwa MUI Penggunaan Mikroba dan Produk Mikrobial dalam Produk Pangan. *Majelis Ulama Indonesia*. 53(9):1689–1699.

Mardiah, M., Fitrilia, T., Widowati, S., & Andini, S. F. (2020). Komposisi proksimat pada tiga varietas tepung labu kuning (*Cucurbita Sp*). *J. Agroindustri Halal*. 6(1):097–104.doi:10.30997/jah.v6i1.2679.

Muchtadi, D. (2009). *Prinsip Teknologi Pangan Sumber Protein*. Bandung: Penerbit Alfabeta.

Muchtadi, T. R. & Sugiyono. (2013). *Prinsip dan Proses Teknologi Pangan*. Bandung: Penerbit Alfabeta)

Muntikah & Razak, M. (2017). *Bahan Ajar Gizi Ilmu Teknologi Pangan*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.

- Ohama, H., Ikeda, H., and Moriyama, H. (2006). Health food and food with health claims in Japan. *Toxicol*, 221, 95–111.
- Pragana, A. 2010. *Pemanasan Kering*.
<http://anandagagan.blogspot.com/2010/03/pemanasan-kering.html> akses Februari 2022.
- Purnamasari, N., Andriani, M. A. M., Kawiji. (2013). Pengaruh jenis pelarut dan variasi suhu pengering spray dryer terhadap kadar karotenoid kapang oncom merah (*Neurospora Sp.*). *J. Teknosains Pangan*. 2(1):107–114.
- Roiha, I. S., Jónsson, Á., Backi, C. J., Lunestad, B. T., & Karlsdóttir, M. G. (2018). A comparative study of quality and safety of Atlantic cod (*Gadus morhua*) fillets during cold storage, as affected by different thawing methods of pre-rigor frozen headed and gutted fish. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(1), 400-409.
- Satiawihardja, B., Mulijani, S., Henny Nuraini, H., & Syamsu, K. (2018). Titik Kritis pada Setiap Tahap Proses Fermentasi. <https://www.halalmui.org/mui14/main/detail/titik-kritis-pada-setiap-tahap-proses-fermentasi>. Diakses 21 Maret 2022.
- Setiarto, R. H. B. (2020). *Teknologi Pengemasan Pangan Antimikroba yang Ramah Lingkungan*. Guepedia, the First on-Publisher in Indonesia.
- Shabrina, Z. U., Susanto, W. H. (2017). Pengaruh suhu dan lama pengeringan dengan metode cabinet dryer terhadap karakteristik manisan kering apel varietas *Anna* (*Malus domestica* BORKH). *J. Pangan dan Agroindustri*. 5(3):60–71.
- Setyaningsih, D., Apriyantono, A., & Sari, M. P. (2014). Analisis Sensori untuk Industri Pangan dan Argo. PT Penerbit IPB Press.
- Siwilastiyani, M.G.N. (2018). Analisa Produk Reject Pada Proses Pengemasan Pack Susu Pasteurisasi Rasa Stroberi. Laporan Kerja Praktek. Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Pertanian [Laporan PKL]. Semarang (ID): Universitas Katolik Soegijapranata Semarang.
- Sobari, E. & Tim AGROTEKUIIN 3. (2020). *Dasar-Dasar Proses Pengolahan Bahan Pangan*. Polsub Press.
- Sofyaningsih, M. & Iswahyudi (2018). Mikroenkapsulasi ekstrak kulit buah naga merah dengan teknik *spray drying*. *ARGIPA (Arsip Pangan dan Gizi)*, 3(1), 1-7.
- Sulistijowati, R., Djunaedi, O. S., Nurhajati, J., Afrianto, E., Udin, Z. (2011). Mekanisme Pengasapan Ikan. Bandung: UNPAD Press.
- Suryana, A. (2020). Pangan Lokal untuk Ketahanan Pangan dan Gizi Masyarakat pada Masa Pandemi Covid-19. Retrieved from <https://pse.litbang.pertanian.go.id/ind/index.php/covid-19/opini/417-pangan-lokal-untuk-ketahanan-pangan-dan-gizi-masyarakat-pada-masa-pandemi-covid-19#!/ccomment>
- Swastawati, F. (2018). *Teknologi Pengasapan Ikan Tradisional*. Malang: Intimedia.

- Tim Dosen UB. (2013). *Pengolahan Termal 1. Blansing, Pasteurisasi, dan Sterilisasi*. [http:// Mnurcholis.Lecture.Ub.Ac.Id. Blansing, Pasteurisasi, & Sterilisasi Akses Februari 2022](http://Mnurcholis.Lecture.Ub.Ac.Id.Blansing,Pasteurisasi,&SterilisasiAksesFebruari2022)
- Wahono, S. K., Damayanti, E., Rosyida, V. T., & Sadyastuti, E. I. (2011). Laju pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* pada proses fermentasi pembentukan bioetanol dari biji sorgum (*Sorghum bicolor* L.). In *Proceeding of National Seminar on Chemical Engineering and Process at Diponegoro University. Semarang* (p. D04).
- WHO, W. H. O. (2019). Nutrition Landscape Information System (NLIS) country profile indicators: interpretation guide, second edition. In *Nutrition Landacape Information System (NLIS)*. <https://doi.org/10.1159/000362780.Interpretation>
- Widiantoko, R. K. (2019). *Prinsip Dasar Pasteurisasi*. <https://lordbroken.wordpress.com/tag/pasteurisasi/> diakses Desember 2021
- Widiastuti, D. R. (2016). Kajian kemasan pangan aktif dan cerdas (active and intelligent food packaging). *Badan Pengawas Obat dan Makanan*, 8-10.