



REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00202236780, 16 Juni 2022

Pencipta

Nama : **Muhammad Asril, Ismawati dkk**
Alamat : Jl. Sosial, No.106, Kel. Sukabangun, Kec. Sukarami , Palembang, SUMATERA SELATAN, 30151
Kewarganegaraan : Indonesia

Pemegang Hak Cipta

Nama : **Muhammad Asril, Ismawati dkk**
Alamat : Jl. Sosial, No.106, Kel. Sukabangun, Kec. Sukarami , Palembang, SUMATERA SELATAN, 30151
Kewarganegaraan : Indonesia

Jenis Ciptaan : **Buku**
Judul Ciptaan : **Pengawasan Mutu Dan Teknologi Hasil Ternak**

Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : 16 Juni 2022, di Medan

Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.

Nomor pencatatan : 000352391

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.
Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.



a.n Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia
Direktur Jenderal Kekayaan Intelektual
u.b.
Direktur Hak Cipta dan Desain Industri

Anggoro Dasananto
NIP.196412081991031002

Disclaimer:

Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.

LAMPIRAN PENCIPTA

No	Nama	Alamat
1	Muhammad Asril	Jl. Sosial, No.106, Kel. Sukabangun, Kec. Sukarami
2	Ismawati	Dusun Bakong, RT. 001/RW. 001, Desa Lapataman, Kec. Dungkek
3	Ratih Yuniastri	Jl. KH. Wahid Hasyim XI/31, RT.02-RW.06, Desa Pandian, Kec. Kota
4	Rika Diananing Putri	Pondok Marengan Indah Blok D/11, RT.10-RW.04, Desa Marengan Daya, Kec. Kota
5	Salfiana	BTN Salman Penreng Rijang No. A3, Kel. Panreng, Kec. Baranti
6	Novia Anggraeni	Wonosalam RT 002 RW 002, Kel. Wonosalam, Kec. Wonosalam
7	Gusti Setiavani	Kompleks STPP Medan, Jl. Binjai Km. 10, Kel. Kampung Lalang, Kec. Sunggal
8	Firat Meiyasa	Jl. Adam Malik, Kel. Kambajawa, Kec. Kota Waingapu
9	Martina Widhi Hapsari	Mertoudan RT 08 RW 09, Kel. Mojosongo, Kec. Jebres
10	Rifa Rafi'atu Sya'bani Wihansah	Griya Wana Karya Permai Blok C1 No. 7, Kel. Bubulak, Kec. Bogor Barat

LAMPIRAN PEMEGANG

No	Nama	Alamat
1	Muhammad Asril	Jl. Sosial, No.106, Kel. Sukabangun, Kec. Sukarami
2	Ismawati	Dusun Bakong, RT. 001/RW. 001, Desa Lapataman, Kec. Dungkek
3	Ratih Yuniastri	Jl. KH. Wahid Hasyim XI/31, RT.02-RW.06, Desa Pandian, Kec. Kota
4	Rika Diananing Putri	Pondok Marengan Indah Blok D/11, RT.10-RW.04, Desa Marengan Daya, Kec. Kota
5	Salfiana	BTN Salman Penreng Rijang No. A3, Kel. Panreng, Kec. Baranti
6	Novia Anggraeni	Wonosalam RT 002 RW 002, Kel. Wonosalam, Kec. Wonosalam
7	Gusti Setiavani	Kompleks STPP Medan, Jl. Binjai Km. 10, Kel. Kampung Lalang, Kec. Sunggal
8	Firat Meiyasa	Jl. Adam Malik, Kel. Kambajawa, Kec. Kota Waingapu
9	Martina Widhi Hapsari	Mertoudan RT 08 RW 09, Kel. Mojosongo, Kec. Jebres
10	Rifa Rafi'atu Sya'bani Wihansah	Griya Wana Karya Permai Blok C1 No. 7, Kel. Bubulak, Kec. Bogor Barat





PENGAWASAN MUTU DAN TEKNOLOGI HASIL TERNAK



Muhammad Asril • Ismawati • Ratih Yuniastri • Rika Diananing Putri
Salfiana • Nova Anggraeni • Gusti Setiavani • Firat Meiyasa
Martina Widhi Hapsari • Rifa Rafi'atu Sya'bani Wihansah

PENGAWASAN MUTU DAN TEKNOLOGI HASIL TERNAK



UU 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Perlindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- a. penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- b. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- c. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- d. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).

Pengawasan Mutu dan Teknologi Hasil Ternak

Muhammad Asril, Ismawati, Ratih Yuniastri, Rika Diananing Putri
Salfiana, Novia Anggraeni, Gusti Setiavani, Firat Meiyasa
Martina Widhi Hapsari, Rifa Rafi'atu Sya'bani Wihansah



Penerbit Yayasan Kita Menulis

Pengawasan Mutu dan Teknologi Hasil Ternak

Copyright © Yayasan Kita Menulis, 2022

Penulis:

Muhammad Asril, Ismawati, Ratih Yuniastri, Rika Diananing Putri
Salfiana, Novia Anggraeni, Gusti Setiavani, Firat Meiyasa
Martina Widhi Hapsari, Rifa Rafi'atu Sya'bani Wihansah

Editor: Matias Julyus Fika Sirait

Desain Sampul: Devy Dian Pratama, S.Kom.

Penerbit

Yayasan Kita Menulis

Web: kitamenulis.id

e-mail: press@kitamenulis.id

WA: 0821-6453-7176

IKAPI: 044/SUT/2021

Muhammad Asril., dkk.

Pengawasan Mutu dan Teknologi Hasil Ternak

Yayasan Kita Menulis, 2022

xiv; 128 hlm; 16 x 23 cm

ISBN: 978-623-342-512-4

Cetakan 1, Juni 2022

- I. Pengawasan Mutu dan Teknologi Hasil Ternak
- II. Yayasan Kita Menulis

Katalog Dalam Terbitan

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak maupun mengedarkan buku tanpa izin tertulis dari penerbit maupun penulis

Kata Pengantar

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya kepada para penulis sehingga dapat berhasil menyelesaikan buku yang berjudul "Pengawasan Mutu dan Teknologi Hasil Ternak". Pengawasan mutu merupakan salah satu langkah untuk menjaga kualitas suatu produk makanan/pangan baik industri maupun hasil ternak.

Buku ini ditulis secara bersinergi yang bertujuan untuk mempermudah mahasiswa dan praktisi yang ingin mempelajari tentang sejarah pengawasan mutu, bagaimana mutu bahan pangan yang baik, dengan memperhatikan kerusakan dan penurunan mutu pangan. Mutu pangan dapat dikendalikan dan diawasi dengan berbagai program pengendalian mutu dan keamanan pangan. Selain itu juga dibahas tentang pengetahuan kulit ternak, proses pengawetan dengan permainan suhu, kimia aditif, fermentasi bahkan dengan pengasapan. Buku yang ditulis secara kolaboratif oleh berbagai penulis dari berbagai institusi sebagai perwujudan penegakan tri dharma perguruan tinggi.

Dalam penyusunan buku ini, penulis mendapatkan informasi dan data dari berbagai sumber seperti buku, jurnal, artikel, laporan ilmiah yang mendukung penyampaian materi secara faktual sehingga buku ini dapat terjamin kesahihan informasi yang disampaikan.

Akhir kata, penulis sampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan dalam penyusunan buku ini dari awal hingga akhir. Semoga Allah SWT senantiasa meridhai usaha ini dan menjadi ladang pahala bagi penulis dalam menyampaikan ilmu yang dimiliki. Aamiin.

Medan, Mei 2022

Penulis

Daftar Isi

Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vii
Daftar Gambar	xi
Daftar Tabel.....	xiii

Bab 1 Pengertian dan Sejarah Pengawasan Mutu

1.1 Pendahuluan.....	1
1.2 Pengawasan/Kontrol Kualitas Pangan	4
1.2.1 Pentingnya Kontrol Kualitas Pangan	4
1.3 Sejarah Pengendalian Kualitas Pangan	5
1.3.1 Abad Pertengahan.....	5
1.3.2 Revolusi Industri Pada Abad Kesembilan Belas.....	6
1.3.3 Abad Kedua Puluh	8
1.4 Rantai Pasokan Makanan.....	10
1.4.1 Kontaminasi Makanan	10

Bab 2 Mutu Bahan Pangan

2.1 Pendahuluan.....	13
2.2 Standar Mutu Bahan Pangan	14
2.2.1 Unsur Mutu Bahan Pangan	17
2.2.2 Kriteria Mutu Bahan Pangan	18
2.3 Komponen Bahan Pangan	19
2.3.1 Komponen Fisik.....	19
2.3.2 Komponen Kimia	20

Bab 3 Kerusakan dan Penurunan Mutu Pangan

3.1 Pendahuluan.....	23
3.2 Tanda atau Ciri Kerusakan Bahan Pangan	25
3.3 Jenis Kerusakan Bahan Pangan.....	28
3.3.1 Kerusakan Mekanis	28
3.3.2 Kerusakan Fisik.....	28
3.3.3 Kerusakan Biologi	29
3.3.4 Kerusakan Kimia	29
3.3.5 Kerusakan Mikrobiologis.....	30

3.4 Faktor Utama Penyebab Kerusakan Bahan Pangan	30
3.4.1 Suhu	30
3.4.2 Kadar Air	31
3.4.3. Cahaya	31
3.4.4 Waktu.....	31
3.4.5 Pertumbuhan dan Aktivitas Mikroba	31
3.4.6 Aktivitas Enzim dalam Bahan Pangan.....	34
3.4.7 Serangga Parasit dan Binatang Pengerat (Tikus)	34

Bab 4 Pengawasan Mutu Pangan

4.1 Pendahuluan.....	35
4.2 Pengawasan Mutu	36
4.3 Mutu Pangan.....	38
4.3.1 Kerusakan dan Penurunan Mutu Pangan.....	39
4.4 Keterkaitan Pengawasan kualitas	41
4.5 Penerapan Sistem Manajemen Mutu	41

Bab 5 Pengendalian Mutu

5.1 Pendahuluan.....	43
5.2 Quality Control Circle (QCC)	48
5.3 Statistika Pengendalian Mutu	49

Bab 6 Program Pengendalian Mutu dan Keamanan Pangan

6.1 Pendahuluan.....	55
6.2 Mutu Bahan Pangan	56
6.2.1 Standar Mutu	56
6.2.2 Berbagai Macam Komponen Bahan Pangan.....	57
6.2.3 Jaminan Mutu Produk.....	59
6.2.4 Kerusakan Mutu Pangan	59
6.2.5 Pengawasan Mutu.....	61
6.2.6 Keterkaitan Pengawasan Mutu	62

Bab 7 Hazard Analysis Critical Control Point

7.1 Pendahuluan.....	63
7.2 Hazard Analysis and Critical Control Point	64
7.2.1 Prinsip Hazard Analysis and Critical Control Point.....	65
7.2.2 Tujuan, Sasaran dan Manfaat Penerapan	66
7.3 Langkah dan Prinsip HACCP	68
7.3.1 Prinsip 1: Membuat Analisa Bahaya.....	70

7.3.2 Prinsip 2: Menentukan Titik Kendali Kritis.....	70
7.3.3 Prinsip 3: Menentukan Batas Kendali Kritis	71
7.3.4 Prinsip 4: Menetapkan Sistem Monitoring TKK	71
7.3.5 Prinsip 5: Menetapkan Tindakan Koreksi.....	72
7.3.6 Prinsip 6: Menetapkan Prosedur Verifikasi	73
7.3.7 Prinsip 7: Menetapkan Pencatatan dan Penyimpanan Data	73
Bab 8 Pengawetan dengan Suhu Rendah dan Pembekuan	
8.1 Pendahuluan.....	75
8.2 Prinsip Pengawetan dengan Suhu Rendah dan Pembekuan	76
8.3 Pengawetan dengan Suhu Rendah	77
8.4 Pengawetan dengan Pembekuan	80
8.5 Hasil Penelitian Terkait Mutu Daging dan Produk Daging yang Disimpan pada Suhu Berbeda.....	80
Bab 9 Penerapan Pengawetan dengan Aditif Kimia	
9.1 Pendahuluan.....	83
9.2 Pengawetan dengan Aditif Kimia	84
9.3 Aditif Kimia sebagai Agen Antimikrobia	85
9.3.1 Natrium Klorida.....	86
9.3.2 Nitrat dan Nitrit.....	86
9.3.3 Sulfit	87
9.3.4 Asam Laktat.....	87
9.3.5 Asam Askorbat.....	88
9.3.6 Asam Benzoat.....	88
9.3.7 Asam Sorbat.....	88
9.3.8 Laktoferin.....	89
9.3.9 Asam Asetat.....	89
9.4 Aditif Kimia sebagai Agen Antioksidan.....	90
9.4.1 Senyawa Polifenol.....	90
9.4.2 Fosfat.....	91
9.5 Aditif Kimia Sebagai Agen Antienzimatis.....	92
Bab 10 Pengawetan Hasil Ternak dengan Cara Fermentasi	
10.1 Pendahuluan.....	93
10.2 Prinsip Pengawetan dengan Cara Fermentasi	94
10.3 Faktor yang Memengaruhi Proses Fermentasi.....	95
10.3.1 Suhu.....	95
10.3.2 Nutrisi.....	97

10.3.3 Oksigen	97
10.3.4 Aktivitas air (A_w) dan pH	97
10.4 Produk Fermentasi Hasil Ternak.....	98
10.4.1 Yogurt	98
10.4.2 Susu fermentasi Probiotik.....	102
10.4.3 Yakult.....	103
10.4.4 Kefir.....	103
10.4.5 Sosis Fermentasi.....	107
10.4.6 Telur Fermentasi.....	108
Daftar Pustaka	111
Biodata Penulis	125

Daftar Gambar

Gambar 2.1: Piramida Mutu Keterkaitan GMP, SSOP dan HACCP.....	16
Gambar 2.2: Keterkaitan Sistem Mutu Pangan.....	16
Gambar 4.1: Ciri-ciri daging segar dan Tidak Segar.....	40
Gambar 5.1: Diagram sebab-akibat (Diagram fish born) Susu Murni	52
Gambar 8.1: Pertumbuhan mikroorganisme berdasarkan suhu	79
Gambar 10.1: <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp <i>bulgaricus</i> RRAM-01 (a) dan <i>Streptococcus salivarius</i> subsp <i>thermophilus</i> RRAM-01 (b) koleksi Fakultas Peternakan IPB University	99
Gambar 10.2: Yakult	103
Gambar 10.3: Grain Kefir	104
Gambar 10.4: Sosis Fermentasi	108

Daftar Tabel

Tabel 3.1: Umur Simpan Beberapa Bahan Pangan (Susiwi, 2013).....	24
Tabel 4.1: Senyawa Kimia Dalam Bahan Pangan	38
Tabel 4.2: Umur simpan bahan pangan	39
Tabel 4.3: Parameter Mutu dan keamanan bahan baku, Proses antara, dan Produk Akhir.....	40
Tabel 6.1: Umur simpan beberapa bahan pangan	61
Tabel 8.1: Rata-rata suhu pertumbuhan mikroorganisme pada bahan pangan.	79
Tabel 8.2: Kualitas fisik dan mikrobiologis bakso daging sapi yang disimpan pada suhu berbeda	81
Tabel 8.3: Karakteristik asam amino esensial dan non esensial daging sapi Bali dan Wagyu pada penyimpanan suhu dingin 4°C.....	81
Tabel 8.4: Kadar Protein Daging Wagyu dan Daging Sapi Bali dengan Lama Penyimpanan 5 Hari pada Penyimpanan Suhu Beku (4oC)	82
Tabel.8.5: Kadar Protein Daging Wagyu dan Daging Sapi Bali dengan Lama Penyimpanan 25 Hari pada Penyimpanan Suhu Beku (-19oC)..	82
Tabel 10.1: Kelompok mikroorganisme berdasarkan suhu.....	96
Tabel 10.2: Perubahan komposisi susu setelah difermentasi.....	99
Tabel 10.3: Perbedaan antara kefir dan yogurt.....	105

Bab 1

Pengertian dan Sejarah Pengawasan Mutu

1.1 Pendahuluan

Pangan adalah segala zat yang bila dikonsumsi memberikan dukungan nutrisi bagi tubuh. Pangan tersebut berasal dari tumbuhan atau hewan, mengandung lima nutrisi penting yang diketahui yaitu, karbohidrat, lemak, protein, vitamin dan mineral. Biasanya setelah dikonsumsi, makanan mengalami proses metabolisme yang berbeda yang akhirnya mengarah pada produksi energi, pemeliharaan kehidupan, dan/atau stimulasi pertumbuhan (Aguilera and Stanley, 1999). Sejarah manusia purba menunjukkan bahwa, orang memperoleh zat makanan melalui berburu, meramu, dan bertani. Jaminan dan perlindungan kualitas makanan selalu penting bagi manusia. Ini terbukti dari fakta bahwa, salah satu hukum paling awal yang diketahui manusia adalah Hukum Makanan. Dari Taman Eden, ada hukum yang mengatur konsumsi makanan. Di zaman kita juga, pemerintah selama berabad-abad telah berusaha untuk menyediakan keamanan dan kesehatan makanan manusia dengan ketentuan hukum. Terlepas dari ketentuan-ketentuan ini, pemalsuan makanan telah meningkat dan pendeteksiannya ini terbukti lebih sulit, hal ini dikarenakan, penggunaan metode canggih dalam pemalsuan tersebut. Munculnya kimia modern pada awal abad kesembilan belas memungkinkan

produksi bahan-bahan yang memiliki sifat-sifat yang mirip dengan makanan biasa, yang bila digunakan secara curang, tidak langsung menarik perhatian konsumen yang tidak menaruh curiga. Namun, teknik analitis modern sekarang tersedia untuk mendeteksi zat pencemar dalam produk pangan. Di zaman modern ini, sebagian besar makanan yang dikonsumsi manusia dan hewan sama-sama dipasok oleh industri makanan. Industri makanan dioperasikan pada tingkat yang berbeda oleh perusahaan lokal, nasional atau multinasional, yang menggunakan pertanian subsisten atau intensif dan pertanian industri untuk memaksimalkan output. Apapun yang berlaku pentingnya memastikan kualitas makanan dan produk makanan dari industri makanan tidak bisa terlalu ditekankan.

Sekelompok ilmuwan dari disiplin ilmu pelengkap menganalisis kualitas makanan sumber hewani menurut produksi hewan dan kondisi pemrosesan makanan. Kualitas telah didekati dalam berbagai dimensinya, dengan secara bersama-sama mencirikan atribut keselamatan, komersial, sensorik, nutrisi, teknologi, kenyamanan, dan citra. Peran berbagai faktor yang memengaruhi kualitas makanan sumber hewani dicirikan pada setiap langkah dari produksi hingga konsumsi. Kerangka kerja analisis bersama dari berbagai atribut kualitas memungkinkan untuk memilih faktor-faktor yang mendorong sinergi atau antagonisme di antara atribut-atribut. Konsumsi produk hewani per kapita tinggi di negara-negara berpenghasilan tinggi, dan permintaan global terus tumbuh. Konsumsi makanan sumber hewani mendapat kecaman di beberapa bidang: (i) dampak lingkungannya (polusi, penggunaan sumber daya, erosi keanekaragaman hayati), (ii) kesehatan manusia, karena asupan tinggi daging merah dan olahan telah dikaitkan dengan peningkatan risiko beberapa penyakit tidak menular kronis, dan etika makanan, dengan meningkatnya kepedulian konsumen seputar kesejahteraan hewan dan kondisi produksi, transportasi dan penyembelihan (Prache et al., 2022).

Organisasi Kesehatan Dunia maupun Organisasi Pangan dan Pertanian Perserikatan Bangsa-Bangsa (FAO) merekomendasikan pengurangan bagian produk hewani dalam makanan manusia, untuk alasan kesehatan dan perlindungan lingkungan. Penyeimbangan kembali sumber protein nabati dan hewani dalam makanan, sedangkan makanan rata-rata di Prancis dan Eropa Barat mengandung sekitar 65-70% protein hewani (Billen, Le Noë and Garnier, 2018). Namun, tantangan ini akan dimainkan di sektor yang ditandai oleh mosaik model produksi dan pemrosesan, yang masing-masing memiliki efek besar pada atribut kualitas inti produk makanan. Tinjauan ini

menganalisis bagaimana kualitas makanan sumber hewani dibangun dan dimediasi oleh kondisi sistem pertanian dan rute pemrosesan makanan. Ini mempertimbangkan berbagai ciri kualitas inti dari makanan sumber hewani, yaitu atribut yang memberi makanan kemampuan untuk memenuhi kebutuhan pengguna yang dinyatakan atau tersirat (Organisasi Internasional untuk Standardisasi (ISO),9001), bersama dengan efeknya pada kesehatan manusia.

Makanan sumber hewani yang dipertimbangkan meliputi daging dari monogastrik (babi dan unggas), ruminansia (sapi, domba), ikan budidaya, susu (dari sapi, kambing dan domba), telur, dan produk olahan terkait, apakah 'standar' komoditas pangan atau produk berlabel mutu. Tujuan makanan dilakukan pemrosesan dengan baik adalah untuk menstabilkan produk makanan agar aman dan layak dikonsumsi untuk memperpanjang umur simpan, valorise potongan yang kurang menarik dan/atau kurang diminati (menggunakan potongan braising pada patty daging giling, menggunakan potongan daging babi dalam pâtés, makanan siap saji, dll.), mendiversifikasi penawaran pasar, dan mengusulkan makanan siap saji yang mudah dimasak, mudah disimpan, atau bahkan lezat. Pengawetan, pemasakan, pengeringan, pengasapan, dan fermentasi adalah proses yang paling sering digunakan untuk memberikan stabilitas mikrobiologis dan umur simpan, dan biasanya menggunakan garam dan bahan tambahan makanan, yang jumlahnya sangat meningkat sejak intensifikasi industrialisasi pengolahan pangan pertanian. Kami juga meninjau ilmu pengetahuan yang tersedia tentang cara perilaku konsumen bersinggungan dengan kualitas makanan sumber hewani. Manusia adalah omnivora, dan status ini memberi pemakan kebebasan dan fleksibilitas untuk beradaptasi dengan berbagai biotop, tetapi juga menghadapkan mereka pada risiko kontaminasi yang berpotensi mengancam jiwa, mengarahkan mereka untuk makan makanan yang ditampilkan dalam jalur makanan budaya mereka. Dengan demikian konsumen merasa senang dan tidak takut saat mereka memilih makanan mereka, dan dalam melakukan diet (Danezis et al., 2016). Oleh karena itu, risiko seputar makanan tidak dapat sepenuhnya dinilai dan dievaluasi melalui dimensi keamanan pangan yang terlalu sederhana. Otentikasi praktik di pertanian dan kondisi pemrosesan makanan menawarkan rute untuk meyakinkan kembali konsumen.

1.2 Pengawasan/Kontrol Kualitas Pangan

Kontrol kualitas adalah pemeliharaan kualitas pada tingkat dan batas toleransi yang dapat diterima oleh pembeli sambil meminimalkan biaya untuk vendor. Secara ilmiah, pengendalian mutu pangan mengacu pada pemanfaatan parameter teknologi, fisik, kimia, mikrobiologi, nutrisi dan sensorik untuk mencapai pangan yang sehat. Faktor-faktor kualitas ini tergantung pada spesifik kuantitatif yaitu persentase gula, protein, serat dll serta atribut yang tidak terlihat seperti peroksida, asam lemak bebas dan enzim (Petro-Turza et al., 2004). Meskipun atribut kualitas banyak, tidak semua perlu dipertimbangkan untuk kualitas setiap produk tertentu. Penting untuk selalu menentukan seberapa jauh relatif suatu faktor dalam kaitannya dengan kualitas total produk.

Atribut kualitas produk tertentu didasarkan pada komposisi produk, reaksi kerusakan yang diharapkan, kemasan yang digunakan, umur simpan yang dibutuhkan dan jenis konsumen. Elemen terpenting dan tujuan akhir dalam pengendalian kualitas makanan adalah melindungi konsumen. Untuk memastikan standarisasi prosedur ini, undang-undang dan peraturan pangan mencakup tindakan terkait yang memengaruhi pemasaran, produksi, pelabelan, bahan tambahan makanan yang digunakan, suplemen makanan, penegakan *General Manufacturing Practice* (GMP), Analisis Bahaya dan Titik Kontrol Kritis (HACCP), federal Hukum dan regulasi.

1.2.1 Pentingnya Kontrol Kualitas Pangan

Faktor kualitas yang paling penting dari makanan olahan adalah keamanan dan keandalan diikuti oleh "kelezatan" dan "harga yang sesuai". Kerugian besar yang akan dicatat oleh industri makanan jika produk cacat ditolak atau ditarik kembali, serta efek merusak pada citra perusahaan dan kepercayaan publik membenarkan perlunya kontrol kualitas makanan. Untuk alasan ini, jaminan kualitas harus menjadi tujuan perusahaan, dan harus berasal dari tingkat manajemen paling atas hingga staf industri yang paling sedikit. Siklus *Plan, Do, Check, Action* (PDCA) harus digunakan saat pengendalian kualitas diterapkan.

1.3 Sejarah Pengendalian Kualitas Pangan

Bertahun-tahun yang lalu, sekitar 2500 tahun SM Mosaik dan hukum Mesir memiliki ketentuan untuk mencegah kontaminasi daging. Juga, lebih dari 2000 tahun yang lalu, India telah memiliki peraturan yang melarang pemalsuan biji-bijian dan lemak yang dapat dimakan. Dalam pengertian yang sebenarnya, hukum-hukum Musa berisi ketentuan-ketentuan tentang makanan yang sangat mirip dengan aspek-aspek tertentu dari hukum-hukum makanan modern. Kitab Perjanjian Lama melarang konsumsi daging dari hewan yang mati selain yang sengaja disembelih, mungkin secara sadar atau tidak, ini untuk memastikan bahwa daging yang terkontaminasi tidak dikonsumsi.

Ada juga berat dan takaran yang diatur dalam makanan dan komoditas lainnya. Peraturan makanan kuno lainnya disebut dalam literatur Cina, Hindu, Yunani, dan Romawi. Penulis klasik juga merujuk pada kontrol bir dan pemeriksaan anggur di Athena, "untuk memastikan kemurnian dan kesehatan produk ini." Pemerintah Romawi juga memberikan kontrol negara atas persediaan makanan untuk melindungi konsumen dari kualitas buruk dan penipuan. Bahkan ketika sebagian besar pedagang lebih memilih untuk bertransaksi dengan jujur dan adil, sejarah telah menunjukkan kebutuhan untuk memastikan kualitas sebagaimana dibuktikan oleh undang-undang untuk melindungi pembeli dan pedagang yang jujur dari mereka yang menolak untuk mematuhi kode praktik yang baik yang diterima. Ketika makanan langka, mengakibatkan peningkatan permintaan yang diharapkan, praktik penipuan lazim terjadi. Bahkan ketika sebagian besar pedagang lebih memilih untuk bertransaksi dengan jujur dan adil, sejarah telah menunjukkan perlunya memastikan kualitas sebagaimana dibuktikan oleh undang-undang untuk melindungi pembeli dan pedagang yang jujur dari mereka yang menolak untuk mematuhi kode praktik baik yang diterima. Ketika makanan langka, mengakibatkan peningkatan permintaan yang diharapkan, praktik penipuan lazim terjadi (Adamson, 2004).

1.3.1 Abad Pertengahan

Ini adalah era pembentukan serikat dagang, terutama komunitas Eropa dengan pengaruh kuat mereka pada regulasi perdagangan. Ini adalah kelompok pedagang spesialisasi tertentu yang tujuannya adalah untuk memberikan

kontrol dan pengawasan umum atas kejujuran dan integritas anggota mereka dan kualitas produk mereka. Misalnya, pada tahun 1419, sebuah peraturan dikeluarkan yang melarang pemalsuan atau pencampuran anggur dari wilayah geografis yang berbeda (Adamson, 2004). Banyak negara memiliki cara tersendiri untuk mengontrol kualitas makanan. Misalnya, pada tahun 1649 undang-undang Persemakmuran diberlakukan untuk mengatur kualitas mentega. Di Prancis, dokumen ekonomi Abad Pertengahan yang paling menarik dan lengkap yang tersedia tentang masalah ini adalah *Livre des Métiers*, yang, pada abad ketiga belas, menguraikan kode praktik komparatif serikat dagang Paris. Pada abad ketujuh belas dan kedelapan belas, kimia digunakan sebagai alat analisis dalam memerangi pemalsuan makanan. Robert Boyle, dengan menggunakan prinsip-prinsip berat jenis, menjadi dasar untuk deteksi ilmiah pemalsuan makanan. Tidak banyak yang berubah, hanya derajat dan tingkat kecanggihan penipuan, serta teknik analisis yang digunakan untuk mendeteksinya.

1.3.2 Revolusi Industri Pada Abad Kesembilan Belas

Catatan Roe (1956) menunjukkan bahwa, ada beberapa kegiatan standardisasi sporadis dalam budaya kuno dan selama abad pertengahan, standardisasi yang lebih terorganisir sebenarnya berkembang pada paruh kedua abad kesembilan belas. Saat itulah industri mencapai keadaan perkembangan dan jelas bahwa, penyatuan sangat diperlukan untuk proyek-proyek besar seperti perkeretaapian. Upaya dilakukan untuk menemukan ukuran yang seragam untuk panjang dan berat, tetapi meter dan kilogram tidak diterima sebagai standar tersebut sampai tahun 1870-an. Periode revolusi industri adalah masa ekspansi yang luar biasa di banyak bidang, yang memiliki pengaruh khusus pada produksi pangan, regulasi, dan kontrol juga. Perubahan yang cepat dari masyarakat pedesaan ke masyarakat perkotaan dan dari sistem produksi domestik ke pabrik menempatkan tekanan pada produksi dan distribusi pangan. Diperkirakan, periode tersebut menciptakan banyak masalah kesehatan masyarakat, terutama di pusat-pusat industri, yang tidak siap menampung massa yang berbondong-bondong ke sana. Ada banyak kemiskinan, dan perkembangan kota-kota industri yang tidak terkendali menyebabkan kondisi yang mengerikan serupa dengan yang masih dapat dilihat di daerah perkotaan di beberapa bagian dunia saat ini. Ada seruan yang menyertai untuk reformasi dan perbaikan dalam hal-hal yang berkaitan dengan kesehatan masyarakat termasuk persediaan makanan penting di dalam pusat-pusat industri yang padat dan tidak higienis.

Di Inggris pada tahun 1820, Friederich Accum's periode tersebut menciptakan banyak masalah kesehatan masyarakat, terutama di pusat-pusat industri, yang tidak siap menampung massa yang banyak. Ada banyak kemiskinan, dan perkembangan kota-kota industri yang tidak terkendali menyebabkan kondisi yang mengerikan serupa dengan yang masih dapat dilihat di daerah perkotaan di beberapa bagian dunia saat ini. Ada seruan yang menyertai untuk reformasi dan perbaikan dalam hal-hal yang berkaitan dengan kesehatan masyarakat termasuk persediaan makanan penting di dalam pusat-pusat industri yang padat dan tidak higienis. Di Inggris pada tahun 1820, Friederich Accum's periode tersebut menciptakan banyak masalah kesehatan masyarakat, terutama di pusat-pusat industri, yang tidak siap menampung massa yang berbondong-bondong datang. Ada banyak kemiskinan, dan perkembangan kota-kota industri yang tidak terkendali menyebabkan kondisi yang mengerikan serupa dengan yang masih dapat dilihat di daerah perkotaan di beberapa bagian dunia saat ini. Ada seruan yang menyertai untuk reformasi dan perbaikan dalam hal-hal yang berkaitan dengan kesehatan masyarakat termasuk persediaan makanan penting di dalam pusat-pusat industri yang padat dan tidak higienis. Di Inggris pada tahun 1820, Friederich Accum's dan perkembangan kota-kota industri yang tidak terkendali menyebabkan kondisi yang mengerikan seperti yang masih dapat dilihat di daerah perkotaan di beberapa bagian dunia saat ini. Ada seruan yang menyertai untuk reformasi dan perbaikan dalam hal-hal yang berkaitan dengan kesehatan masyarakat termasuk persediaan makanan penting di dalam pusat-pusat industri yang padat dan tidak higienis. Di Inggris pada tahun 1820, Friederich Accum's dan perkembangan kota-kota industri yang tidak terkendali menyebabkan kondisi yang mengerikan seperti yang masih dapat dilihat di daerah perkotaan di beberapa bagian dunia saat ini. Ada seruan yang menyertai untuk reformasi dan perbaikan dalam hal-hal yang berkaitan dengan kesehatan masyarakat termasuk persediaan makanan penting di dalam pusat-pusat industri yang padat dan tidak higienis.

Di Inggris pada tahun 1820, Friederich Accum's menyebutkan Risalah tentang Pemalsuan Makanan dan Racun Kuliner menyoroiti praktik penipuan yang membahayakan kesehatan masyarakat. Sayangnya, pada saat itu, pengetahuan dan pemahaman tentang kebersihan dan bahaya pemalsuan makanan sangat rendah dan terbatas sehingga pekerjaan ini tidak dipertimbangkan. Banyak makalah sebelumnya yang mencoba menarik perhatian pada pemalsuan beberapa bahan makanan juga diabaikan. Namun yang perlu diperhatikan, adalah pendirian layanan kotamadya untuk mengontrol bahan makanan dan minuman di Amsterdam pada tahun 1858. Hal ini diikuti di Inggris tahun

1860, dengan pemberlakuan hukum makanan modern komprehensif pertama di dunia; “Undang-undang untuk Mencegah Pemalsuan Makanan dan Minuman.” Selain tindakan tersebut yang pertama, ia menyediakan pendekatan ilmiah untuk masalah makanan dengan penunjukan seorang analis yang tugasnya hanya "untuk memeriksa kemurnian artikel makanan dan minuman. "Tujuh tahun kemudian di Budapest, Hongaria, sebuah layanan kota didirikan untuk mengontrol air minum, ini memuncak dalam pendirian sebuah lembaga untuk mengontrol makanan. Selama periode ini, jenis hukum serupa muncul di Belgia, Italia, Austria, Hongaria, dan negara-negara Skandinavia. Ini juga merupakan periode berdirinya lembaga yang melayani inspeksi makanan dan kontrol kualitas makanan. Untuk memberikan gambaran tentang volume kegiatan lembaga-lembaga tersebut, dapat disebutkan bahwa, menurut laporan dari Food and Drug Inspection of the State Board of Health of Massachusetts, sejak berlakunya undang-undang tersebut pada tahun 1882 hingga 1907, lebih dari 176.000 sampel makanan dikendalikan, dan lebih dari 11.000 ditemukan dipalsukan. Meskipun kegiatan pengendalian makanan utama saat ini adalah di negara-negara industri Eropa Barat, banyak negara lain seperti Australia, Kanada, dan AS juga memberlakukan undang-undang pangan. Meskipun Australia tidak memberlakukan undang-undang pangan nasional, setiap negara bagian memiliki kekuasaan untuk memberlakukan undang-undang pangan dan tetap berlaku sejak saat itu (Edith and Ochubiojo, 2012).

1.3.3 Abad Kedua Puluh

Perkembangan yang paling menonjol dan substantif pada periode ini terjadi di India. Negara tersebut mengubah kontrol pemalsuan makanannya untuk memastikan kemurnian artikel makanan yang dijual di seluruh negeri antara tahun 1919 dan 1941. Pada tahun 1954, India memberlakukan Undang-Undang Pencegahan Pemalsuan Makanan dan Undang-undang ini, dengan amandemen selanjutnya, masih berlaku (Roe, 1956). Di Timur Jauh, kontrol makanan lambat muncul, dan baru pada tahun 1940-an atau akhir 1960-an langkah-langkah pengendalian makanan diperkenalkan. Selama periode ini, banyak negara Amerika Latin juga memberlakukan undang-undang pangan, meskipun sistem hukum sebagian besar negara Amerika Latin didasarkan pada Spanyol dan Portugal, perbedaan signifikan telah berkembang dalam undang-undang pangan mereka.

Upaya sekarang sedang dilakukan untuk menyelaraskan perbedaan-perbedaan ini. Di Afrika, undang-undang pangan tidak terlalu penting sampai paruh

kedua abad ke-20. Negara-negara merdeka yang mulai muncul pada akhir 1950-an dipengaruhi dalam banyak hal, termasuk layanan pengawasan makanan, oleh negara-negara Eropa yang terkait erat dengan mereka. Misalnya, wilayah Prancis telah mengembangkan undang-undang makanan Prancis, sementara wilayah Inggris mengikuti prosedur Inggris. Undang-undang pangan sering diwariskan secara total oleh negara-negara yang baru merdeka. Meskipun jelas bahwa, ada kebutuhan untuk penyesuaian besar hari ini karena situasi sekarang sangat berbeda dari yang undang-undang awalnya dirancang, beberapa faktor mulai dari korupsi hingga kurangnya kepemimpinan visioner telah berkontribusi besar pada ketidakmampuan banyak negara Afrika untuk membuat kemajuan yang masuk akal. Ini di luar cakupan buku ini. Namun perlu disebutkan, adalah kurangnya tenaga ahli atau terlatih di negara-negara berkembang untuk menyusun undang-undang pangan yang sesuai dengan keadaan khusus negara tersebut, atau staf ilmiah atau teknis yang diperlukan untuk analisis pangan, pengambilan sampel, dan inspeksi yang efisien.

Ada juga kekurangan bahan dan peralatan, dan banyak masalah lain yang berhubungan dengan peresmian dan pengoperasian sistem pengendalian pangan yang efektif. adalah kurangnya tenaga terampil atau terlatih di negara berkembang untuk menyusun undang-undang pangan yang sesuai dengan keadaan khusus negara tersebut, atau staf ilmiah atau teknis yang diperlukan untuk analisis pangan, pengambilan sampel, dan inspeksi yang efisien (Petro-Turza et al., 2004). Ada juga kekurangan bahan dan peralatan, dan banyak masalah lain yang berhubungan dengan peresmian dan pengoperasian sistem pengendalian pangan yang efektif. adalah kurangnya tenaga terampil atau terlatih di negara berkembang untuk menyusun undang-undang pangan yang sesuai dengan keadaan khusus negara tersebut, atau staf ilmiah atau teknis yang diperlukan untuk analisis pangan, pengambilan sampel, dan inspeksi yang efisien. Ada juga kekurangan bahan dan peralatan, dan banyak masalah lain yang berhubungan dengan peresmian dan pengoperasian sistem pengendalian pangan yang efektif.

1.4 Rantai Pasokan Makanan

Rantai pasokan makanan adalah rantai bersih yang bergerak di sepanjang rumah tangga petani, industri pengolahan, pusat distribusi, grosir, pengecer, serta konsumen (Edith and Ochubiojo, 2012). Secara umum, rantai pasokan makanan terdiri dari lima tautan: tautan pemasok bahan produk, tautan pemrosesan produksi, tautan penyimpanan dan pengangkutan pengepakan, tautan penjualan dan tautan pengeluaran konsumen dengan setiap tautan yang melibatkan sub-tautan terkait dan organisasi yang berbeda. operator.

Rantai pasokan adalah struktur jaringan, terdiri dari aliran fisik, informasi, keuangan, teknis, standar, keamanan dan koneksi nilai tambah. Sepanjang rantai pasokan, makanan tak terhindarkan terkena berbagai bahaya. Karena itu, mengetahui faktor risiko pada setiap fase rantai pasokan membantu memastikan bahwa sistem mutu yang efektif dan komprehensif diterapkan. Untuk menjamin kualitas makanan, penting untuk memastikan bahwa, semua langkah rantai pasokan dilakukan secara ketat, hati-hati, dan sesuai dengan prosedur operasi standar. Pada setiap fase rantai pasokan, potensi risiko, tanggung jawab, dan cara terbaik untuk mengatasinya harus dieksplorasi sepenuhnya.

1.4.1 Kontaminasi Makanan

Kontaminasi makanan dapat terjadi pada salah satu fase rantai pasokan makanan dan ini akan diuraikan di bawah kategori luas berikut: 1. Fisik 2. Kimia 3. Mikrobiologis 4. Kontaminan lainnya:

1. Kontaminasi fisik Salah satu pencemaran fisik utama adalah pemalsuan. Ini adalah pencampuran kualitas rendah bahan dengan produk unggulan sehingga mengurangi sifat, kualitas dan orisinalitas rasa, warna, bau dan nilai gizi dan pada akhirnya menimbulkan dampak buruk bagi kesehatan konsumen (Edith and Ochubiojo, 2012). Motif utama pemalsuan adalah untuk mendapatkan keuntungan yang tidak semestinya dan paling sering keuntungan. Hampir semua bahan pangan yang dijual di pasar rawan terhadap pemalsuan, namun produk pangan utama yang sering dipalsukan adalah rempah-rempah, produk susu, minyak goreng, minuman minuman, manisan, kacang-kacangan, gula, makanan olahan, beras

dan produk sereal seperti tepung. Tabel di bawah ini menunjukkan beberapa bahan makanan yang umum dan bahan-bahan yang dipalsukan.

2. Kontaminasi kimia Bahan kimia, yang menimbulkan efek berbahaya bila dikonsumsi oleh hewan atau manusia, dikatakan beracun. Penggunaan bahan kimia dalam produksi dan pengolahan makanan dan produk makanan tidak hanya memengaruhi kualitas, tetapi juga menyamarkan kerusakan dan merupakan pemalsuan yang disengaja yang berpotensi sangat berbahaya bagi kesehatan. Disarankan bahwa bahan tambahan makanan seperti bahan pewarna, pengawet, bahan pemanis buatan, antioksidan, pengemulsi/penstabil, penambah rasa/penyedap, dll., jika digunakan harus dengan kualitas yang disetujui dan diproses di bawah praktik manufaktur yang baik.
3. Kontaminasi mikrobiologis. Kontaminasi mikrobiologi makanan mungkin merupakan masalah kesehatan yang paling umum di dunia kontemporer. Oleh karena itu, untuk memastikan kualitas makanan yang baik dan aman, kriteria mikrobiologis harus ditetapkan dan kebebasan dari mikroorganisme patogen harus dipastikan, termasuk bahan baku, bahan dan produk jadi pada setiap tahap produksi/pengolahan. Dengan demikian pemeriksaan mikrobiologi produk makanan harus diadopsi secara luas. Kriteria mikrobiologi harus diterapkan untuk menentukan perbedaan antara makanan yang dapat diterima dan tidak dapat diterima. Keracunan makanan sering kali diakibatkan oleh konsumsi makanan lama, bekas, sisa, fermentasi atau busuk, karena dapat terkontaminasi bakteri atau mikroorganisme lain, sehingga beracun.
4. Kontaminan lainnya Logam adalah salah satu dari banyak kontaminan makanan yang tidak disengaja. Saat hadir di luar jejak jumlah, mereka beracun. Mereka menemukan jalan mereka ke makanan melalui udara, air, tanah, polusi industri dan rute lain termasuk peralatan makanan. Contoh umum termasuk, peralatan enamel berkualitas buruk yang memberikan kontribusi antimon dan peralatan galvanis yang melarutkan seng. Sumber utama kontaminasi

timah adalah piring timah, yang digunakan untuk membuat wadah untuk semua jenis makanan olahan. Telah ditunjukkan bahwa, sejumlah kecil logam ditambahkan ketika makanan dimasak dalam peralatan aluminium. Meskipun, tembaga adalah elemen penting yang dibutuhkan oleh tubuh manusia, tetapi makanan yang terkontaminasi tembaga adalah racun. Fumigan yang digunakan untuk mensterilkan makanan dalam kondisi di mana pemanasan uap tidak praktis mencemari makanan. Ini karena, mereka dapat bereaksi dengan konstituen makanan untuk menghasilkan atau menghancurkan nutrisi penting. Misalnya, etilen oksida, fumigan yang umum digunakan, bereaksi dengan klorida anorganik untuk membentuk etilen kloro hidrida, yang beracun. Beberapa pelarut seperti trikloro etilena yang digunakan untuk ekstraksi minyak dari biji minyak bereaksi dengan bahan makanan yang sedang diproses yang menghasilkan pembentukan produk beracun. Selama pemrosesan makanan, lipid dapat mengalami banyak perubahan pada pemanasan yang berkepanjangan, reaksi oksidatif dan polimerisasi dapat terjadi, sehingga menurunkan nilai produk olahan. Pengasapan daging dan ikan untuk pengawetan dan penyedap adalah praktik lama. Tetapi pemrosesan ini mencemari makanan dengan hidrokarbon aromatik polisiklik seperti benzopiren, yang banyak di antaranya bersifat karsinogenik. Pelumas, bahan pengemas dll juga mencemari makanan. Sejumlah bahan kimia sengaja ditambahkan ke makanan untuk meningkatkan nilai gizinya, menjaga kesegarannya, memengaruhi sifat yang diinginkan atau membantu dalam pemrosesan. Mereka juga mencemari makanan jika jumlahnya berlebihan.

Bab 2

Mutu Bahan Pangan

2.1 Pendahuluan

Mutu merupakan salah satu unsur yang sangat penting dalam produk pangan. Dalam menciptakan mutu produk tentu memerlukan bahan yang bermutu. Bahan pangan yang bermutu menjadi unsur utama dalam menciptakan produk pangan yang bermutu pula. Mutu bahan pangan tidak hanya dilihat berdasarkan aspek visual namun aspek kimia dan mikrobiologis menjadi faktor utama penjaminan mutu pangan, maka tentunya dalam pemilihan bahan pangan untuk pengolahan pangan mutu menjadi unsur pertimbangan yang utama. Mutu bahan pangan menjadi jaminan keamanan bagi konsumen. Mutu bahan pangan yang baik akan mendukung proses pengolahan selanjutnya hingga menghasilkan produk pangan yang bermutu (Varzakas and Constantina, 2016).

Mutu menjadi tantangan yang besar bagi perusahaan bidang pangan berbasis hasil ternak maupun hasil pertanian dalam arti luas yang berupa hasil perikanan dan perkebunan. Dalam industri pangan khususnya dengan tujuan ekspor mutu menjadi syarat layak atau tidaknya untuk diterima. Bahan pangan dapat dinyatakan bermutu jika telah melalui proses pengujian mutu dengan disesuaikan pada standar mutu yang ada dan berlaku. Pengawasan mutu bahan pangan Indonesia saat ini dilaksanakan oleh Kementerian Kesehatan, BPOM (badan pengawas obat dan makanan), Kementerian pertanian, Kementerian

perindustrian dan perdagangan (Pudjirahaju, 2018). Adapun pengawasan mutu bahan pangan dunia dalam kontrol dan standar organisasi pangan dan pertanian atau FAO (Food and Agriculture Organization) sementara standar pangan berdasarkan aspek keamanan berada di bawah naungan WHO (World health Organization). Semakin banyak standar mutu yang dapat terpenuhi oleh produsen pangan maka semakin tinggi pula peluang pasar yang dapat diraih.

Untuk mendapatkan bahan pangan yang bermutu, banyak faktor yang menjadi penentu antara lain aspek budidaya, pascapanen, distribusi dan penyimpanan. Faktor penentu tersebut dapat berpengaruh pada aspek fisik maupun komposisi kimia atau nutrisi bahan pangan. Aspek fisik yang termasuk dalam komponen bahan pangan antara lain warna, tekstur, viskositas, berat jenis, kesegaran, wujud yang berupa padatan, pasta ataupun liquid serta hal-hal yang dapat diukur dengan panca indera. Aspek komposisi adalah kandungan kimia berupa nutrisi yang terkandung dalam bahan pangan yang dapat berupa nutrisi makro maupun mikro. Kandungan nutrisi yang masih terkandung walaupun bahan pangan telah dipanen atau telah dipotong pada hasil peternakan tersebut yang menyebabkan bahan pangan tetap terus melakukan aktivitas fisiologis yang dapat memicu terjadinya kerusakan bahan pangan.

Bahan pangan, proses pengolahan, sensori produk merupakan mutu parsial dari mutu pangan (Varzakas and Constantina, 2016). Bahan pangan termasuk juga hasil ternak merupakan produk hewani yang cukup rentan terhadap kerusakan. Kerusakan bahan pangan merupakan permasalahan utama dan mutlak dialami bahan pangan baik yang berupa bahan pangan hasil ternak maupun hasil pertanian lainnya yaitu terjadinya penurunan mutu seiring dengan berjalannya waktu karena aktivitas fisiologis yang terus berlangsung. Maka penurunan mutu tersebut perlu ditekan sekecil mungkin dengan cara mempelajari sifat-sifat dan karakteristik bahan pangan agar dapat dilakukan upaya pengendalian mutu bahan pangan yang tepat sesuai dengan sifat dan karakteristik bahan pangan tentunya dengan memperhatikan aspek keamanan pangan.

2.2 Standar Mutu Bahan Pangan

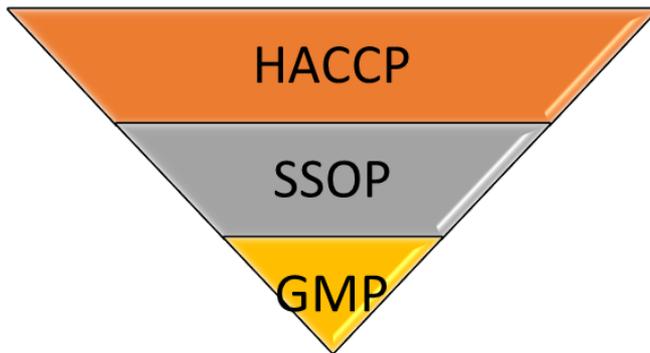
Standar mutu bahan pangan merupakan salah satu indikator mutu bahan pangan. Produsen pangan hendaknya memberikan jaminan dengan pemenuhan standar mutu yang telah ditetapkan oleh badan standarisasi pangan

yang berlaku disuatu negara atau bahkan standar dunia. Bagi konsumen, standar mutu pangan menjadi salah satu nilai tambahan dalam pemilihan suatu produk. Mutu produk pangan dikategorikan atas ekstrinsik dan intrinsik, Ekstrinsik yang berkaitan dengan eksternal produk yang dapat dilihat dari kemasan, merek, cara distribusi, label sementara aspek intrinsik adalah hal-hal yang berkaitan dengan produknya langsung seperti nilai gizi dan organoleptik. Atribut mutu secara ekstrinsik dan intrinsik memberikan pengaruh terhadap produk pangan khususnya produk snack (Jansen, 2012). Demikian pula pada produk pangan lainnya tentu atribut mutu menjadi pertimbangan untuk pembelian karena pangan terkait juga dengan kesehatan.

Mutu bahan pangan terdiri dari berbagai aspek seperti aspek gizi, keamanan dan sanitasi pangan, aspek organoleptik, aspek bisnis dan daya tarik dari aspek visual bagi konsumen. Utamanya aspek yang pertama dilihat dan dinilai konsumen dalam produk pangan adalah daya tarik secara visual dan kemudian nilai gizi yang biasanya tercantum dalam kemasan. Peraturan Pemerintah Nomor 28 tahun 2004 mendefinisikan mutu pangan sebagai nilai berdasarkan atas kriteria keamanan pangan, kandungan gizi, dan standar perdagangan terhadap bahan makanan dan minuman (Mamuaja, 2016). Aspek mutu dalam bahan pangan tentunya dapat tercapai dengan penerapan manajemen mutu yang sistematis mulai dari budidaya, pascapanen, pengolahan hingga sampai pada konsumen akhir. Untuk mencapai hal ini terdapat beberapa upaya yang dapat diterapkan oleh perusahaan bahan pangan maupun perusahaan pangan antara lain penerapan HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point), SSOP (Sanitation Standard Operating Procedure), GMP (Good Manufacturing Practice) dilakukan pengawasan mutu bahan baku, peningkatan pengetahuan karyawan, peralatan produksi dan dilakukannya pengawasan pengendalian produksi (Junais, Brasit and Latief, 2018).

Bahan pangan adalah produk hasil pertanian dalam arti luas yang dapat berupa hewani maupun nabati dan dapat berupa produk keseluruhan ataupun produk turunannya. Bahan pangan adalah bagian atau keseluruhan tanaman maupun hewan yang dapat dikonsumsi atau diolah menjadi panganan. Contoh produk hewani adalah hasil peternakan dan perikanan sementara produk nabati adalah hasil perkebunan dan hasil pertanian. Produk turunan dari bahan hewani contohnya adalah gelatin dan gliserol. Produk turunan dari bahan nabati contohnya lecitin kedelai. Bahan baku pangan mendukung terciptanya pangan yang bermutu, untuk mendapatkan bahan yang bermutu. Mutu bahan pangan ini tercakup dalam GMP, bahwa GMP mulai terdiri dari proses pengolahan

secara keseluruhan yang dimulai dari masuknya bahan mentah untuk diolah menjadi produk. Untuk itu diperlukan juga penerapan budidaya yang baik sebagai sumber produksi bahan pangan. Penerapan budidaya yang baik ini dikenal dengan *Good Agriculture Practices* (GAP). Dalam sistem manajemen mutu pangan terdapat keterkaitan antara GMP dan aspek mutu lainnya sebagaimana yang digambarkan pada piramida dalam mutu terkait keterkaitan antara GMP, SSOP dan HACCP menurut Hermasyah dkk sebagaimana berikut.



Gambar 2.1: Piramida Mutu Keterkaitan GMP, SSOP dan HACCP (Salsabila, 2019)

Mengacu pada piramida diatas dan mengingat pentingnya mutu bahan baku maka penulis dapat menggambarkan keterkaitannya sebagaimana pada gambar 2.2 berikut.



Gambar 2.2: Keterkaitan Sistem Mutu Pangan

GAP mencakup cara budidaya yang baik memenuhi standar dan keamanan bahan baku. GAP dimulai dari pratanam, proses budidaya atau pemeliharaan hingga pemanenan. Bahan baku yang baik tentu akan didapatkan dari proses

budidaya yang baik. Bibit yang digunakan merupakan bibit yang baik dan tentunya aman. Pelaksanaan pemanenan atau dapat pascapanen juga perlu dilakukan sesuai standar pascapanen atau biasa dikenal dengan GHP (Good Handling Practices). Bahan baku pangan dapat terjamin mutunya apabila dalam aspek produksinya (budidaya/peternakan/perikanan) menerapkan GAP. Namun GAP juga perlu dilanjutkan dengan penerapan GHP agar terjadi penekanan kerusakan atau kehilangan komponen nutrisi bahan baku sehingga dapat sampai pada proses pengolahan dengan penerapan GMP.

Ditinjau dari sumbernya, bahan pangan terdiri dari bahan hewani, merupakan bahan yang memiliki risiko tingkat kerusakan lebih tinggi dibandingkan nabati. Bahan pangan hewani lebih berisiko mengalami kerusakan karena komponen gizinya lebih kaya dan mudah diurai dibandingkan dengan bahan baku pangan nabati. Bahan pangan hewani tergolong produk sangat cepat rusak (perishable food). Bahan pangan nabati yang bersifat perishable adalah sayur dan buah – buahan. Contoh bahan baku hewani yaitu daging, susu, telur, ikan dan seafood sedangkan contoh baku nabati yaitu sereal, biji-bijian, umbi-umbian dan lain-lain. Bahan pangan hewani memiliki umur simpan yang pendek sehingga penyimpanannya perlu dilakukan secara tepat yaitu pada suhu dingin hingga beku.

2.2.1 Unsur Mutu Bahan Pangan

Unsur mutu bahan pangan untuk tujuan pengolahan pangan satu dan lainnya biasanya berbeda. Dalam perusahaan pangan untuk menilai mutu bahan pangan ditetapkan kriteria mutu bahan sesuai dengan kebutuhan bahan pada produk yang akan diproduksi. Unsur mutu bahan pangan secara umum akan diukur berdasarkan unsur fisik dan kimia. Unsur fisik terdiri dari kesegaran, bentuk/tekstur, warna dan keseragaman sedangkan unsur kimia yaitu komponen gizi yang terkandung di dalamnya. Unsur fisik dapat dinilai secara langsung oleh panca indera namun unsur kimia perlu bantuan instrumen analisis. Sebagai contoh, untuk mengetahui kadar protein maka dilakukan analisa dengan bantuan instrumen analisa protein seperti labu kdjeldahl.

Unsur fisik terkadang berkaitan dengan unsur fisik lainnya dan unsur kimia misalnya pada daging yang memiliki warna pucat mengindikasikan bahwa produk daging sudah tidak segar dan menandakan bahwa terjadi proses fisiologis pada daging yaitu penguraian komponen gizi yang menyebabkan penurunan kandungan gizi daging. Berdasarkan hal tersebut maka unsur mutu bahan pangan terdiri dari berbagai sifat dan kriteria masing-masing bahan yang

dapat membentuk mutu bahan pangan dan akan mempengaruhi mutu pangan yang diolah. Unsur mutu bahan pangan dinilai berdasarkan sifat dan karakteristik tersendiri sesuai dengan standar bahan pangan. Sifat mutu bahan pangan secara fisik, kimia dan organoleptik merupakan bagian dari unsur mutu bahan pangan (Mamuaja, 2016).

2.2.2 Kriteria Mutu Bahan Pangan

Kriteria mutu bahan pangan adalah unsur mutu yang spesifik dalam bahan pangan. Kriteria mutu untuk masing-masing bahan pangan dengan tujuan pengolahan produk tertentu dapat berbeda. Sebagai contoh untuk membuat bakso diperlukan daging yang segar, bertekstur kompak tanpa tulang dan berwarna merah kehitaman sedangkan untuk membuat soto daging diperlukan daging karkas yang terdapat campuran urat atau otot daging lainnya. Maka kriteria mutu bahan pangan yang sama sumbernya akan berbeda sesuai dengan tujuan produk yang akan diolah.

Bahan pangan dapat dikatakan bermutu jika telah memenuhi unsur mutu melalui beberapa tes mutu berdasarkan komponen gizi dan komponen sensori. Masing-masing komponen memiliki parameter tertentu yang menyesuaikan dengan produk tujuan untuk produksi. Untuk mendapatkan bahan pangan bermutu umumnya perusahaan pengolah pangan menerapkan proses pra produksi seperti sortasi bahan. Sortasi bahan adalah memilah bahan baku yang layak diproduksi dan bahan baku yang tidak layak misalnya bahan pangan yang cacat mekanik atau bahan pangan yang busuk atau rusak atau pemilahan berdasarkan tingkat kematangan atau umur pada budidaya atau pemeliharaan pada hasil perikanan dan peternakan.

Mutu bahan pangan hasil ternak berupa daging dipengaruhi oleh faktor pra dan pasca dan pemotongan ternak. Pra pemotongan dipengaruhi oleh spesies ternak, tipe, umur, jenis kelamin dan spesies ternak. Sementara pasca pemotongan sangat terkait dengan proses penanganan dan proses pengolahannya setelah dilakukan pemotongan seperti proses pelayuan daging, metode pemasakan, pH karkas, bahan tambahan pada pengolahan, marbling, bagian daging, serta penyimpanan dan preservasi yang dilakukan (Bahtiar, Abustam and Kiramang, 2017).

2.3 Komponen Bahan Pangan

Bahan pangan haruslah mengandung komponen gizi baik makro maupun mikro. Komponen gizi tersebut harus mampu memenuhi kebutuhan gizi yang dikonsumsi. Komponen gizi makro yaitu karbohidrat, protein dan lemak sedangkan komponen gizi mikro terdiri dari vitamin dan mineral. Dalam bahan pangan, komponen penyusun sangat mendukung mutu pangan namun tidak hanya itu, mutu proses pengolahan juga sangat mendukung produk akhir yang dihasilkan. Bahan baku yang baik jika tidak diterapkan proses yang baik pada pengolahannya maka komponen gizi yang terkandung bisa saja hilang atau bahkan berubah menjadi toksik. Maka komponen bahan pangan dasar pembentukan mutu produk pangan sementara proses pengolahan khususnya GMP adalah menjamin komponen gizi bahan pangan tetap terjaga atau menekan risiko kehilangan komponen gizi pada saat dilakukan proses pengolahan. Selanjutnya sebagai bentuk pengendalian maka diterapkan HACCP.

Komponen bahan pangan terdiri dari komponen fisik dan kimia yang kesemuanya dapat diukur dengan parameter masing-masing. Parameter fisik dapat diukur dengan menggunakan instrumen atau secara kualitatif melibatkan panelis. Parameter fisik yang dapat diukur dengan menggunakan instrumen yaitu berat jenis, titik beku, tekstural, bilangan penyabunan, warna dan elastisitas sedangkan yang dapat diukur atas penilaian panelis meliputi warna, tekstural, rasa dan aroma. Terdapat parameter yang dapat diukur dengan dua metode pengukuran baik instrumen maupun panelis sebagai contoh pada parameter warna. Parameter warna dapat diukur dengan instrumen color meter dan dapat pula dilakukan oleh panelis, hanya saja hasil pengukuran pada dua metode tersebut menghasilkan jenis data yang berbeda.

2.3.1 Komponen Fisik

Komponen fisik bahan pangan terdiri dari berat jenis, titik beku, tekstural, warna, elastisitas dan penyabunan. Contoh pentingnya mengetahui komponen fisik bahan baku yaitu pada berat jenis diperlukan untuk proses pengolahan khususnya yang melibatkan bahan yang memiliki berat jenis berbeda misalnya pada proses pemisahan dengan menerapkan teknik sentrifugal. Perbedaan berat jenis ini juga terdapat pada proses pemisahan minyak dari santan atau esensial oil pada proses ekstraksi. Komponen fisik berupa titik beku berkaitan erat dengan proses penyimpanan atau penanganan pascapanen. Bahan pangan

memiliki titik beku yang berbeda sebagai contoh produk hasil peternakan berupa susu memiliki titik beku yang lebih rendah dibandingkan air untuk membekukan susu maka suhu yang digunakan adalah suhu minus °C. Bahan pangan hasil ternak berupa susu juga memiliki standar tertentu yang disebut sebagai *codex* susu. *Codex* susu merupakan ketentuan yang berupa satuan mengenai bahan makanan yang harus dipenuhi dalam susu sehingga susu dapat dimasukkan dalam daftar makanan.

Mutu tekstural bahan pangan tergantung pada produk tujuan yang akan diolah. Contoh pada daging sebagai produk hasil ternak memiliki tekstur yang berbeda pada saat masih benar-benar segar (*pre rigor*) dengan daging yang sudah mengalami pelayuan (*post rigor*). Daging sebagai bahan pangan sumber ternak jika ditujukan untuk pembuatan bakso maka lebih baik digunakan pada saat *pre rigor* sementara daging untuk masakan seperti sate maka lebih baik menggunakan yang *post rigor*. Pada pembuatan bakso penggunaan daging *pre rigor* memberikan tekstural produk bakso yang dan aroma yang lebih disukai konsumen (Zurriyati, 2011).

2.3.2 Komponen Kimia

Komponen kimia dapat juga disebut komponen gizi atau unsur-unsur kimia tubuh manusia. Unsur kimia penyusun tubuh ini harus terpenuhi dari makanan karena meskipun tubuh mampu mensintasi namun tidak dapat mencukupi kebutuhan tubuh. Komponen gizi yang diperlukan tubuh dan harus ada dalam bahan pangan yaitu karbohidrat dan lemak sebagai sumber energi, protein sebagai zat pembangun tubuh sedangkan air, mineral dan vitamin sebagai pertahanan dan untuk pertumbuhan. Dalam bahan pangan komponen gizi utama terdiri dari enam elemen dan bahan pangan juga dapat mengandung zat anti gizi serta bioaktif tertentu yang dapat memberikan efek fungsional tertentu. Enam elemen bahan pangan yaitu karbohidrat, lemak, protein, air, mineral dan vitamin.

Karbohidrat terkandung pada bahan pangan dalam berbagai bentuk tergantung dari bahan pangannya. Pada sereal, umbi-umbian dan kacang-kacangan, karbohidrat tersedia dalam bentuk pati, pada produk buah-buahan tersedia dalam bentuk gula sedangkan pada produk hewani tersedia dalam bentuk glikogen. Karbohidrat tersedia melimpah pada produk nabati sedangkan produk hewani merupakan sumber lemak dan protein. Karbohidrat pada produk hewani biasanya terdapat pada hati dan otot sedangkan karbohidrat yang berupa gula laktosa hanya ada pada produk susu sebagai bahan pangan

hasil ternak (Pandit, 2012). Protein juga terkandung pada kacang-kacangan seperti pada kacang kedelai yang dikenal sebagai sumber protein nabati. Namun produk hewani merupakan sumber lemak dan protein terbanyak dibandingkan dengan nabati.

Protein dalam bahan pangan tersusun atas asam amino esensial. Asam amino sebagai penyusun protein dalam bahan pangan bervariasi dan terdapat pada bahan hewani berupa produk perairan dan peternakan maupun bahan nabati khususnya kacang-kacangan. Kandungan protein dalam bahan pangan baik hewani maupun nabati dikategorikan sebagai parameter mutu dalam komponen gizi. Protein merupakan zat pembangun tubuh sehingga ketersediaan protein dalam bahan pangan sangat penting dan menjadi parameter mutu produk olahan pangan. Protein ini merupakan kebutuhan esensial tubuh. Bahkan kekurangan protein khususnya dapat menimbulkan risiko kesehatan tertentu. Protein dalam bahan pangan dapat berupa protein sederhana ataupun protein konjugasi. Masing-masing jenis protein dapat difungsikan dan diperuntukkan untuk olahan produk tertentu sesuai kebutuhan sehingga mutu bahan pangan yang dinilai berdasarkan aspek protein tentunya juga menyesuaikan dengan produk tujuan. Sebagai contoh pada pengolahan produk ayam krispy diperlukan protein yang membentuk tekstur renyah yaitu menggunakan putih telur sedangkan pada pembuatan roti untuk membentuk tekstur yang lembut maka diperlukan protein yang berikatan dengan lemak (fosfolipid).

Lemak termasuk bagian parameter mutu bahan pangan, di mana dalam tubuh manusia lemak sebagai sumber energi atau cadangan energi. Mutu bahan pangan yang ditinjau berdasarkan parameter lemak yang dilihat atas persentase kandungan serta jenis lemak yang ada. Lemak menjadi isu kesehatan yang paling tren saat ini khususnya adalah risiko kelebihan lemak. Untuk itu lemak dalam bahan pangan tidak hanya dilihat atas persentase tetapi dilihat juga jenis lemaknya apakah lemak jenuh ataupun lemak tidak jenuh. Pada pengolahan pangan lemak memberikan efek tekstural yang lembut atau soft.

Kandungan air merupakan salah satu parameter mutu pangan khususnya berkaitan dengan penanganan bahan pangan. Semakin tinggi kadar air bahan pangan semakin tinggi kerusakan yang dapat ditimbulkan. Air menjadi media paling baik untuk pertumbuhan mikroorganisme perusak khususnya adalah air bebas. Untuk itu kandungan kadar air yang tinggi perlu penanganan yang tepat dan cepat untuk menekan risiko kerusakan. Demikian pula pada produk

pangan kadar air yang produk pangan yang tinggi memerlukan penyimpanan dengan suhu rendah.

Bab 3

Kerusakan dan Penurunan Mutu Pangan

3.1 Pendahuluan

Bahan pangan umumnya akan mengalami proses pengolahan dan penanganan untuk menghasilkan produk pangan. Sumber bahan pangan dapat diperoleh dari sektor pertanian, perkebunan, peternakan dan perikanan yang dapat berupa sereal, buah dan sayuran, coklat, kopi, daging, telur, ikan laut maupun ikan darat. Bahan pangan sesaat setelah dipanen akan mengalami perombakan komposisi yang mengarah pada penurunan mutu. Perombakan ini mengindikasikan terjadinya kerusakan dalam bahan pangan. Kerusakan bahan pangan sejatinya adalah perubahan karakteristik fisik dan kimiawi dari suatu bahan pangan yang tidak diinginkan atau adanya penyimpangan dari karakteristik normal bahan tersebut. Contohnya pada buah pisang, kerusakan atau penurunan mutu ditandai dengan perubahan warna kulit pisang menjadi lebih hitam, teksturnya yang semula keras menjadi lebih lembek. Contoh lain pada produk hewani seperti ikan dan ternak, terlihat pada daging ikan yang mulai membusuk ketika memasuki tahapan post rigor.

Karakteristik fisik meliputi adanya perubahan sifat organoleptik atau respon yang melibatkan panca indera kita, yaitu perubahan bentuk dan warna yang

teramati, tekstur yang teraba, dan bau yang tercium dari bahan pangan. Karakteristik kimiawi ditandai dengan perubahan komponen penyusun bahan pangan tersebut yang meliputi air, karbohidrat, lemak, protein, vitamin, mineral, pigmen atau zat warna, dan lainnya. Adanya perubahan komponen ini, misalnya perubahan kadar air pada bubuk kopi dengan kadar air standar SNI sebesar 10-13% (Hayati, Marliah and Rosita, 2012), perubahan struktur kimia pigmen pada sayuran segar yang melewati masa simpannya. Adanya degradasi nilai fisik dan kimia bahan pangan menjadi hal yang wajar ketika telah melewati batas masa simpan atau mulai membusuk. Kecepatan kerusakan atau laju pembusukan dapat berlangsung cepat maupun lambat tergantung pada jenis bahan pangan, perlakuan selama penyimpanan dan pengolahannya.

Sebagai contoh, sayur-sayuran atau buah-buahan yang baru dipanen apabila tidak segera diangkut dan mendapat perlindungan dan penyimpanan yang baik dan sesuai maka akan mempercepat laju pembusukannya. Proses ini berpengaruh terhadap mutu bahan tersebut sebelum dilakukan pengolahan atau proses produksi selanjutnya. Hal ini tentunya kerap terjadi di hampir semua bahan pangan. Contoh umur simpan pada beberapa bahan pangan disajikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1: Umur Simpan Beberapa Bahan Pangan (Susiwati, 2013).

Jenis Bahan Pangan	Umur Simpan (hari) pada 21,11°C
Sayuran daun	7-20
Buah-buahan segar	1-7
Buah-buahan kering	360 atau lebih
Umbi-umbian	2-7
Biji-bijian kering	360 atau lebih
Daging segar, ikan segar, unggas	1-2
Daging dan ikan kering, asin atau asap	360 atau lebih

Tabel 3.1 menunjukkan produk daging segar, ikan segar, dan unggas akan mengalami perubahan jika melewati masa simpan tersebut, sehingga diperlukan penanganan dan pengolahan lebih lanjut.

Terdapat pula kerusakan biologis selain kerusakan fisik dan kimiawi yang menyebabkan terjadinya penurunan mutu pada bahan pangan. Kerusakan ini disebabkan mikroorganisme seperti bakteri, kapang, khamir berkompetisi dengan manusia mengkonsumsi persediaan pangan untuk pertumbuhan dan mempertahankan hidupnya. Kerusakan-kerusakan yang terjadi disebabkan oleh semua variabel lingkungan, di antaranya suhu (panas, dingin), kelembaban, cahaya, oksigen, enzim dalam bahan pangan itu sendiri, waktu penyimpanan (Koeswardhani, 2008). Namun, keberadaan mikroorganisme ini nyatanya juga memberikan dampak positif seperti terjadinya proses fermentasi pada tempe, kecap dan produk-produk pangan hasil fermentasi. Fermentasi ini sengaja dilakukan untuk menghasilkan produk yang diinginkan oleh konsumen.

Produk pangan dapat dibedakan menjadi 3 jenis berdasarkan daya simpannya, yaitu bahan pangan *perishable* (mudah rusak), bahan pangan *semi perishable* (agak mudah rusak), dan bahan pangan *nonperishable* (tidak mudah rusak).

3.2 Tanda atau Ciri Kerusakan Bahan Pangan

Bahan pangan dikatakan mengalami kerusakan jika menunjukkan penyimpangan karakteristik yang melewati batas normal yang dapat diterima panca indera atau parameter lain yang biasa digunakan.

Karakteristik yang biasa disajikan parameter meliputi beberapa hal di antaranya:

1. Tekstur

Beberapa bahan pangan dikatakan mengalami kerusakan jika mengalami perubahan tekstur dari kondisi normalnya, seperti kentang, wortel yang semula bertekstur keras berubah menjadi bertekstur lembut/lunak dalam keadaan segar, maka dapat dikatakan kentang dan wortel mengalami kerusakan.

2. **Konsistensi atau perubahan bentuk secara drastis**
Konsistensi berhubungan dengan ketetapan bahan, misalnya pada produk susu kental yang memiliki konsistensi kental, akan dikatakan mengalami kerusakan jika terjadi perubahan konsistensi encer.
3. **Berlendir**
Lendir yang terbentuk di permukaan bahan pangan digunakan pula sebagai parameter terjadinya kerusakan. Ikan yang menunjukkan perubahan fisik seperti perubahan tekstur yang sangat lunak, insang menjadi pucat, mata tenggelam, munculnya bau bahkan lendir di permukaan ikan, maka dapat dikatakan ikan telah rusak.
4. **Berbau busuk**
Bahan pangan yang mengalami pembusukan biasanya menimbulkan bau busuk. Proses pembusukan dapat diakibatkan adanya pertumbuhan mikroorganisme ataupun reaksi kimiawi yang lainnya.
5. **Memar**
Memar menjadi parameter kerusakan, misalnya pada apel, sawo, mangga dan buah-buahan lainnya jika terdapat memar pada permukaannya, ini menandakan adanya kerusakan atau penyimpangan pada bagian dalam buah tersebut.
6. **Ketengikan**
Bahan pangan berbahan dasar lemak, seperti mentega ataupun minyak goreng dikatakan mengalami kerusakan apabila muncul bau yang tidak diinginkan atau menyimpang. Bau ini timbul dikarenakan terjadi reaksi oksidasi atau degradasi pada senyawa asam-asam lemak tak jenuh yang ada dalam produk.
7. **Gosong**
Bahan pangan yang digoreng dikatakan rusak jika terdapat kegosongan yang diakibatkan penggunaan suhu yang terlalu tinggi atau proses pemanasan yang terlalu lama.
8. **Kehilangan daya tarik**
Adanya penyimpangan atau perubahan yang melebihi batas normal akan mengurangi daya tarik produk, misalnya terjadi memar di permukaan bahan.

9. Penyimpangan pH

Penyimpangan pH pada bahan pangan dianggap sebagai penurunan mutu atau tanda terjadinya kerusakan, misalnya standar pH (SNI) daging sebesar 6-7. Adanya penurunan pH pada daging menyebabkan peningkatan kontraksi aktomiosin dan mendorong cairan keluar dari daging sehingga akan memengaruhi sifat fisik daging (Afrianti, Dwiloka and Setiani, 2013).

10. Penyimpangan warna

Perubahan warna kerap terjadi pada produk pangan akibat reaksi oksidasi senyawa pigmen/zat warna yang ada di dalamnya.

11. Penyimpangan citarasa

Penurunan citarasa pada beberapa bahan pangan dianggap sebagai kerusakan, misalnya penambahan CMC dapat meningkatkan kekentalan dan mengurangi citarasa bahan .

12. Reaksi browning

Reaksi *browning* pada beberapa bahan pangan memberikan keuntungan, namun reaksi pencoklatan yang tidak diinginkan malah menjadi ciri terjadinya kerusakan.

13. Penggumpalan/pengerasan pada tepung

Khusus pada produk tepung-tepungan, dikatakan mengalami kerusakan jika terjadi penggumpalan atau pengerasan pada tekstur yang disebabkan pengikatan air yang ada di udara, menyebabkan peningkatan kadar airnya. Penggumpalan ini menyebabkan tepung tidak dapat lagi digunakan sebagaimana fungsinya, misalnya mengurangi daya larut tepung.

14. Lubang/bekas gigitan

Kerusakan fisik bahan pangan dapat pula akibat adanya serangan binatang pengerat (tikus) atau serangga yang akan menyebabkan perubahan pada bentuk fisiknya berupa lubang atau seperti bekas gigitan pada permukaannya. Adanya ulat, kepompong, atau lainnya yang melekat di permukaan bahan juga sering digunakan sebagai tanda kerusakan.

15. Penggembungan kaleng (pembentukan gas)

Produk pangan yang dikemas menggunakan kaleng juga dapat rusak jika secara fisik terlihat kemasan kaleng mengalami penggembungan dikarenakan adanya penambahan gas dalam kemasan. Penyebabnya dapat karena interaksi udara dalam kemasan dengan bahan pangan yang dikemas (Arini, 2017).

16. Candling (keretakan pada kulit telur)

Keretakan pada kulit telur akan mengurangi mutu telur dan sebagai indikasi terjadinya kerusakan. Kerusakan lain dapat berupa bagian dalam telur yang menjadi lebih encer ataupun terjadi keretakan (candling) pada kulit telur sebagai tanda kerusakan.

17. Perubahan nilai gizi

Kerusakan yang terjadi pada bahan pangan akan mengurangi nilai gizinya. Komponen-komponen yang terkandung mengalami perubahan struktur akibat reaksi kimia ataupun interaksi bahan dengan lingkungannya (Muhtadi, 1989).

3.3 Jenis Kerusakan Bahan Pangan

Klasifikasi kerusakan bahan pangan berdasarkan faktor penyebabnya, yaitu:

3.3.1 Kerusakan Mekanis

Kerusakan yang disebabkan adanya benturan-benturan mekanis. Benturan ini umumnya terjadi akibat adanya geseran atau benturan antar bahan saat proses pengangkutan (adanya tekanan atau penindihan), bahan dengan alat saat proses pemanenan, bahan dengan permukaan tanah akibat bahan terjatuh sehingga terjadi perubahan bentuk ataupun cacat seperti memar, sobek ataupun terpotong.

3.3.2 Kerusakan Fisik

Adanya perlakuan-perlakuan fisik dapat menyebabkan kerusakan fisik. Case Hardening merupakan salah satu contohnya, diakibatkan bahan kering seperti tepung yang disimpan dalam gudang basah menyerap uap air di udara

sehingga konsistensi dan teksturnya berubah menjadi lebih keras dan menggumpal. Pada penyimpanan dingin, kerusakan yang umumnya terjadi yaitu chilling injuries (kerusakan dingin) dan freezing injuries (kerusakan beku). Dehidrasi sel terjadi karena struktur sel-sel tenunan pada suhu pembekuan akan berubah/turun sehingga terbentuk kristal es juga akan menyerap air dari sel sekitarnya. Ketika dehidrasi sel terjadi, fungsi protein dan enzim secara fisiologis akan hilang dikarenakan perubahan ikatan protein pada gugus sulfhidril ($-SH$) menjadi ikatan disulfida ($-S-S-$), akibatnya proses metabolisme berhenti dan perlahan sel mengalami kerusakan hingga akhirnya membusuk. Kerusakan fisik umumnya terjadi bersamaan dengan bentuk kerusakan lainnya.

3.3.3 Kerusakan Biologi

Kerusakan yang kerap terjadi adalah kerusakan biologis. Kerusakan ini umumnya disebabkan adanya kerusakan fisiologis, gangguan dari serangga, binatang rodentia/pengerat. Secara fisiologis, kerusakan dapat disebabkan oleh berbagai reaksi metabolisme yang terjadi dalam bahan dan reaksi autolisis oleh berbagai enzim dalam bahan itu sendiri yang berlangsung secara alami sehingga menyebabkan terjadinya kerusakan hingga pembusukan. Misalnya reaksi *autolysis* pada daging hingga menyebabkan daging mudah rusak pada penyimpanan suhu ruang. Reaksi serupa juga kerap dijumpai pada beberapa jenis buah-buahan.

3.3.4 Kerusakan Kimia

Kerusakan kimia terjadi karena adanya reaksi kimia antar bahan, baik antara bahan penyusun, bahan dengan kemasan, dan bahan dengan lingkungannya. Kerusakan kimia dapat disebabkan dari *coating/enamel*, perubahan pH, dan reaksi browning. Terjadinya *coating* atau enamel, yaitu reaksi antara lapisan dalam kaleng dengan gugus $-SH$ yang menyebabkan terbentuknya noda hitam FeS pada makanan kaleng tersebut. Penyebab kerusakan kimia lainnya yaitu adanya perubahan pH yang berpengaruh protein dan pigmen dalam makanan. Perubahan pH menyebabkan protein terdenaturasi hingga menggumpal, pada beberapa pigmen akan mengubah struktur pigmen dan merubah warna awal pigmen. Reaksi *browning*/pencoklatan terjadi secara enzimatik maupun non-enzimatik. Reaksi pencoklatan non-enzimatik dapat menimbulkan warna coklat yang tidak diinginkan.

3.3.5 Kerusakan Mikrobiologis

Bahan pangan mentah, setengah jadi hingga bahan hasil olahan berpotensi mengalami kerusakan mikrobiologis. Kerusakan ini dapat menghasilkan racun yang berbahaya bagi kesehatan sehingga sangat merugikan, selain itu kerusakan yang terjadi berlangsung cepat dan dengan mudah menjalar. Bahan segar yang dekat dengan bahan yang rusak oleh mikroba dapat terkontaminasi dengan cepat.

Kerusakan mikrobiologis disebabkan oleh berbagai jenis mikroba, yaitu khamir, kapang dan bakteri. Mikroba menghidrolisis atau mendegradasi makromolekul penyusun bahan menjadi komponen/fraksi yang lebih kecil (Susiwi, 2013).

3.4 Faktor Utama Penyebab Kerusakan Bahan Pangan

Faktor penyebab kerusakan bahan pangan antara lain:

1. Suhu
2. Kadar air
3. Cahaya
4. Waktu penyimpanan
5. Pertumbuhan dan aktivitas mikroba
6. Aktivitas enzim-enzim dalam bahan pangan
7. Serangga parasit dan binatang pengerat

3.4.1 Suhu

Penggunaan suhu pendinginan atau pemanasan yang tidak dikontrol berpotensi menyebabkan kebusukan bahan pangan. Proses pembusukan dapat dicegah dan dihambat dengan pengaturan suhu pendinginan sekitar 4,5°C. *Thawing* dapat terjadi pada proses pembekuan pada buah dan sayuran sesaat setelah dikeluarkan dari tempat pembekuan. Akibatnya bahan akan mudah terkontaminasi dengan mikroba. Denaturasi dan penggumpalan protein susu dapat terjadi saat diberi perlakuan beku. Penggunaan suhu tinggi pada proses

pemanasan berpotensi terjadinya denaturasi protein, pemecahan struktur emulsi, perubahan struktur vitamin, dan degradasi minyak/lemak.

3.4.2 Kadar Air

Kadar air di permukaan bahan pangan sangat dipengaruhi kadar uap air di udara sekitar. Peristiwa kondensasi di permukaan bahan pangan menjadi media tumbuh yang baik bagi mikroba. Kondensasi di luar bahan seperti transpirasi air sewaktu proses pengepakan buah-buahan dan sayuran menjadi media yang baik bagi pertumbuhan mikroba.

3.4.3. Cahaya

Bahan pangan utamanya susu yang terkena cahaya bisa menyebabkan rusaknya beberapa vitamin seperti vitamin A, riboflavin, vitamin C, memudarnya warna dan flavor bahan pangan. Cahaya dapat memicu terjadinya reaksi oksidasi asam lemak dan perubahan struktur protein. Upaya perlindungan terhadap bahan pangan yang sensitif pada cahaya sangat dibutuhkan dan biasanya dilakukan proses pengepakan dan pengemasan menggunakan bahan yang tidak tembus cahaya.

3.4.4 Waktu

Waktu berpengaruh terhadap efektivitas enzim, pertumbuhan mikroorganisme, proses pendinginan atau pemanasan, kadar air, sinar dan oksigen, kerusakan oleh serangga, dan lainnya. Semakin lama waktu maka semakin besar kerusakan yang terjadi. Pengaruh waktu terhadap kerusakan terjadi di hampir semua produk pangan, kecuali pada minuman anggur, keju, wiski yang merupakan produk hasil fermentasi yang tidak rusak selama proses aging.

3.4.5 Pertumbuhan dan Aktivitas Mikroba

Kebusukan pangan umumnya disebabkan adanya pertumbuhan mikroba, keberadaannya dapat ditemui baik di tanah, udara maupun di air. Namun, jarang ditemukan dalam tenunan hidup seperti daging buah dan daging hewan. Komposisi bahan pangan akan berubah seiring dengan adanya pertumbuhan mikroba. Mikroba mendegradasi dan menghidrolisis selulosa dan pati menjadi molekul yang lebih kecil; menghidrolisis lemak hingga menyebabkan ketengikan; memfermentasi gula; serta mendegradasi protein sehingga menghasilkan amoniak dan bau tidak sedap. Mikroba sangat menyukai kondisi

lingkungan yang lembab dan beberapa di antaranya dapat menghasilkan lender, busa, asam, gas, toksin, warna, dan lainnya.

Jenis mikroba penyebab kebusukan, yaitu:

1. Bakteri

Bentuk bakteri beragam, yaitu berbentuk cambuk pada bakteri *bacilli*, bentuk *vibrios*, bentuk spiral, dan bentuk *cocci* pada *Streptococcus* sp. Bakteri umumnya membentuk spora yang tahan pada suhu tinggi/panas pengolahan dan perubahan kimia daripada enzim, berukuran 1 satu hingga beberapa micron. Bakteri *psychrophylic* tumbuh pada suhu < 200°C, bakteri *mesophylic* pada suhu 200-450°C, dan bakteri *thermophylic* pada suhu 450-550°C.

2. Kapang

Aspergillus sp, *Rhizopus* sp, dan *Penicillium* sp. merupakan contoh jenis kapang. Kapang umumnya berukuran lebih besar dan kompleks. Beberapa contoh pertumbuhan kapang yaitu kapang warna merah jingga pada produk oncom, kapang warna putih dan hitam pada tempe (merupakan warna *conidoida/спорanya*), dan kapang hitam pada roti.

3. Khamir

Khamir umumnya berukuran 20 mikron atau lebih, berbentuk bulat atau lonjong (elips).

Pertumbuhan mikroba dalam bahan pangan dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu pH, kadar air, kelembaban (RH), panas/suhu, mineral, dan oksigen.

a. Air

Air merupakan media yang baik untuk pertumbuhan mikroba. Istilah “water activity” atau *aw* umum digunakan untuk menunjukkan kandungan air dalam substrat yang dapat digunakan untuk menumbuhkan mikroba. Penggunaan istilah *aw* berbeda dengan RH, di mana RH umum digunakan untuk menunjukkan kadar air dalam udara atau ruangan, sedangkan *aw* menunjukkan kadar air dalam larutan atau bahan makanan.

Kondisi aw mendekati satu menjadi media tumbuh bakteri dapat tumbuh baik didukung kadar garam atau gula yang rendah. Kondisi optimum dan batas minimum aw berbeda pada setiap jenis bakteri, dipengaruhi juga oleh makanan, pH, suhu, adanya oksigen dan CO₂, serta senyawa-senyawa penghambat. Pertumbuhan kapang umumnya membutuhkan air lebih sedikit dibandingkan bakteri dan khamir dengan kadar aw minimum yang berbeda setiap jenis kapang. Untuk mencegah pertumbuhan kapang dapat dilakukan dengan menurunkan nilai aw hingga dibawah 0,62. pertumbuhan khamir membutuhkan air lebih sedikit dari bakteri tetapi lebih banyak dibandingkan kapang. Bata aw terendah untuk pertumbuhan khamir sekitar 0,88-0,94.

b. pH

pertumbuhan mikroba tergantung pada pH bahan pangan. jenis mikroba yang tumbuh memiliki nilai pH optimum, pH minimum dan pH maksimum. Terdapat bakteri yang tumbuh baik pada pH netral, suasana asam, ataupun sedikit basa atau sedikit asam. Kapang tumbuh baik pada suasana asam dengan kisaran pH 2-8,5, sedangkan khamir lebih suka pada suasana basa dengan pH sekitar 4-4,5 dan tidak tumbuh pada suasana basa.

c. Suhu

Suhu optimum, suhu minimum dan suhu maksimum berbeda untuk pertumbuhan setiap jenis bakteri. Suhu optimum pertumbuhan bakteri berkisar antara 20-45°C, kapang sekitar 25-30°C, tetapi untuk jenis *Aspergillus* sp. tumbuh baik pada pH 35-37°C. Suhu optimum pertumbuhan khamir serupa dengan kapang, yaitu sekitar 25-30°C.

d. Oksigen

Klasifikasi mikroba berdasarkan proses respirasinya terbagi atas 4 golongan, yaitu mikroba aerobik, anaerobik, fakultatif dan mikroaerofilik. Mikroba golongan aerobik bila respirasinya menggunakan oksigen, apabila tidak menggunakan oksigen maka digolongkan pada mikroba golongan anaerob. Golongan mikroba

yang dapat tumbuh dengan atau tanpa oksigen termasuk golongan anaerob fakultatif, sedangkan mikroba yang butuh oksigen namun dalam jumlah lebih sedikit daripada kadar oksigen di atmosfer termasuk dalam mikroba mikroaerofilik.

3.4.6 Aktivitas Enzim dalam Bahan Pangan

Enzim merupakan senyawa kimia yang secara alami ada dalam bahan pangan. Mikroba yang ada dalam bahan pangan juga menghasilkan enzim. Keberadaan enzim dapat bertindak sebagai katalisator yang mampu mempercepat terjadinya reaksi kimia sehingga dihasilkan berbagai macam senyawa hasil perubahan komposisi bahan pangan.

Beberapa reaksi enzimatik dapat menguntungkan, misalnya pada proses pematangan buah-buahan. Namun, tak jarang juga dapat merugikan, misalnya pada proses pematangan dan pengempukan yang berlebihan berpotensi menyebabkan kebusukan. Perlakuan radiasi, pemanasan/suhu, reaksi kimia atau perlakuan lainnya dapat dilakukan untuk inaktivasi enzim. Enzim dapat bekerja efektif pada pH sekitar 6 atau pH 4-8.

3.4.7 Serangga Parasit dan Binatang Pengerat (Tikus)

Serangan serangga mampu merusak sayuran, buah-buahan, umbi-umbian, dan biji-bijian. Permukaan bahan pangan dapat terkontaminasi mikro jika terlukai oleh gigitan serangga. Pencegahan dapat dilakukan dengan cara fumigasi (untuk bahan pangan berkadar air rendah seperti biji-bijian dan buah kering). Zat kimia yang umum digunakan untuk fumigasi antara lain etilen oksida, metil bromide, dan propilen oksida. Penggunaan propilen oksida dan etilen oksida untuk bahan pangan berkadar air tinggi tidak dianjurkan atau tidak diperbolehkan karena dapat membentuk racun.

Parasit seperti cacing pita banyak ditemukan pada daging babi dan berpotensi sebagai sumber kontaminan jika dikonsumsi oleh manusia. Binatang pengerat seperti tikus sangat merugikan karena kotoran, urine, dan rambut tikus merupakan media untuk pertumbuhan bakteri sehingga menghasilkan bau yang tidak sedap (Christine, 2016).

Bab 4

Pengawasan Mutu Pangan

4.1 Pendahuluan

Secara universal, definisi pangan merupakan seluruh suatu yang disantap manusia. Bersumber pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia (2002) menerangkan pangan berasal dari sumber hayati serta air, diolah ataupun tidak diolah buat santapan dan minuman yang dikonsumsi manusia, yang meliputi bahan tambahan makanan, bahan baku, serta bahan penunjang dalam pembuatan makanan atau minuman mulai proses persiapan, pengolahan.

Seiring dengan meningkatnya pengetahuan tentang karakteristik pangan, bahaya dalam pangan, aplikasi teknologi selama produksi dan pengolahan pangan, serta praktik penanganan, menyatakan bahwa pada kenyataannya sangat sulit menghasilkan pangan 100% aman. Oleh karena itu, dilakukan adanya pengawasan mutu pangan untuk menjamin keamanan pangan yang dikonsumsi.

Industri pangan Indonesia dari tahun ke tahun menjadi berfungsi berarti dalam pembangunan industri nasional, sekaligus dalam perekonomian totalitas. Dengan semakin meningkatnya pengetahuan dan kesadaran masyarakat serta perkembangan teknologi, maka semakin banyak inovasi produk olahan yang terus menerus dalam hal jenis, bentuk, kemasan, metode-metode pemasaran terpadu. Tidak hanya itu, industri dituntut dapat menyediakan bahan-bahan

pangan olahan yang menarik dengan kualitas yang baik, bergizi, nyaman dan mempunyai harga jual yang terjangkau oleh daya beli masyarakat. Perubahan rutinitas makan, meningkatnya jumlah konsumen pangan khusus seperti penderita penyakit tertentu, manusia lanjut usia, serta pemahaman konsumen terhadap makanan sehat akan mendorong berkembangnya industri pangan.

Penambahan bahan tambahan pangan, khususnya pada sektor UMKM dan industri rumahan, yang mayoritas tidak sesuai dengan aturan yang ditetapkan sehingga dapat berakibat terhadap konsumen, terutama masyarakat kelas menengah kebawah yang awam akan keamanan pangan. Misal pada penggunaan formalin atau pewarna makanan/minuman. Selain itu, dari sisi kesehatan adalah kebersihan saat produksi makanan/minuman.

Pengawasan mutu pangan bertujuan untuk melindungi masyarakat sehingga tidak mengkonsumsi pangan yang tidak memenuhi syarat kesehatan, mutu, gizi, dan bertentangan dengan keyakinan masyarakat. Pangan harus berdasarkan suatu standar sehingga tidak merugikan dan membahayakan kesehatan konsumen dengan pertimbangan yaitu pangan merupakan kebutuhan dasar manusia, pangan yang aman, bermutu, bergizi, dan beragam. Sebagai komoditas dagang memerlukan sistem perdagangan yang jujur dan bertanggung jawab. Pengawasan mutu mencakup pengawasan pemakaian bahan tambahan pangan, pemberian label, penerapan sistem pengawasan makanan, penataan peraturan perundang-undangan. Peran serta teknologi wajib didampingi kajian mendasar yang terkait dengan aspek kualitas, meski aspek kualitas meningkatkan biaya produksi, peningkatan biaya kualitas diimbangi dengan kenaikan penerimaan oleh konsumen.

4.2 Pengawasan Mutu

Pengawasan mutu salah satu proses yang dilakukan dari pemilihan bahan baku, proses pengolahan/produksi berjalan, hingga akhir produksi. Definisi pengawasan mutu yaitu pemantauan atau suatu kegiatan mengawasi aktivitas dan memastikan kinerja sesuai dengan perencanaan. Mutu dapat memiliki kriteria yang berbeda pada produk pangan, tergantung pada standar mutu yang ditetapkan. Industri mendefinisikan bahwa mutu produk berdasarkan mutu produk secara khas, seperti berdasarkan pada tekstur, rasa, warna, ukuran, bentuk, tingkat kematangan, kandungan gizi, fungsionalitas, dan lain sebagainya. Mutu dan keamanan pangan sangat berkaitan erat karena

keamanan pangan adalah prasyarat untuk pangan yang bermutu (Hariyadi, 2018). Pengawasan mutu, salah satu kegiatan yang berlandas pada ilmu pengetahuan dan teknologi. Maka itu, hal ini tidak terpisahkan dengan proses produksi pada industri, termasuk pengolahan, hingga pemasaran untuk dapat memenuhi kebutuhan pasar, yaitu masyarakat konsumen. Kegiatan mutu memberikan manfaat berupa: memberikan pedoman mutu, pemasaran hingga perkembangan industri termasuk pengawasan dalam perusahaan (Christine, 2016). Cakupan pengawasan mutu secara luas meliputi aspek kebijaksanaan, standardisasi, pengendalian, jaminan kualitas, pembinaan kualitas serta perundang-undangan. Hal ini bertujuan untuk meminimalkan cacat pada hasil produksi, dengan tahapan pengembangan, perencanaan, produksi, pemasaran, pelayanan hasil produksi sehingga dapat memuaskan konsumen sesuai standardisasi baku yang telah ditetapkan. mutu dalam bidang pangan memiliki pemahaman dan arti yang luas serta memiliki penafsiran yang beragam.

Pendapat mutu beragam, ada yang beranggapan bahwa mutu sebagai respon konsumen terhadap produk tertentu terutama pada sifat organoleptiknya, ada pula yang berpendapat sebagai karakteristik menyeluruh dari suatu produk dalam pemenuhannya dalam memenuhi kebutuhan konsumen. Upaya pengembangan mutu lebih pada upaya yang mengarah pada kegiatan-kegiatan dalam memperbaiki secara fisik seperti cacat pada produk selama proses produksi. Pemahaman konsep mutu merupakan penjelasan yang mendasar mengenai rancangan suatu produk atau jasa dan kesesuaian yang dicapai saat memproduksi produk. mutu meliputi konsep mutu ZIP yang menekankan pada kemampuan pemasok (perusahaan) untuk menyampaikan produk yang memenuhi harapan pelanggan/konsumen, konsep mutu JURAN (1988) menekankan mutu dimulai dari perancangan produk hingga kesediaan produsen dalam pemenuhan kebutuhan konsumen sesuai dengan rancangan awal, konsep mutu DAVID GRAIN (1987) menekankan secara detail sehubungan dengan dimensi mutu yang meliputi *performance* (kinerja), *feature* (ciri khas), *reliability* (keterandalan), *conformance* (kesesuaian), *durability* (keawetan), *serviceability* (kemudahan perbaikan), *aesthetics* (estetika sensorial), dan *perceived quality* (reputasi), konsep mutu Industri Jasa, konsep mutu intrinsik dan ekstrinsik (Kadarisman and Muhandri, 2013).

4.3 Mutu Pangan

Pangan secara umum didefinisikan segala sesuatu baik makanan/minuman yang dapat dikonsumsi manusia. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia (2002) pangan berasal dari sumberdaya hayati dan air, baik berupa bahan mentah maupun produk yang diolah sehingga aman dikonsumsi oleh manusia, termasuk bahan tambahan pangan, bahan baku pangan, dan bahan lainnya yang dimanfaatkan dan digunakan dalam pembuatan makanan dan minuman.

Mutu pangan bersifat multi dimensi dan memiliki berbagai aspek gizi antara lain kalori, protein, lemak, mineral, vitamin, dan lain lain. Aspek selera berdasar organoleptik, aspek bisnis serta aspek kesehatan, untuk tercapai kepuasan konsumen. Bahan pangan baik nabati maupun hewani memiliki tingkatan mutu berbeda. Hal ini berpengaruh terhadap keragaman mutu, yaitu, bibit, budidaya, penanganan panen, penanganan pascapanen, pengolahan, pengemasan, hingga pendistribusian. Secara garis besar, mutu pangan dipengaruhi berdasar sifat fisik, kimia, dan mikrobiologi.

Komponen utama bahan pangan meliputi karbohidrat, protein, lemak, air, beserta turunannya. Jumlah komponen berbeda, tergantung susunan, tekstur, citarasa, warna, dan nilai makanannya. Bahan pangan yang berasal dari tanaman dan hewan relatif jarang mengandung racun. Untuk menambah umur simpan produsen terkadang menambahkan bahan tambahan pangan (BTP). BPOM telah mengatur penggunaan BTP. Berikut senyawa kimia yang terkandung dalam bahan pangan.

Tabel 4.1: Senyawa Kimia Dalam Bahan Pangan

Senyawa Kimia Pencemar	Tipe Produk	Ambang Batas
Mercury	Semua jenis ikan kecuali tuna beku dan segar, hiu, dan ikan pedang	0,5 ppm
Arsenik	Konsentrat protein ikan	3,5 ppm
Lead	Konsentrat protein ikan	0,5 ppm

Flouride	Konsentrat protein ikan	150 ppm
2,3,7,8 TCDD (dioxin)	Semua produk ikan	20 ppt
DDT dan metabolisme DDT	Semua produk ikan	5,0 ppm
PCB	Semua produk ikan	2,0 ppm
Piperonyl butoksida	Ikan kering	1,0 ppm
Bahan kimia pertanian lain dan turunannya	Semua produk ikan	0,1 ppm

4.3.1 Kerusakan dan Penurunan Mutu Pangan

Penanganan pascapanen, dapat menimbulkan perubahan yang menyebabkan penurunan mutu. Dapat dicontohkan, sayuran setelah dipanen akan rusak jika penanganannya tidak tepat. Seperti tabel 4.2. dibawah ini

Tabel 4.2: Umur simpan bahan pangan

Macam Bahan Pangan	Umur Simpan (hari) pada 70F
Daging segar	1-2
Ikan segar	1-2
Unggas	1-2
Daging dan ikan kering, asin, asap	360 atau lebih
buah segar	1-7
buah kering	360 atau lebih
sayuran daun	1-2
umbi-umbian	7-20
biji-bijian kering	360 atau lebih

Berdasar tabel 4.2, pada penyimpanan suhu ruang, bahan pangan, daging, ikan, dan unggas akan membusuk dalam 1-2 hari, pada suhu 11derajat celsius. Pada jenis buah dan sayuran daun memiliki masa simpan hingga 2 hari. Selain itu, dapat dicontohkan parameter mutu dan keamanan bahan baku, proses antara, dan produk akhir.

Tabel 4.3: Parameter Mutu dan keamanan bahan baku, Proses antara, dan Produk Akhir

Tahapan	Parameter	Analisis
Bahan baku (<i>raw material</i>)	Karakteristik pati	Analisis profil pasting/gelatinisasi, kadar pati, amilosa, amilopektin, kekuatan gel
	Mutu lemak/minyak	Bilangan asam, kadar asam lemak bebas, bilangan peroksida, titik leleh, dsb
	Kesegaran, kadar padatan	Kadar air dengan metode cepat (moisture tester), aktivitas air (Aw), total padatan
	Cemaran mikrobiologi	Total mikroba, <i>koliform</i> , <i>Echerichia coli</i> , <i>salmonella sp</i>



Gambar 4.1: Ciri-ciri daging segar dan Tidak Segar (Riady, 2020)

4.4 Keterkaitan Pengawasan kualitas

Dalam hal pengawasan mutu tidak hanya ilmu pengetahuan dan teknologi, tetapi membutuhkan dari sisi manajerial dalam penindakan kualitas pada proses penciptaan, perdagangan serta distribusi. Maka itu, keterkaitan pengawasan mutu sangat terkait dengan kegiatan perekonomian, kepentingan konsumen, pemerintahan, dan lainnya. Untuk mewujudkan pengawasan mutu secara maksimal, maka dibutuhkan sistem pengawasan mutu secara kelembagaan yaitu adanya keterlibatan Pemerintah, Sosial Ekonomi, dalam pengelolaan industri, peneliti dan pengembang, produksi, antar satuan kerja.

Dalam hubungan pengawasan mutu, perlu adanya stakeholder dalam mewujudkan peraturan-peraturan, terciptanya sistem standardisasi nasional, sehingga menciptakan ketertiban dalam memproduksi dan transaksi perdagangan. Beberapa Peraturan Pemerintah tentang pengawasan kualitas pangan antara lain (Permenkes RI No. 329 Tahun 1976, 1966; PRESIDEN, 1999; Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, 2002; Badan Pengawas Obat dan Makanan, 2019; BPOM, 2019) dan lain sebagainya. Keterkaitan yang kedua terhadap sosial ekonomi dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari, memberi penerangan dan pendidikan konsumen terhadap ketidakadilan, penyimpangan mutu, penipuan serta berbagai penyimpangan terhadap mutu pangan. Pada tingkat industri/dunia usaha wajib diperhatikan karena pengendalian dan pengawasan pangan sangat penting. Pada kaitan dengan peneliti dan pengembangan erat sekali kaitannya dalam analisa mutu dan pengendalian proses secara rutin. Pengawasan mutu ditunjang oleh beberapa faktor yang meliputi adanya perencanaan penentuan kinerja serta konsep mutu dalam menunjang pelaksanaan pengawasan, struktur organisasi dalam melaksanakan proses pengawasan mutu, tenaga ahli bidang pengawasan mutu, peralatan penunjang pelaksanaan pengawasan mutu, legalitas sertifikat, dan adanya kepastian hukum serta sanksi.

4.5 Penerapan Sistem Manajemen Mutu

Sistem manajemen mutu didefinisikan sebagai alat dalam mempertahankan kualitas secara keseluruhan yang melibatkan sumberdaya manusia yang memadai dan berorientasi pada kepuasan konsumen. Hal ini sangat

berpengaruh terhadap perusahaan dalam jangka panjang. Untuk mencapai hal tersebut, perlu adanya peningkatan kualitas produk dan pelayanan/jasa.

Manajemen berdasar prinsip seperti

1. Fokus konsumen
2. Kepemimpinan
3. Keterlibatan orang
4. Fokus pada proses
5. Pendekatan sistem manajemen
6. Perbaikan berkesinambungan
7. Pendekatan faktual

Konsep mutu pangan sangat terkait dengan perkembangan era mutu, dengan melakukan penekanan pada pengukuran, pengendalian mutu dengan pendekatan statistik, hingga jaminan mutu. Manajemen mutu mengikat seluruh tingkatan manajemen dalam kegiatan menciptakan mutu produk yang tinggi dalam upaya penerapan sistem jaminan mutu. Mutu dalam penerapannya bukan hanya karakteristik produk, tetapi merupakan sebuah sistem. Bersifat mengikat seluruh tingkatan manajemen, yaitu merujuk pada perencanaan dan rekayasa mutu yang baik, serta pengendalian mutu pangan.

Penerapan jaminan mutu yang perlu diperhatikan yaitu

1. Perusahaan harus mampu menjamin produk yang dihasilkan sesuai dengan persyaratan yang diharapkan konsumen
2. Jika produk ekspor, disesuaikan dengan persyaratan yang diinginkan konsumen tujuan,
3. Komitmen perusahaan untuk mencapai tujuan mutu yang ditetapkan

Sistem pengawasan mutu industri pangan meliputi adanya panduan komprehensif dalam pengembangan dari program dan sistem dalam mengelola sistem mutu dan keamanan pangan.

Bab 5

Pengendalian Mutu

5.1 Pendahuluan

Proses pengendalian mutu mengaitkan pengembangan sistem demi memastikan produk yang diproduksi atau jasa yang dirancang sesuai dengan persyaratan standar serta ekspektasi pelanggan baik itu produsen sendiri. Pengendalian mutu pada hakikatnya merupakan analisa serta mengidentifikasi penyebab keragaman produk kemudian setelah itu melakukan tindakan perbaikan pada proses produksi supaya diperoleh produk yang bermutu baik dan seragam. Pengendalian mutu terbentuk untuk menanggulangi penyimpangan mutu suatu produk sehingga senantiasa bisa menciptakan komoditas dengan mutu ataupun kualitas yang kompetitif baik pada pasar lokal atau global. Tujuan umum pada pengendalian mutu yakni menjaga standar mutu yang sudah ditetapkan bahkan bisa terus meningkatkan mutu yang telah unggul.

Defenisi mutu dari lima pakar utama manajemen kualitas berbeda, namun, terdapat beberapa persamaan elemen-elemen kualitas, yaitu kualitas yang meliputi usaha memenuhi atau melebihi harapan pelanggan; kualitas mencakup produk (Barang dan jasa), tenaga kerja, proses dan lingkungan kerja; kualitas merupakan kondisi yang selalu berubah (Nasution, 2005).

Tujuan dan maksud proses pada pengendalian mutu, yakni (Dwiloka, 2004):

1. Mengendalikan dan memonitor adanya penyimpangan mutu dari produk
2. Memberikan himbauan awal sehingga dapat mencegah mutu produk yang menyimpang jauh.
3. Memberi tanda waktu yang sesuai pengambilan tindakan perbaikan untuk perbaikan proses yang tidak sesuai atau menyimpang
4. Mengidentifikasi penyebab penyimpangan atau ketidaksegaman produk.

Melaksanakan suatu proses pengendalian mutu tidak wajib mengganti ataupun menambah teknologi sebelumnya. Dusahakan tidak mengganti teknologi yang sudah ada serta biaya produksi yang stabil namun mutu produk yang harus terus ditingkatkan karena akan berdampak langsung dengan omset usaha.

Mengembangkan mutu yang baik biasanya suatu industri mengambil suatu tindakan keputusan pengendalian kualitas. Diketahui terdapat tiga macam tindakan pengendalian mutu yakni (1) bagian tertentu pengendalian mutu (2) kerjasama pada tiga bagian, yakni produksi, pengendalian mutu dan pemasaran (3) pengendalian mutu sistem mutu total atau diistilahkan dengan sistem kendali mutu.

1. Bagian Pengendalian Mutu

Sebagian industri pengolahan pangan yang melakukan penindakan pengendalian mutu membentuk bagian pengendalian mutu (The Departemen of Quality control) secara khusus. Tugas bagian ini menjaga mutu produk serta bertanggung jawab pada perbaikan citra mutu produk pada industri tersebut.

Pelaksanaan tugas pengendalian mutu ditunjang dengan fasilitas laboratorium untuk pengujian mutu serta dilengkapi dengan perlengkapan analisa mutu. Dilaboratorium tersebut ditempatkan tenaga ahli dan pelaksana yang baik serta tenaga teknisi yang dibutuhkan pada laboratorium untuk pengujian mutu.

Pengorprasian bagian pengendalian mutu, bagian pengendalian mutu secara teratur melaksanakan pengambilan sampel, pemeriksaan serta analisa mutu, evaluasi serta penetapan mutu. Kelemahan pada sistem ini yakni ketika mutu produk sesuai pada mutu baku, hasil ini dianggap prestasi peningkatan kerja

pada bagian produksi, sebaliknya pada saat terjadi kemunduran atau penyimpangan mutu bagian pengendalian mutu tidak bisa segera mengoreksi proses pengolahan disebabkan produksi merupakan wewenang pada bagian produksi.

Tahap-tahap dalam bagian pengendalian mutu pada garis besarnya: (1) membangun mutu di setiap industri dengan pengumpulan data serta analisis data setelah itu mencari cacat serta penanggung jawab selama proses sampai terjadinya cacat ataupun cacat tersebut (2) menjamin kualitas lewat inpeksi. Pada waktu inpeksi, inspektor wajib memutuskan terdapat tidaknya cacat hingga memerlukan sebuah standar inpeksi. Hal-hal lain yang dibutuhkan dalam melaksanakan inpeksi yakni inspektor, lembar pemeriksaan, tempat inpeksi, standar prosedur inpection, peralatan pemeriksaan, serta lembar kesimpulan yang digunakan untuk barang cacat. Langkah-langkah standar inpeksi mulai dari standar langkah kerja secara berurut, butir-butir wajib diinpeksi beserta batas inpeksi pada setiap jenis mulai dari bahan baku, bahan tambahan, sampai produk akhir termasuk kemasan serta tata cara pelaksanaan inpeksi pada masing-masing jenis tersebut. Metode menginpeksi pada produk pangan terdapat beberapa metode yakni meraba keseluruhan permukaan produk, bahan pangan yang telah dikemas dipegang sebagian, melihat serta mengukur dengan uji mutu.

Pemisahan tugas sangat ketat antara bagian produksi dengan bagian pengendalian mutu memiliki dampak negatif yang lain, ialah terdapatnya pertentangan kedua bagian dengan interes. Bagian produksi menegaskan pada efisiensi proses dan produktivitas kerja sedangkan bagian pengendalian mutu di penegakan mutu. Dampaknya bagian produksi terus menerus mendapatkan koreksi oleh bagian pengendalian mutu. Sementara itu, bagian pengendalian mutu tidak bisa berbuat banyak dalam meluruskan mutu produk yang mengalami penyimpangan.

2. Kerjasama Bagian Pengendalian Mutu, Produksi dan Pemasaran

Industri atau perusahaan pengolahan pangan ada 3 yang berhubungan langsung dengan produk, yakni bagian pengendalian mutu, produksi dan pemasaran. Sistem penanggung jawaban bagian memiliki kelemahan. Oleh karena itu, kebijakan dalam pengendalian mutu ditempuh dengan sistem tanggung jawab bersama dari 3 bagian yakni, produksi, pengendalian mutu dan pemasaran.

Bagian pengendalian mutu bertugas menganalisa bentuk kriteria konsumen serta data pasar pada bagian pemasaran serta menerjemahkan dalam spesifikasi mutu menjadi standar mutu industri. Bagian ini juga berkewajiban membuat Standar Operasional Prosedur (SOP) yang digunakan bagian produk dalam menghasilkan produk yang bermutu sesuai standar mutu yang ditetapkan. Bagian pengendalian mutu memiliki motivasi kerja dengan pencapaian mutu produk sesuai dengan standar mutu serta menjaga mutu suatu produk tetap seragam atau konsisten.

Pengendalian mutu proses produksi gula di PT. Perkebunan Nusantara X PG. Gempolkrep cukup baik, di mana pada setiap proses produksi menerapkan *Standart Operational Procedure* (SOP) dan melakukan analisis mutu pada output, serta melakukan perbaikan mutu di setiap stasiun produksi jika terjadi kegagalan. Ada enam stasiun produksi yang menerapkan pengendalian mutu yaitu stasiun gilingan, stasiun pemurnian, stasiun penguapan, stasiun masakan, stasiun puteran dan stasiun penyelesaian (Soejana, 2020).

Bagian produksi memiliki kewajiban membuat produk dengan 2 target utama yaitu target jumlah produksi dan target mutu yang ditargetkan industri. Target produksi yakni jumlah produksi setiap produksi (shift) atau jangka waktu tiap produksi. Sasaran jumlah produksi dan mutu produk harus seimbang disebabkan sasaran produksi dan mutu saling memengaruhi. Jika menekankan pada sasaran terlalu kuat, jumlah produksi dan mutu produk bisa tidak seimbang, salah satu ada yang dikorbankan. Namun bagian ini memiliki motivasi produktivitas dan efisiensi setinggi-tingginya.

Bagian pemasaran mengharapkan produk industri laku terjual, oleh karena itu menginginkan supaya mutu dari produk yang dipasarkan memuaskan konsumen. Selaku bagian yang langsung berinteraksi dengan konsumen, bagian pemasaran lebih mengenal kebutuhan konsumen, tuntutan pasar, perilaku konsumen serta lebih mengetahui produk industri terhadap posisi produk saingannya. Oleh karena itu, bagian ini sudah sepatutnya memiliki andil besar untuk ikut menetapkan kebijakan perusahaan dalam mutu produk dengan memotivasi produk industri kuat dan laku bersaing di pasaran.

Jaminan mutu dari kerjasama ketiga bagian itu tercermin tiga hal dari industri yakni, usaha industri untuk memuaskan dan melayani konsumen, kemampuan manajerial serta aplikasi IPTEK di industri untuk mengendalikan proses produksi dan mutu produk.

3. Pengendalian Mutu Total

Penerapan dan pengembangan sistem pengendalian mutu total (Total Quality Control/TQC) belakang ini sudah mulai diterapkan di beberapa industri. Sistem ini di terapkan sebagai solusi atau jalan keluar (Wayout) konsep dari pengendalian mutu. Konsep pengendalian mutu total, produk akhir dianggap sebagai resultan serta seluruh aktivitas di setiap industri. Oleh karena itu, citra mutu bisa diterjemahkan di setiap aktivitas pada satuan-satuan pekerjaan baik satuan kerja secara teknis ataupun satuan kerja dalam administrasi. Sistem pengendalian mutu total yang disebut juga kendali mutu, maka mutu merupakan citra industri serta mutu suatu produk dijadikan kebijaksanaan tertinggi industri. Semua pekerja dari tingkat bawah hingga yang teratas memiliki andil yang sama pentingnya untuk menegakkan citra dari mutu produk, oleh karena itu masing-masing pekerja harus mendalami, mengetahui serta menghayati dari citra mutu industri. Partisipasi pekerja untuk menegakkan citra mutu bukanlah keharusan melainkan disebabkan motivasi dan kesadaran yang gigih. Jadi bisa disimpulkan TQC merupakan sistem manajemen mengikutsertakan semua pimpinan serta karyawan di setiap tingkat jabatan dengan penerapan metode statistik dalam mencapai tingkat kepuasan. TQC mulai dikenal di tahun 1920 di Amerika serikat tetapi masih terbatas di pengolahan barang tekstil. Tahun 1940 digunakan metode statistik yang dikenal SQC (Statistic Quality Control) dari Dr. Juran. Tahun 1945-1958 Quality Control diperkenalkan melalui tentara di seluruh bagian Amerika. Pertumbuhan pemanfaatan QC berkembang pesat di Tahun 1980 dipelopori oleh Doktor Deming (Deming, 1986).

Pengaplikasian TQC memiliki berbagai manfaat yaitu bisa meningkatkan kualitas dan volume produksi hingga mengurangi defect yakni cacat serta tujuan akhir meningkatkan pasar yang dapat memuaskan konsumen dapat dicapai. Bagi pekerja dapat bermanfaat untuk melatih pekerja dapat selalu berperan aktif dalam berfikir secara analisis dan analitik, sering menyumbangkan ide pikiran demi perbaikan sistem dari standarisasi mutu produk industri.

5.2 Quality Control Circle (QCC)

Menerapkan sistem pengendalian mutu disetiap satuan kerja terbentuk kelompok kerja disebut Gugus Kendali Mutu (GKM) distilahkan pula *Quality Control Circle*. *Quality Control Circle* (QCC) bekerjasama melaksanakan kegiatan kendali mutu berdasarkan peranannya dalam kelompok kerjanya masing-masing untuk peningkatan dalam hal pelayanan mutu untuk menghasilkan citra mutu produk pada industri tersebut. QCC bisa didefinisikan sebagai suatu kelompok di satu industri yang terbentuk dari beberapa orang (terdiri dari 4 sampai dengan 10 orang) disetiap bagian kerja serta bertujuan memberikan solusi masalah-masalah yang berhubungan dengan mutu suatu produk di lingkup bagiannya dan berjalan kontinyu. Prasarana yang digunakan untuk melaksanakan QCC yaitu *Plant Do Check and Action* (PDCA) yang telah diperkenalkan oleh Doktor Deming.

Sistem kendali mutu merupakan sebuah gerakan menyeluruh yang awalnya dikembangkan di Jepang dari Prof. Dr. Ishikawa dari tahun 1949. Tahun 1951-1954 secara massal pemerintah Jepang memperkenalkan *Statistical Quality Control* (SQC) ke setiap pelosok Jepang. Pada Tahun 1954 diperkenalkan oleh Jepang *QC Literature price*. Kemajuan perusahaan-perusahaan yang pesat di Jepang diduga hasil dari penerapan jasa sistem pengendalian mutu. Jepang mensosialisasikan GKM di Indonesia sebagai sistem JSA (Jepang Standar Association) di setiap industri. Tokoh QC selain Doktor Ishikawa yaitu Peter Drucker yang berpredikat MBO (Management By Objective) dengan melakukan perencanaan strategis yang ditekankan pada pengembangan manajemen yang memiliki tujuan untuk tercapainya mutu terpadu.

Penerapan QCC bermanfaat di suatu industri untuk pekerja ialah meningkatkan kerjasama serta kekompakan di setiap karyawan. Menampung serta meningkatkan kreativitas, berfikir dengan cara menganalisis semua masalah yang ada serta sebagai media untuk peningkatan tanggung jawab semua karyawan terhadap mutu produk yang dihasilkan. Prosedur yang ditempuh QCC dalam menyelesaikan masalah yaitu dengan penggunaan siklus PDCA dari Deming yaitu *Plant* (Penentuan masalah utama yang dapat terjadi, pencarian penyebab utama yang dapat menimbulkan masalah, penentuan perencanaan tindakan untuk penanggulangannya serta menyelidiki sebab yang memengaruhi masalah), *Do dan Check* (Melaksanakan rencana sepenuhnya melalui tindakan penanggulangannya untuk diperiksa dan dilaksanakan hasil

yang diperoleh), *Action* (Pencegahan terjadinya masalah yang sama dengan teknik standarisasi serta memecahkan persoalan berikutnya yang ada).

5.3 Statistika Pengendalian Mutu

Ketentuan standar ISO salah satunya adalah apabila dianggap sama maka produsen menetapkan langkah-langkah dalam mengidentifikasi teknik statistik yang dapat digunakan untuk memverifikasi penerimaan pada proses kapabilitas produk serta karakteristiknya. Teknik statistik yang umum digunakan salah satunya adalah teknik memeriksa sampel yang bertujuan menentukan mutu suatu produk berdasarkan sampel yang diambil. Namun saat ini adanya muncul kecenderungan perubahan saat penekanan yakni pengendalian mutu bergeser ke arah aspek lebih preventif.

Penerapan suatu teknik statistika di suatu perusahaan pangan tergantung dari jenis produk, volume produksi serta kompleksitas proses. Selain daripada itu diperlukan prosedur pengambilan sampel, pengumpulan serta analisa data dengan pengambilan dokumentasi yang baik.

1. Pengumpulan Data

Pelaksanaan program dalam pengendalian mutu, kecepatan melaksanakan perbaikan tindakan-tindakan yang tepat di setiap permasalahan, merupakan keberhasilan yang dapat diperoleh. Langkah-langkah perbaikan sebaiknya dilakukan dari data yang telah dikumpulkan. Data berupa pencirian dari suatu proses atau prosedur-prosedur yang dapat dianalisa demi mencapai suatu proses atau tujuan tertentu.

2. Pencatata Data

Data yang telah dikumpulkan dapat dianalisa dan disajikan dengan metode statistika yang tepat. Maka dari itu, pencatatan data sebaiknya dilaksanakan sedemikian rupa yang dapat memudahkan serta mempercepat langkah selanjutnya. Beberapa wujud dokumen dan formulir dalam pencatatan data hendaknya di susun dengan baik. Tujuan pencatatan data tersebut dan apa bentuk data yang ingin dicatat merupakan prosedur awal untuk perancangan formulir atau dokumen pencatatan. Pendekatan proses atau tahap kerja yang

jelas sangat membantu proses penetapan penyusunan formulir sesuai data yang diperlukan.

Bentuk data yang paling banyak yaitu dilakukan tabulasi. Penyusunan baris dan kolom perlu di susun sedemikian rupa sehingga terdapat tempat penulisan data yang baik. Satu lembar formulir di usahakan satu tujuan data yang spesifik dan telah memuat ruang lingkup informasi yang benar-benar diperlukan. Jika memungkinkan, rangkuman data (Contohnya total dari jumlah, atau persentase yang sederhana perhitungannya dan relatif mudah) bisa dituliskan pula di formulir tersebut. Di sediakan juga tempat penulisan bagi hal lain yang berguna, contohnya jenis produk, tanggal pencatatan, waktu, nama pencatatan, alat, bahan dan metode dalam proses produksi yang digunakan.

Pencatatan pencanaan formulir harus dipertimbangkan kemampuan personel dan kondisi kerja yang ditugas dalam pengumpulan data. Biasanya karena dinggap bisa menghemat biaya dirancang dua kegiatan atau lebih dalam suatu formulir, misalnya untuk penerimaan inpeksi bahan baku, catatan jumlah cacatnya memiliki formulir yang disatukan dengan formulir analisa laboratorium. Hal tersebut tidak di anjurkan disebabkan efesiensi pengumpulan data dapat berkurang.

3. Check Sheet (Lembar Pemeriksaan)

Lembar pemeriksaan (Check Sheet) bertujuan untuk mengumpulkan data dengan akurat dan teliti. Hal ini menunjukkan perlunya penyajian bentuk yang mana data didapat dengan cepat serta mudah dianalisa dan digunakan. Lembar pemeriksaan dibuat dalam bentuk khusus dalam setiap situasi. Aktivitas pemeriksaan biasanya dilakukan dengan selang waktu yang ditentukan misalnya pemeriksaan tiap jam, harian ataupun mingguan. Pencatatan atau pengisian data di lembar pemeriksaan dapat dengan perhitungan frekuensi (Metode turus) atau dengan memberikan tanda cek (V) ataupun tanda silang (X).

Lembar pemeriksaan berdasarkan fungsinya, umum digunakan di perusahaan adalah (1) memeriksa distribusi dalam proses produksi, contohnya produk di setiap kemasan, (2) Memeriksa item cacat, contohnya frekuensi beberapa jenis kerusakan di produk akhir, (3) memeriksa lokasi cacat, contohnya yang erat hubungannya dengan kemasan suatu produk yakni lipatan, tutup dan label, (4) memeriksa penyebab cacat dalam menyelidiki suatu aspek tertentu di mana

berkaitan dengan kerusakan atau cacat, contohnya pengoprasian mesin, (5) konfirmasi pemeriksaan, contohnya pemeriksaan kondisi peralatan dan mesin.

4. jHistogram

Histogram berhubungan dalam penentuan bentuk pada distribusi frekuensi, dispersi data dan nilai tengah pada hasil pengukuran. Histogram berhubungan dengan frekuensi, oleh karena itu, dalam pencatatan dan pengumpulan data histogram dilakukan dengan menggunakan metode turus. Penyajian umum yang digunakan berbentuk grafik balok yang mana ketinggian setiap bentuk balok menggambarkan nilai frekuensi yang diamati. Variasi grafik balok terkadang digambarkan dengan horizontal serta baloknya di buat garis lurus atau deret tanda berbintang (*).

5. Diagram Pareto

Pembuatan diagram pareto memiliki tujuan utama dalam membantu menganalisa masalah yang harus dijadikan prioritas untuk perbaikan. Diagram ini dijadikan langkah pertama saat melakukan perbaikan serta pengembangan untuk segala aspek pengembangan perusahaan pangan. Penerapan diagram ini dapat digunakan dalam menggambarkan kerusakan produk, jenis cacat, produk, grup kerja dan lain-lain.

6. Diagram sebab akibat

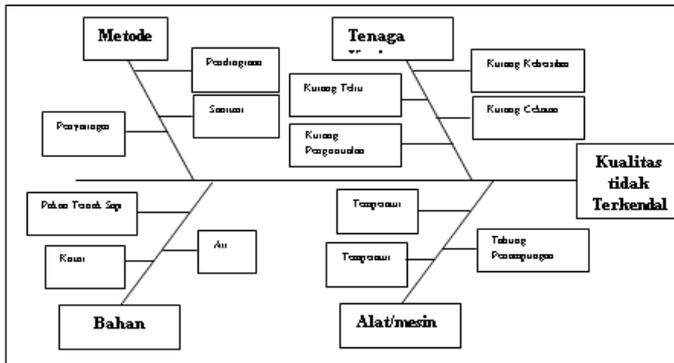
Ishikawa (1985), mengembangkan diagram sebab-akibat (The diagram of cause-effect) terbentuk dari garis serta simbol yang digambarkan dalam suatu hubungan yang bermakna sebuah akibat dan penyebab-penyebabnya. Diagram sebab-akibat biasa juga disebut dengan digram tulang ikan (The diagram of fish born) dari bentuk akhirnya. Diagram sebab-akibat awalnya dikembangkan Doktor Kaoru Ishikawa di Tahun 1943 yang dikenal diagram ishikawa.

Diagram sebab akibat tersusun atas karakteristik mutu yang memerlukan perbaikan sebagai "akibat" serta faktor-faktor yang menjadi penyebabnya terbagi menjadi penyebab langsung "sebab". Penyebab utama biasanya adalah bahan, metode kerja, pekerja, peralatan serta lingkungan. Penyebab utama terdiri dari penyebab minor, misalnya jumlah, umur alat, kapasitas dan sebagainya.

Pengaplikasian diagram ini dapat dilihat di Gambar 1. Analisis kualitas susu murni (Ariwibowo, 2007) selama satu Tahun. Berdasarkan pengamatan

peneliti, tidak terkendalinya *variabel Solid non Fat* (SNF) kualitas produk susu murni baik yang berada dalam batas pengendali atas maupun batas pengendali bawah tersebut dapat dianalisis, misalnya kurang telitinya dalam pengujian kualitas susu pada saat penerimaan awal susu dari para peternak, kebersihan tabung susu, kurangnya pengawasan oleh adanya campuran air tawar dengan susu murni, kurang terjaga kebersihan dalam penyaringan dan dalam pengolahan dalam mesin *Cooling* unit, Sanitasi ruangan, sanitasi karyawan. Titik yang tidak terkendali, baik di batas atas maupun batas bawah akan berdampak pada hasil akhir kualitas susu murni yang diproduksi.

Berikut ini diagram sebab-akibat (Diagram Fish Bone).



Gambar 5.1: Diagram sebab-akibat (Diagram fish born) Susu Murni

7. Grafik Kendali

Suatu grafik dilengkapi garis-garis batas yang disebut juga garis-garis kendali disebut Grafik kendali (Control Chart). Garis kendali terdapat 3 yaitu garis kendali atas (Up control line disingkat UCL), garis pusat (Conrol line/CL) serta garis kendali di bawah (Low Control line/LCL). Dari tipe datanya, kategori grafik kendali terbagi atas dua ketgori yakni data indiskrit (Data dari pengukuran contohnya kadar air, volume dan sebagainya) adalah grafik kendali \bar{x} -R serta data diskrit (data dari perhitungan contohnya perhitungan jumlah cacat) adalah grafik kendali pn , p , u dan c .

Grafik kendali dibuat dengan tujuan untuk pengetahuan perubahan selama periode di titik-titik tertentu apakah normal atau tidaknya sehingga dapat dilihat terjadinya penyimpangan mutu. Keadaan dikatakan dapat terkendali (Normal) jika semua grafiknya memiliki titik yang terletak pada UCL dan

LCL serta tidak ada bentuk khas lain dari kelompok titik terletak pada UCL dan LCL.

Terdapat 4 jenis bentuk khas yaitu (Dwiloka, 2004):

1. Pelajuan (Run) yakni jika terdapat titik berurutan sekelompok terletak pada satu sisi pusat garis (Pada sisi LCL-CL atau UCL-CL). Jika terdapat tujuh suatu titik pelajuan dapat dianggap sesuatu tidak normal. Namun demikian banyaknya titik dapat kurang atau lebih dari 7, tergantung jumlah titik di grafik kendali.
2. Kecendrungan (Trend) yakni jika terdapat titik pada UCL dan LCL berkelompok secara berurutan terlihat meningkat ataupun menurun 7 titik yang meningkat atau menurun dianggap suatu ketidaknormalan. Sering terjadi malah titik-titik sudah ada diluar UCL dan LCL sebelum 7 titik.
3. Perioditas (Periodicity) yakni bila di titik-titiknya berbentuk perubahan pola yang sama, contohnya pola yang naik turun di interval sama.
4. Pelekatan (The hugging of control line) yakni jika titik-titiknya lebih dekat dengan UCL/LCL atau CL. Pelekatan yang ditetapkan terhadap CL mesti menggambarkan 2 garis yakni garis tengah UCL-CL dan LCL-CL. Apabila sebagian besar dari titiknya berada pada kedua garis tengah itu, hal tersebut diartikan sesuatu ketidaknormalan. Penetapan pelekatan terhadap UCL/LCL harus digambarkan 2 garis di mana masing-masing berjarak $\frac{2}{3}$ pada jarak CL-UCL serta CL-LCL. Terjadinya ketidaknormalan bjika 2 dari 3 titik, 3 dari 7, atau 4 dari 10 terletak ddi $\frac{1}{3}$ diluar (Di antara kedua pada garis tersebut pada UCL dan LCL).

Bab 6

Program Pengendalian Mutu dan Keamanan Pangan

6.1 Pendahuluan

Kualitas atau mutu sangat sulit untuk didefinisikan karena konsep kualitas bervariasi dari konsumen ke konsumen. Misalnya, semua konsumen menyukai 100 gram ikan mas goreng. Dengan ukuran sebesar ini, ikan nila mudah disantap hingga ke tulangnya. Namun, jika Anda ingin membuat pepes, Anda lebih memilih 500 gram ikan mas sebagai bahan awal. Kualitas makanan tidak dapat ditingkatkan dan akan menurun seiring waktu. Yang bisa Anda lakukan hanyalah menghentikan atau menghentikan proses penurunan kualitas.

Mengetahui sifat dan kualitas makanan dapat sangat membantu dalam menunda atau menghentikan proses penurunan kualitas. Dua hal penting yang dapat dilakukan untuk mengekang atau menghentikan proses penurunan kualitas pangan: manajemen keamanan pangan dan analisis mutu. Pengelolaan pangan bertujuan untuk menghasilkan pangan yang aman dikonsumsi. Manajemen keamanan pangan dicapai melalui penerapan Pengendalian Mutu Terpadu (PMMT).

Penerapan pengendalian mutu terpadu terdiri dari tiga komponen yang saling terkait: GMP, HACCP, dan SSOP. Kelayakan dasar PMMT adalah bahwa

GMP harus diterapkan dengan benar agar produk pangan yang dihasilkan memiliki kualitas yang tidak berbeda. *Good Manufacturing Practices* berarti memproduksi produk olahan pangan yang relatif bermutu tinggi dengan pra dan pasca mutu. SSOP merupakan standar operasional prosedur hygiene untuk mencegah kontaminasi bahan makanan. Tingkatan yang terdapat pada SSOP yaitu mulai dari proses pemilihan bahan baku, peralatan yang digunakan dalam proses, pekerja, dan lingkungan steril pada proses produksi. Selanjutnya dapat mengikuti langkah-langkah untuk menerapkan GMP dan SSOP, sudah tepat untuk menerapkan HACCP.

6.2 Mutu Bahan Pangan

Pada dasarnya, konsumen menginginkan produk makanan yang berkualitas, bernilai gizi tinggi. Hal ini dikarenakan sapek tersebut sangat penting untuk menunjang kebutuhan hidup setiap hari. Kita membutuhkan orang-orang untuk menjalani hidup yang sehat dan produktif. Menurut Haryanti and Suryaningsih (2021), kualitas adalah suatu properti/produk properti atau kumpulan properti. Ini mencerminkan penerimaan konsumen terhadap materi. Saat menilai beberapa sifat bahan atau produk yang dilakukan konsumen terhadap kualitas bahan/produk yang baik.

Kualitas makanan beragam dan sangat variatif. Aspek kualitas makanan ini yaitu: aspek gizi yang meliputi komponen kalori, protein, lemak, mineral, vitamin, dll). Rasa (inderawi, lezat, menarik, segar. Aspek bisnis (standar kualitas, standar kualitas) dan kepuasan kesehatan (fisik dan mental) konsumen dari segi kualitas. Makanan adalah zat atau nutrisi senyawa dalam makanan terdiri dari komponen yang mengandung karbohidrat, lemak dan protein. Komponen vitamin dan mineral dan produk turunannya bermanfaat bagi pertumbuhan dan kesehatan manusia (pp no. 28, 2004). Menurut pp no. 28 (2004), konsep mutu pada produk olahan pangan adalah komponen yang ditentukan dengan menggunakan standar keamanan standar komersial untuk makanan, nilai gizi dan bahan baku makanan.

6.2.1 Standar Mutu

Untuk menjamin keamanan pangan bagi konsumen, pemerintah telah menerapkan 4.444 regulasi kepada produsen pangan. Aturan ini dilaksanakan

dengan menentukan batas mutu yang dapat diproduksi, yaitu batas mutu. Keberadaan standar nasional Indonesia digunakan sebagai parameter untuk mengendalikan produsen penghasil olahan pangan agar menghasilkan makanan yang berkualitas.

Untuk menjamin keamanan pangan bagi konsumen, pemerintah telah menerapkan 4.444 regulasi kepada produsen pangan. Aturan ini dilaksanakan dengan menentukan batas mutu yang dapat diproduksi, yaitu batas mutu. Keberadaan standar nasional diatur di Indonesia sendiri, dan standar nasional Indonesia digunakan sebagai parameter untuk mengendalikan produsen agar menghasilkan makanan yang berkualitas.

Prosedur kontrol kualitas yang tepat diperlukan untuk memastikan bahwa produk memenuhi standar kualitas yang ditetapkan oleh pemerintah atau produsen itu sendiri. Kualitas produk bersifat dinamis. Singkatnya, permintaan konsumen terus tumbuh dan sangat bervariasi dengan tren kuliner dan tren makanan saat ini. Parameter kualitas olahan pangan yang pada saat ini dianggap sudah cukup memenuhi, kemungkinan akan dianggap rendah di masa depan, sehingga batasan kualitas akan terus berkembang dalam menanggapi permintaan dan waktu konsumen.

6.2.2 Berbagai Macam Komponen Bahan Pangan

Komponen makanan biasanya terdiri dari empat bahan utama, di antaranya adalah karbohidrat, protein, lemak, air, serta berbagai macam produk turunannya. Selain empat komponen yang sudah dijelaskan diatas, bahan pangan lainnya juga bisa terdiri dari mineral yang berupa mineral murni ataupun bahan organik lain dalam jumlah yang relatif kecil. Komponen tersebut biasanya berupa vitamin, enzim, *emulsifier*, asam, oksidan, pigmen, dan *flavor*. Pada setiap bahan pangan memiliki jumlah bahan yang berbeda-beda tergantung dari karakteristik dan komposisi, kekerasan atau tekstur, rasa, warna.

Karbohidrat adalah zat makanan terbanyak yang terdapat pada bahan pangan. Karbohidrat tersusun atas tiga unsur yaitu karbon (C), oksigen (O), dan hidrogen (H). Komponen karbohidrat terbentuk pada tumbuhan selama proses asimilasi atau fotosintesis, bersama dengan air yang menarik udara (CO_2) dari permukaan daun, dikirmkan ke akar dan dibawa ke jaringan daun. Selanjutnya biji-bijian daun hijau, CO_2 dan air masing-masing diubah menjadi pati dan pati,

dengan bantuan sinar matahari. Pati diangkut ke tempat penyimpanan: buah-buahan, akar, umbi-umbian (Anggraeni, Sastro Darmanto and Riyadi, 2016).

Komponen protein sering disebut dengan zat putih telur. Menurut (Anggraeni, 2020) protein tidak melulu berfungsi sebagai komponen pembangun, protein juga bisa berfungsi sebagai komponen yang menghasilkan kalori yang digunakan sebagai energi. Ketika karbohidrat dan lemak belum bisa memenuhi kebutuhan kalori yang dibutuhkan oleh tubuh, protein selanjutnya masuk pada proses oksidasi untuk menambah kalori yang dibutuhkan.

Lemak merupakan salah satu komponen dari kelompok lipid sederhana yang dapat disintesis dari asam lemak dan gliserol. Lemak adalah salah satu sumber energi terbesar yang kedua setelah karbohidrat. Komponen pada molekul lemak tersusun atas komponen karbon, hidrogen, dan oksigen. Komponen lemak terdiri dari lemak yang berbentuk cair dan ada pula yang berbentuk padat. Asam lemak penyusun lemak dapat dibedakan menjadi asam lemak esensial dan asam lemak non esensial.

Produk buah yang bersifat asam seperti asam sitrat yang terdapat pada jeruk dan lemon, asam malat yang terdapat pada apel, dan asam tartarat yang terdapat pada anggur. Asam ini memberikan rasa asam pada buah dan menyebabkannya membusuk secara perlahan. Keasaman juga dapat secara sengaja dibuat dengan fermentasi bahan tertentu oleh mikroorganisme tertentu (ragi, bakteri), menciptakan rasa yang unik. Misalnya, fermentasi daun sawi atau kubis menghasilkan asam laktat, fermentasi apel terlebih dahulu menghasilkan asam alkohol, lalu asam asetat atau cuka. Starter yang terbuat dari bakteri tertentu juga digunakan untuk membuat keju. Keju ditambahkan ke susu untuk menghasilkan asam laktat, yang menyebabkan protein susu mengendap dan membentuk ikal.

Ada produk makanan cenderung mengikat oksigen di udara. Hal ini terutama berlaku untuk lemak, minyak, atau beberapa makanan berlemak yang berbau tidak enak jika dibiarkan di udara untuk waktu yang lama. Karoten, yang menghasilkan vitamin A dan asam askorbat atau vitamin C, juga merupakan vitamin yang aktivitasnya dikurangi oleh oksigen.

Enzim, seperti katalis lainnya, adalah molekul protein yang hanya aktif dalam waktu singkat. Beberapa sifat penting enzim dalam makanan adalah bahwa enzim buah dan sayuran mengatur reaksi yang mengarah pada kematangan pra-panen. Setelah pemanenan, enzim melanjutkan proses penuaan ini kecuali

jika dinonaktifkan oleh panas, reaksi kimia, atau perlakuan lainnya. Proses degradasi dapat terjadi jika enzim tidak diaktifkan

6.2.3 Jaminan Mutu Produk

Proses dari pengendalian mutu adalah cara yang berkesinambungan, sistematis dan obyektif untuk memantau dan mengevaluasi produk, jasa dan jasa yang dihasilkan oleh perusahaan dan lembaga terhadap standar yang ditetapkan, memecahkan masalah yang teridentifikasi dan meningkatkan kualitas. Ini adalah inisiatif untuk dilaksanakan secara komprehensif (Manalu and Suudi, 2017). Pengendalian mutu adalah kegiatan teknis dan operasional untuk memenuhi persyaratan mutu. Pada dasarnya, pengendalian kualitas adalah sistem verifikasi yang mengacu pada akhir dari proses manufaktur. Hasil pemeriksaan hanya menentukan apakah produk yang dibuat dari proses manufaktur memenuhi persyaratan yang ditentukan.

Sebagai aturan umum, jaminan kualitas menggunakan metode yang sama seperti kontrol kualitas. Beberapa kontrol kualitas dan langkah-langkah jaminan kualitas terkait. Perbedaan antara jaminan kualitas dan kontrol kualitas terletak pada area yang lebih luas. Dalam konsep penjaminan mutu, pemeriksaan dan pengujian dilakukan sejak awal proses, bukan hanya di akhir proses. Hal ini memungkinkan deteksi dini potensi masalah yang mungkin terjadi di awal, tengah, atau akhir proses.

Untuk melaksanakan sistem penjaminan mutu di Indonesia, pemerintah mengeluarkan pedoman standarisasi melalui Keputusan No. 102 Tahun 2000 tentang “Standarisasi Nasional”. Hal ini juga terkait dengan PP yang dijelaskan di bidang pertanian melalui keputusan Menteri tersebut. Pertanian No. 170 Tahun 2006 tentang Pelaksanaan Standarisasi Nasional Di Bidang Pertanian. Keputusan ini juga mencakup kebijakan sistem mutu sektor pertanian. Dalam konsep jaminan kualitas, ketika masalah diidentifikasi berdasarkan hasil inspeksi dan pengujian, tindakan korektif atau tindakan korektif diambil dan akar penyebabnya dianalisis. Dari masalah. Hasil analisis dapat digunakan sebagai dasar untuk tindakan pencegahan agar masalah tidak terulang kembali. (Lestari, 2020).

6.2.4 Kerusakan Mutu Pangan

Makanan adalah bahan yang digunakan untuk menghasilkan makanan. Makanan, di sisi lain, adalah hasil dari penanganan dan pengolahan bahan.

Pangan dapat berasal dari pertanian, perikanan dan peternakan. Terutama dari sektor pertanian: sayuran dan buah-buahan, biji-bijian dan kacang-kacangan, umbi-umbian dan rempah-rempah, serta hasil perkebunan. Terutama dari sektor perikanan: ikan (baik ikan laut maupun darat), udang, krustasea, kepiting dan hasil laut lainnya. Sedangkan dari sektor peternakan: daging, ayam, susu dan telur. Meskipun berasal dari industri yang berbeda, bahan makanan ini memiliki sifat yang sama yaitu mudah rusak (Anggraeni, Hakim and Fadhilah. W, 2020).

Setelah dilakukan proses dipanen atau ditangkap, makanan mengalami serangkaian proses reformasi yang kualitasnya menurun. Proses perombakan yang terjadi pada ikan dan ternak dapat dibagi menjadi tiga tahap yaitu rigor mortis, rigor mortis, dan rigor mortis. *Pre-rigger* adalah tahap di mana kualitas dan kesegaran makanan sama seperti saat masih hidup. Rigor mortis merupakan makanan yang memiliki kesegaran dan kualitas seolah-olah hidup, tetapi merupakan suatu tahapan di mana kondisi fisik secara bertahap menjadi kaku. Pada bahan hewani seperti ikan dan ternak, perubahan dari bahan pangan elastis menjadi bahan pangan kaku lebih menonjol dibandingkan bahan pangan pertanian. Sampai rigor mortis, ikan dan ternak segar. Namun saat kita memasuki tahap post-rigid, proses penyerangan ikan pun dimulai (Anggraeni and Handayani, 2022).

Semua makhluk hidup membutuhkan makanan untuk pertumbuhan dan penunjang kehidupan. Bakteri, khamir, kapang, serangga dan hewan pengerat (rodents) bersaing dengan manusia untuk mendapatkan makanan. Selain itu, senyawa organik dalam makanan sangat halus dan keseimbangan biokimia senyawa ini terganggu oleh hampir semua variabel lingkungan di alam. Panas, dingin, cahaya, oksigen, kelembapan, kekeringan, enzim dalam makanan itu sendiri, dan waktu, semuanya cenderung merusak makanan.

Salah satu studi kasus conyohnya adalah setelah panen, jika sayuran tidak segera dibawa dari kebun dan tidak dilindungi dan disimpan dengan baik, semua pekerjaan yang digunakan untuk produksi akan sia-sia. Ternyata hal ini selalu ada di hampir semua makanan. Tabel 6.1 di bawah ini

Tabel 6.1: Umur simpan beberapa bahan pangan

Jenis Bahan Pangan	Umur Simpan (hari)
Ikan	1-2 hari
Daging	1-2 hari
Sayuran daun	7-20 hari
Unggas	1-2 hari
Buah kering	1-2 hari
Buah segar	1-2 hari

6.2.5 Pengawasan Mutu

Dewasa ini, globalisasi telah merambah berbagai bidang kehidupan. Akibatnya, persaingan semakin ketat. Dunia bisnis juga mengalami hal ini sebagai bagian dari itu. Perusahaan yang sebelumnya hanya bersaing di tingkat lokal atau regional kini harus bersaing dengan perusahaan di seluruh dunia. Hanya perusahaan yang dapat menghasilkan barang dan jasa berkualitas kelas dunia yang dapat bersaing di pasar global.

Demikian pula, untuk mendapatkan keuntungan global, produsen makanan harus dapat melakukan pekerjaan yang lebih baik untuk menghasilkan makanan berkualitas tinggi dengan harga yang wajar dan kompetitif, tetapi tidak demikian halnya (Aspiani dan Rustiawan, 2020).

Pengendalian mutu merupakan suatu program atau kegiatan yang tidak dapat dipisahkan dari dunia industri, dunia usaha, termasuk proses pembuatan, pengolahan, dan penjualan produk. Industri memiliki hubungan yang sangat erat dengan pengendalian kualitas, karena hanya produk industri berkualitas tinggi yang dapat memenuhi tuntutan pasar, masyarakat konsumen. Seperti proses manufaktur, kontrol kualitas sangat bergantung pada sains dan teknologi. Semakin modern tingkat industri, semakin kompleks ilmu pengetahuan dan teknologi yang dibutuhkan untuk menghadapi kualitasnya. Semakin tinggi tingkat kesejahteraan masyarakat maka semakin kompleks pula kebutuhan masyarakat akan berbagai jenis pangan. Oleh karena itu,

mendorong produksi dan perdagangan pangan memerlukan sistem manajemen mutu pangan yang kuat dan dinamis.

6.2.6 Keterkaitan Pengawasan Mutu

Pengendalian mutu merupakan penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi, dan merupakan manajemen yang berkaitan dengan penanganan mutu dalam proses produksi, perdagangan, dan distribusi produk. Oleh karena itu, pengendalian mutu tidak hanya menyangkut penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi, tetapi juga ilmu-ilmu sosial dan aspek lainnya, yaitu kebijakan pemerintah, kehidupan sosial, kehidupan ekonomi, hukum dan aspek hukum. Hubungan antara pengendalian kualitas makanan dan kegiatan ekonomi, kepentingan konsumen, pemerintah, dll.

Di tingkat perusahaan, kontrol kualitas mengacu pada pola manajemen industri. Citra kualitas produk ditingkatkan oleh kepemimpinan perusahaan dan dipelihara oleh seluruh bagian atau unit kerja di lingkungan perusahaan/industri. Dalam industri makanan maju, kontrol kualitas sama pentingnya dengan aktivitas produksi.

Penelitian Purwanto et al., (2021) menjelaskan bahwa, dalam hal produksi, pengendalian kualitas bertujuan untuk memastikan kualitas produksi nasional meningkat sehingga konsumen dapat menghasilkan produk yang aman dan tepat guna sehingga tidak mengecewakan. Departemen pemasaran juga perlu melakukan fungsi kontrol kualitas regional. Kerjasama, kesinambungan, dan integrasi yang sangat erat dari unit-unit kerja dalam sebuah organisasi perusahaan semuanya mengarah pada satu tujuan: kualitas produk tertinggi.

Dalam kaitannya dengan pemerintah, pengendalian mutu antara lain ditujukan untuk menciptakan ketertiban produksi dan perdagangan. Ketidaksiesuaian dan penipuan memengaruhi kualitas masyarakat. Intervensi negara diperlukan di sini agar kualitas dapat berkembang secara tertib. Intervensi pemerintah dapat berupa pengaturan, pembuatan sistem standardisasi nasional, pelaksanaan pengendalian mutu nasional, dan penindakan terhadap pihak yang melanggar peraturan tersebut.

Pengawasan mutu pangan juga melayani kebutuhan konsumen dan memberikan informasi dan edukasi tentang keamanan konsumen dari ketidaksiesuaian mutu, ketimpangan mutu, pemalsuan dan penipuan mutu, bahkan potensi konsumsi yang berbahaya dan rawan penyakit (Wahyuni and Sumarmi, 2018).

Bab 7

Hazard Analysis Critical Control Point

7.1 Pendahuluan

Keberadaan pangan yang bergizi, bermutu dan aman sangat penting untuk pertumbuhan, pemeliharaan, dan peningkatan derajat kesehatan serta kecerdasan masyarakat. Pemerintah perlu memastikan agar pangan yang beredar di masyarakat aman, bermutu, dan bergizi. Undang-undang Undang-undang Nomor 18 Tahun 2012 tentang pangan menetapkan bahwa pemenuhan standar keamanan dan mutu pangan merupakan tanggung jawab setiap orang yang melakukan kegiatan atau proses produksi, penyimpanan, pengangkutan, dan atau peredaran pangan. Peraturan Pemerintah Nomor 28 Tahun 2004 Pasal 28 menyebutkan bahwa pemenuhan standar keamanan dan mutu pangan dilakukan melalui penerapan sistem jaminan Keamanan Pangan dan Mutu Pangan.

Kesadaran produsen pangan dalam menghasilkan produk pangan yang sesuai dengan standar keamanan pangan masih sangat rendah. Hasil sampling dan uji pangan olahan risiko rendah dan sedang yang dilakukan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) pada tahun 2019 terhadap 15.284 sampel menunjukkan bahwa 1.793 sampel (11,73%) olahan pangan tidak memenuhi

syarat keamanan pangan. Berbagai kasus keracunan makanan juga kerap terjadi. Balai Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM) mencatat terdapat sekitar 20 juta kasus keracunan pangan per tahun di Indonesia, dan adanya peningkatan jumlah kasus makanan tidak layak konsumsi tiap tahunnya (Ulya, 2019). Banyaknya kasus keracunan makanan yang terjadi, menjadikan konsumen merasa perlu memastikan bahwa setiap proses pembuatan makanan dilakukan dengan aman serta sesuai dengan standar keamanan pangan yang berlaku.

Keamanan pangan merupakan tujuan utama penyuplai makanan. Konsumen secara langsung maupun tidak langsung perlu dilindungi dari kemungkinan bahaya-bahaya yang ditimbulkan akibat mengkonsumsi pangan yang tidak aman. Tuntutan masyarakat selaku konsumen terhadap pangan yang aman dan bermutu dan peningkatan kesejahteraan masyarakat semakin meningkat berdampak terhadap perkembangan sistem jaminan mutu dan keamanan pangan mulai dari pangan diproduksi hingga di tangan konsumen.

Untuk menjamin produk olahan aman dikonsumsi, diperlukan sistem terintegrasi agar setiap proses mendapat perhatian khusus. Organisasi dunia seperti CAC (Codex Alimentarius Commission) yang merupakan organisasi standarisasi pangan dunia, FAO/WHO (Food and Agriculture Organization/World Health Organization) secara khusus telah mengeluarkan pedoman yang menjadi acuan industri pangan di dunia. Pedoman tersebut mengadopsi sistem HACCP sebagai satu-satunya sistem jaminan mutu dengan basis keamanan pangan.

7.2 Hazard Analysis and Critical Control Point

Hazard Analysis and Critical Control Point atau yang biasa disingkat HACCP merupakan sistem yang menjamin mutu dan keamanan pangan. Sistem HACCP pertama kali diperkenalkan kepada masyarakat pada *American National Conference for Food Protection* tahun 1971. Sebelumnya pada 1960 perusahaan Pillsbury di Amerika Serikat bersama-sama dengan *US Army Nautics Research and Development Laboratories* mengembangkan makanan yang aman dikonsumsi astronot. Proses pembuatan makanan tersebut mengutamakan menciptakan produk yang tidak membuat astronot sakit yang

menghasilkan kesimpulan sistem pencegahan dan penyimpanan rekaman data yang baik. Konsep tersebut selanjutnya dikenal dengan HACCP. Pada tahun 1973, prinsip HACCP digunakan pada pembuatan makanan kaleng dengan asam rendah. Tahun 1985 *National Academy of Sciences* merekomendasikan pendekatan HACCP digunakan oleh badan regulator dan wajib bagi industri makan. Pada tahun 1988-1995 konsep HACCP digabung ke peraturan keamanan pangan di berbagai negara dan berkembang hingga sekarang. Alasan HACCP dikembangkan menurut Cartwright, dkk (2010) yaitu Terdapat berbagai produk yang tercemar oleh jenis bahan berbahaya yang terjadi diseluruh dunia dengan tiga jenis bahaya yaitu biologis, kimia dan fisika yang berdampak pada kesehatan manusia serta inspeksi di akhir jalur yang belum memberikan tingkat jaminan sampai tingkat keyakinan yang diperlukan

7.2.1 Prinsip Hazard Analysis and Critical Control Point

Secara harfiah, HACCP dapat diartikan sebagai pendekatan sistematis yang digunakan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mengendalikan bahaya yang signifikan untuk keamanan pangan. HACCP adalah suatu sistem jaminan mutu yang mendasarkan kepada kesadaran atau penghayatan bahwa hazard (bahaya) dapat timbul pada berbagai titik atau tahap produksi tertentu tetapi dapat dilakukan pengendalian untuk mengontrol bahaya-bahaya tersebut. dan penerapannya harus dipedomani dengan bukti secara ilmiah terhadap risiko yang akan terjadi pada kesehatan manusia. Setiap tahapan HACCP mampu mengakomodasi perubahan seperti kemajuan dalam rancangan peralatan, prosedur pengolahan atau perkembangan teknologi. Sistem ini merupakan pendekatan sistematis terhadap identifikasi, evaluasi pengawasan keamanan pangan secara bermakna (Thaheer, 2005)

HACCP umum diterapkan pada produksi makanan/pangan, tidak hanya untuk produksi skala besar namun juga skala kecil dan rumah tangga dan dapat diaplikasikan pada seluruh tahapan pengolahan pangan dari produk mentah hingga akhir. Meskipun HACCP dapat diterapkan pada semua industri pangan namun dalam perkembangannya, masih banyak industri khususnya industri kecil dan menengah yang belum menerapkan HACCP. Hal ini berkaitan dengan sumber keuangan yang dimiliki oleh perusahaan untuk keperluan persiapan penerapan sistem HACCP yang relatif lebih besar dibandingkan dengan tingkat kembalinya (Jouve, 1994).

HACCP bertindak secara preventif dan bersifat ilmiah, rasional dan sistematis dengan tujuan untuk mengidentifikasi, memonitor dan mengendalikan bahaya

(hazard) mulai dari bahan baku, selama proses produksi/pengolahan, manufaktur, penanganan dan penggunaan bahan pangan untuk menjamin bahwa bahan pangan tersebut aman bila dikonsumsi. HACCP lebih mengacu kepada bentuk pencegahan daripada menguji produk di tahap akhir (SNI, 1998). Karena sifatnya yang preventif, maka HACCP juga bukanlah sistem tanpa risiko, namun HACCP meminimalkan risiko bahaya keamanan pangan sampai ke level yang dapat diterima.

Penerapan HACCP melibatkan usaha kelompok/team bukan tanggung jawab perorangan. HACCP dilaksanakan oleh tim ahli secara terstruktur dalam bidang setiap prosesnya (Daulay, 2000). Tim ahli terdiri dari sekelompok ahli yang bertanggung jawab untuk menyusun rancangan, penerapan, dan pengembangan sistem HACCP. Anggota tim HACCP terdiri dari berbagai bidang disiplin ilmu (multidisiplin) yang memiliki pengetahuan dan keahlian spesifik yang tepat. Dalam hal ini anggotanya tidak perlu dibatasi dan dapat berasal dari bagian produksi, pengendalian mutu (quality control), jaminan mutu, manufaktur, keteknikan, penelitian dan pengembangan serta sanitasi.

Ada beberapa hal penting yang harus diperhatikan dalam penerapan HACCP. Pertama HACCP membutuhkan komitmen penuh dari manajemen, tanpa komitmen HACCP akan sulit dilaksanakan. Kedua harus ada keterlibatan dan kesadaran seluruh lapisan perusahaan, karena HACCP merupakan usaha team bukan individu yang membutuhkan kerjasama seluruh lapisan di perusahaan. Ketiga personal yang ditunjuk sebagai tim HACCP harus memiliki pengetahuan atau keterampilan dalam identifikasi bahaya dan harus mengetahui efektivitas pengendalian yang tepat. Dan keempat efektivitas penerapan HACCP harus selalu dievaluasi dan dimonitoring sebagai langkah perbaikan terhadap temuan atau permasalahan di lapangan.

7.2.2 Tujuan, Sasaran dan Manfaat Penerapan

Penerapan HACCP bertujuan untuk meminimalisir terjadinya kontaminasi pada produk. Kontaminasi merupakan pencemaran atau pengotoran yang disebabkan oleh masuknya unsur lain yang memberikan dampak tertentu. Umumnya dampak yang diberikan bersifat negatif. Unsur yang mencemari bisa berasal dari benda hidup (mikroorganisme) atau benda mati (kimia dan fisik). Pencegahan kontaminasi oleh mikroorganisme patogen dimaksudkan untuk memperkecil potensi mikroorganisme hidup dan berkembang. Oleh karena itu, setiap tahapan proses produksi harus mempertimbangkan rencana penerapan HACCP yang disesuaikan dengan prosedur yang berlaku.

Ada banyak manfaat yang dapat diperoleh dari penerapan HACCP sebagai sistem jaminan mutu: (1) HACCP memberikan pendekatan keamanan secara sistematis yang berdasarkan seluruh aspek produk dan produksi; (2) HACCP memberikan sistem pencegahan proaktif terhadap produk dari penyimpangan mutu; (3) HACCP mampu melengkapi dan memperkuat *Quality Management Sistem* (QMS) perusahaan dan dapat diintegrasikan dengan QMS untuk menciptakan kesatuan pada sistem manajemen kualitas yang memenuhi seluruh aspek seperti keluhan pelanggan, dan efisiensi biaya; (4) HACCP sudah dikenal dan diakui secara internasional sehingga akan mempermudah perusahaan untuk memperluas pemasaran ke dunia internasional; (5) Meminimalisir kerugian biaya akibat penolakan produk yang tidak sesuai standar mutu; (6) Kesesuaian mutu produk dan keamanan produk dari penerapan sistem HACCP meningkatkan kepuasan konsumen; (7) Penerapan HACCP memperbaiki pemahaman dan meningkatkan motivasi kerja tim untuk menghasilkan produk yang lebih baik lagi mutunya yang berimplikasi pada peningkatan penjualan dan penghasilan; (8) Penerapan HACCP memungkinkan perusahaan dapat mempertimbangkan tindakan-tindakan yang akan dilakukan untuk mengantisipasi jika munculnya risiko (manajemen berbasis risiko); (9) Perusahaan yang menerapkan HACCP, produknya akan selalu dikenal konsumen, sehingga melindungi merek dagang produk tersebut (Muhandri dan Darwin, 2012). Beberapa manfaat HACCP menurut Dauly (2009) yaitu : (1) Mencegah penarikan produk pangan yang dihasilkan, (2) Mencegah penutupan pabrik, (3) Meningkatkan jaminan keamanan produk, (4) Pembenahan dan pembersihan pabrik, (5) Mencegah kehilangan pembeli/pelanggan atau pasar, (6) Meningkatkan kepercayaan konsumen dan (7) Mencegah pemborosan biaya atau kerugian yang mungkin timbul karena masalah keamanan produk. Penerapan HACCP memberikan kepercayaan diri bagi pelaku industri/produsen, jaminan mutu produk, perlindungan merek dagang (brand), kepercayaan konsumen, dan memperluas pangsa pasar. Sebagai sistem HACCP dapat diverifikasi dan diaudit dan diakui seluruh pelaku industri pengolahan pangan baik nasional maupun internasional.

7.3 Langkah dan Prinsip HACCP

HACCP tidak berdiri sendiri sebagai suatu sistem namun HACCP dibangun atas dasar Good Manufacturing Practices (GMP). Panduan Codex CAC/RCP 1-1969, Rev.4-2003 *Recommended International Code of Practice General Principles of Food Hygiene* mengidentifikasi 12 langkah HACCP yang terdiri dari 5 langkah awal persiapan diikuti dengan 7 langkah yang merupakan prinsip HACCP yaitu:

Langkah 1 : Membentuk HACCP team

Langkah 2 : Membuat diskripsi produk

Langkah 3 : Identifikasi pengguna produk

Langkah 4 : Menyusun diagram alir

Langkah 5 : Verifikasi diagram alir

Langkah 6 : Membuat analisa bahaya (Prinsip 1)

Langkah 7 : Menetapkan Titik Kendali Kritis/Critical Control Point's
(Prinsip 2)

Langkah 8 : Menetapkan Batas Kritis/Critical Limit Control untuk CCP'S
(Prinsip 3)

Langkah 9 : Menetapkan Sistem Monitoring/Monitoring System untuk
CCP'S (Prinsip 4)

Langkah 10 : Menetapkan Tindakan Koreksi/Corrective Action (Prinsip 5)

Langkah 11 : Menetapkan Prosedur Verifikasi/Verification Procedure
(Prinsip 6)

Langkah 12 : Menetapkan Pencatatan dan Penyimpanan / Record Keeping
(Prinsip 7)

Tim HACCP (Langkah 1) terdiri dari ketua dan anggota yang ditetapkan oleh manajemen. Sebelum melaksanakan tugas, tim HACCP sebaiknya diberikan pelatihan formal mengenai pengenalan dan implementasi, sistem dokumentasi, internal audit, monitoring dan corrective action HACCP. Tim HACCP

merupakan multidisiplin mewakili divisi bahan baku, *quality assurance*, operasional, *engineering*, proses, produk akhir, *Hazards expertise*, dan lingkungan. Tim HACCP bertanggung jawab dalam menentukan ruang lingkup, membuat rencana HACCP, pengembangan pre-requisite program (SSOP, GMP, Pelatihan, dll), validasi dan verifikasi, pengembangan dan update dokumen perencanaan HACCP.

Diskripsi produk (Langkah 2) memberikan rincian mengenai komposisi, fisik/struktur kimia, pengemasan, informasi keselamatan, perlakuan selama proses, penyimpanan dan metode distribusi. Diskripsi produk harus ditulis lengkap untuk setiap produk yang dihasilkan. Diskripsi produk mencakup: (1) Jenis produk (spesies dan produk jadi) termasuk di dalamnya nama pasar dan nama ilmiahnya; (2) asal bahan; (3) metode penerimaan dalam bentuk segar, beku, kaleng, atau kombinasi dari satu atau lebih metode; (4) metode penyimpanan setelah penerimaan; (5) metode pengiriman; (6) metode pengemasan; (7) saran penggunaan.

Identifikasi rencana pengguna produk atau target konsumen dengan mempertimbangkan populasi yang sensitif seperti bayi (anak-anak), lanjut usia, wanita hamil, *immuno compromise*, dan alergi.

Tim HACCP pada langkah selanjutnya (langkah 4) membuat diagram alir. Diagram alir harus dibuat jelas, akurat, detail menetapkan HACCP plan seluruh tahapan proses dari awal hingga akhir. Diagram alir yang dibuat harus menggambarkan rincian semua kegiatan proses yang disusun secara berurutan termasuk di dalamnya inpeksi, pengangkutan, penyimpanan dan penundaan dalam proses dan juga menggambarkan masukan bahan baku, kemasan, air, dan bahan kimia yang digunakan dalam proses serta keluaran dari proses. Diagram alir yang tertulis pada dokumen harus sama dengan keadaan sesungguhnya di lapangan.

Seluruh tahapan proses yang terdapat di diagram alir harus diverifikasi (Langkah 5) minimal 1 kali per tahun. Keakurasian diagram alir menjadi penting untuk dapat menganalisa bahaya dan menghilangkan bahaya. Verifikasi dilakukan oleh tim HACCP dengan pengetahuan yang cukup di setiap tahapan proses dan waktu. Verifikasi dilakukan melalui pengamatan terhadap alur proses, memastikan parameter proses sesuai, mengambil contoh aktivitas atau sampling, wawancara yang dilakukan pada jam-jam operasional pada proses rutin dan tidak rutin (lebaran, tahun baru). Disamping itu, verifikasi juga perlu mengumpulkan data tambahan seperti peta pabrik, tata

letak peralatan, parameter teknis operasi, pemisahan antara area bersih dan kotor, berisiko rendah dan berisiko tinggi, alur produk karyawan/bahan. Hasil verifikasi akan menkonfirmasi diagram alir, revisi dapat dilakukan pada diagram alir atau pada proses di lapangan.

7.3.1 Prinsip 1: Membuat Analisa Bahaya

Proses identifikasi serta evaluasi mengenai bahaya potensial dilakukan tentang hal-hal yang berhubungan dengan produk untuk ditetapkan signifikansi serta pengendaliannya. Analisa bahaya dilakukan di setiap tahapan proses produksi utama, pengolahan, manufaktur dan distribusi hingga sampai ke konsumen dengan menfokuskan pada bahaya yang kemungkinan besar terjadi dan menimbulkan bahaya pada produk akhir. Pendekatan seperti; pengamatan proses, pengetahuan dan pengalaman tim, pengumpulan data yang bersumber dari spesifikasi standar (Codex, SNI, ISO, dll), persyaratan regulasi (dari Dinas Kesehatan, BPOM, FDA, dll), persyaratan pelanggan, dan pustaka dapat digunakan.

Analisa bahaya dapat menggunakan lembar kerja analisis bahaya yang berisikan daftar tahapan bahaya, identifikasi potensi bahaya, signifikansi bahaya, justifikasi, control measure. Identifikasi potensi bahaya sangat penting untuk mendata setiap bahaya yang teridentifikasi di setiap tahapan proses. Bahaya baik yang berasal dari bahan, proses atau kemasan ditentukan dan ditulis di lembar kerja. Penting untuk membedakan antara bahaya dan penyebab bahaya. Bahaya misalkan kontaminasi bakteri patogen, maka penyebab bahaya adalah sanitasi pekerja yang tidak baik. Evaluasi dan justifikasi dilakukan untuk menentukan bahaya apa yang signifikan beserta alasannya. Identifikasi control measure merupakan faktor atau aktivitas yang bisa digunakan untuk mengendalikan bahaya. Mungkin akan dibutuhkan lebih dari satu tindakan untuk mengendalikan bahaya atau bisa saja hanya dibutuhkan satu tindakan untuk mengendalikan semua bahaya.

7.3.2 Prinsip 2: Menentukan Titik Kendali Kritis

Penentuan Titik Kendali Kritis (TKK) merupakan sebuah tahapan di mana pengendalian dapat dilakukan dan sangat penting untuk mencegah atau menghilangkan potensi bahaya terhadap keamanan pangan atau menguranginya hingga ke tingkat yang dapat diterima. pada tahapan ini dilakukan pengendalian untuk menghilangkan potensi atau mencegah terjadinya bahaya terhadap produk pangan atau meminimalkan hingga batas

wajar. Tahapan dengan tingkat bahaya signifikan dilanjutkan ke decision tree. Decision tree merupakan urutan pertanyaan logis yang diajukan untuk setiap bahaya pada setiap tahapan proses. Dalam tahap ini terdapat decision tree yang berisi urutan pertanyaan logis yang memiliki tingkat bahaya signifikan pada setiap tahapan proses. Yang harus diperhatikan pada CCP adalah satu CCP dapat digunakan untuk mengendalikan lebih dari satu bahaya dan lebih dari satu CCP mungkin diperlukan untuk mengontrol sebuah bahaya.

7.3.3 Prinsip 3: Menentukan Batas Kendali Kritis

Prinsip ketiga yaitu menentukan batas-batas kritis. Batas kritis merupakan Nilai maksimum dan / atau minimum di mana parameter biologis, kimia, atau fisik pada tahapan CCP harus dikontrol untuk mencegah, menghilangkan, atau mengurangi terjadinya bahaya keamanan pangan ke tingkat yang dapat diterima. Tiga jenis hal dalam menetapkan batas kritis yaitu batas secara fisik, batas secara kimiawi, dan batas secara mikrobiologi. Batas kritis yang ditetapkan harus dapat diterapkan di CCP's, harus dapat dijelaskan kebenarannya, dapat divalidasi, berdasarkan literature, dan terukur. Batas kritis yang didasarkan pada data subjektif harus didukung oleh intruksi, spesifikasi, dan desain. Dalam beberapa kasus lebih dari satu batas kritis akan diuraikan pada suatu tahap khusus. Seringkali kriteria digunakan termasuk ukuran-ukuran suhu, waktu, tingkat kelembapan, pH, dan parameter-parameter sensori seperti penampakan visual dan tekstur.

7.3.4 Prinsip 4: Menetapkan Sistem Monitoring TTK

Menetapkan sistem monitoring TTK merupakan langkah ke sembilan prinsip empat HACCP. Sistem monitoring TTK merupakan urutan pengamatan atau pengukuran yang telah direncanakan untuk menilai apakah TTK terkendali dan untuk menghasilkan catatan yang akurat yang dapat digunakan dalam verifikasi di pada masa yang akan datang. Sistem monitoring ini berfungsi untuk; (1) Memastikan batas kritis terpenuhi; (2) Dokumentasi yang menunjukkan batas kritis dipatuhi; (3) Identifikasi saat terjadi kehilangan kendali. Sistem monitoring mencakup metode monitoring terdiri dari apa, bagaimana, kapan, dan siapa yang monitoring. Sistem monitoring di tulis pada lembar kerja. Rekaman monitoring yang telah dibuat ditandatangani oleh personil yang melaksanakan monitoring dan diverifikasi oleh personel penanggung jawab yang ditunjuk dan memiliki pengetahuan serta kewenangan untuk melakukan tindakan koreksi. Prosedur monitoring harus menemukan

ketidak terkendalian dalam TKK, menetapkan informasi waktu secara ideal untuk tindakan perbaikan yang dilaksanakan untuk mengembalikan pengendalian proses sebelum dilakukan penolakan produk. Data yang diperoleh dari kegiatan monitoring harus dievaluasi oleh petugas yang ditunjuk sesuai dengan pengetahuan dan kewenangannya untuk melaksanakan tindakan perbaikan bila terjadi indikasi. Apabila pelaksanaan monitoring tidak berkesinambungan, maka jumlah atau frekuensi monitoring harus cukup untuk menjamin TKK berada dalam pengendalian.

Sebagian besar prosedur monitoring dilakukan secara cepat, karena berhubungan dengan proses yang berjalan dan dapat dilakukan analisa pengujian dalam waktu singkat. Tindakan fisika dan kimia lebih disukai karena lebih cepat dari pada tindakan mikrobiologi. Semua catatan dan dokumen yang terkait dengan kegiatan monitoring TKK harus ditandatangani oleh orang yang melakukan monitoring dan oleh petugas perusahaan yang bertanggungjawab sebagai peninjau.

7.3.5 Prinsip 5: Menetapkan Tindakan Koreksi

Prinsip kelima adalah penetapan tindakan koreksi. Terdapat perbedaan pemahaman antara koreksi dan tindakan koreksi. Koreksi merupakan tindakan cepat yang harus dilakukan terhadap produk sementara tindakan koreksi merupakan penanganan, investigasi dan tindakan untuk menghilangkan penyebab ketidaksesuaian. Tindakan koreksi umumnya harus diambil saat terjadi penyimpangan. Tindakan koreksi harus direncanakan dengan baik dengan terlebih dahulu mengidentifikasi penyebab dan pemulihan pengendalian. Tindakan koreksi harus menjamin bahwa TKK telah berada dibawah kendali. Tindakan-tindakan itu termasuk disposisi yang tepat dari produk yang terpengaruh. Penyimpangan dan prosedur disposisi harus didokumentasikan dalam catatan HACCP.

Tindakan koreksi wajib didokumentasikan untuk menunjukkan status dan konsekuensi produk atau proses yang terlibat. Rekaman dan catatan tindakan koreksi memuat identifikasi produk (contoh: deskripsi produk, jumlah produk yang ditahan (hold), waktu terjadi penyimpangan, deskripsi penyimpangan, tindakan perbaikan yang telah dilakukan termasuk, jumlah produk saat terjadi deviasi, hasil evaluasi; dan keputusan akhir (final disposition) dan pihak yang bertanggung jawab. Informasi-informasi tersebut dituangkan pada corective action report.

7.3.6 Prinsip 6: Menetapkan Prosedur Verifikasi

Prosedur verifikasi merupakan setiap aktivitas, selain monitoring, untuk memastikan validitas HACCP Plan dan membuktikan bahwa sistem telah berjalan sesuai dengan yang direncanakan. Prosedur verifikasi merupakan konfirmasi berdasarkan bukti objektif, bahwa persyaratan yang ditetapkan telah dipenuhi. Verifikasi bertujuan untuk memberikan kepercayaan bahwa HACCP plan didasarkan pada prinsip-prinsip ilmiah yang kuat dan memadai untuk mengendalikan bahaya terkait serta telah dilaksanakan.

Verifikasi dilaksanakan oleh pihak ketiga bukan oleh pelaksanaan monitoring. Berdasarkan pihak yang melakukan verifikasi, verifikasi dibedakan menjadi validasi, verifikasi TTK, verifikasi HACCP, dan verifikasi badan pemerintah. Validasi merupakan unsur verifikasi yang difokuskan pada pengumpulan dan evaluasi informasi secara ilmiah dan teknis untuk menentukan apakah HACCP Plan, bila diterapkan dengan benar, dapat mengendalikan bahaya secara efektif. Tindakan untuk memperoleh bukti bahwa *control measure* (atau kombinasi control measure) akan mampu secara efektif mengendalikan *significant food safety hazard*. Verifikasi TTK merupakan proses kalibrasi terhadap peralatan dan instrument yang digunakan pada HACCP Plan. Verifikasi HACCP terdiri dari verifikasi *Hazard Analysis* dan HACCP Plan, *verifikasi record*, pengujian produk akhir, dan audit pihak ketiga. Verifikasi badan pemerintah dilakukan untuk memverifikasi processor telah mengembangkan HACCP Plan yang mengendalikan semua bahaya keamanan yang signifikan, telah menerapkan HACCP plan secara konsisten, dan telah mematuhi aturan HACCP dan peraturan lainnya.

7.3.7 Prinsip 7: Menetapkan Pencatatan dan Penyimpanan Data

Langkah terakhir yang juga sekaligus prinsip ketujuh HACCP adalah menetapkan pencatatan dan penyimpanan (*record keeping*). Pencatatan dan penyimpanan dilakukan terhadap dokumen dan rekaman HACCP. Dokumen merupakan referensi yang digunakan sebagai acuan oleh organisasi dalam menerapkan sistem HACCP, misalnya: HACCP Manual, Prosedur, SSOP, Instruksi Kerja, Formulir, dan lain-lain. Rekaman adalah bukti tertulis bahwa organisasi telah melaksanakan Sistem HACCP diverifikasi dengan standar dan prosedur yang ditetapkan. Jenis rekaman yang harus disimpan sebagai bagian dari sistem HACCP adalah: (1) HACCP Plan dan dokumen pendukung; (2)

Rekaman monitoring CCP; (3) Rekaman tindakan perbaikan; (4) Rekaman verifikasi; (5) Rekaman sanitasi; (6) Amandemen.

Bab 8

Pengawetan dengan Suhu Rendah dan Pembekuan

8.1 Pendahuluan

Meningkatnya kejadian penyakit bawaan pangan yang disebabkan oleh *mikroorganisme* patogen merupakan ancaman bagi konsumen meskipun telah melakukan penanganan dan perbaikan terus-menerus dalam praktik pengolahan yang baik yang dilakukan oleh produsen pangan (Ricci et al., 2020). Meningkatnya kejadian penyakit bawaan pangan disebabkan oleh konsumsi bahan pangan yang terkontaminasi mikroorganisme patogen (Kuhn et al., 2019). *Mikroorganisme* yang dikaitkan dengan bahan pangan di antaranya adalah patogen di mana dapat tumbuh pada suhu 5 °C sampai 57 °C (U.S. Food Code, 2017).

Pembusukan merupakan proses yang mengarah pada penurunan keamanan, kualitas sensorik (rasa, rasa, tekstur, warna, dan penampilan), atau nilai gizi dari pangan itu sendiri. Hal ini merupakan proses metabolisme yang menyebabkan bahan pangan tidak diinginkan atau tidak dapat diterima oleh konsumen (Sa'diyah et al., 2021). Pembusukan dapat terjadi akibat dari adanya aktivitas dan/atau keberadaan mikroorganisme, pembusukan enzimatik, di mana perubahan yang tidak diinginkan karena reaksi yang dikatalisis oleh

enzim, pembusukan kimia, di mana perubahan yang tidak diinginkan karena reaksi kimia nonenzimatik antara komponen pangan (misalnya, reaksi Maillard) atau antara makanan dan lingkungannya (misalnya, oksidasi lipid). Selanjutnya, pembusukan fisik, di mana perubahan yang tidak diinginkan dalam struktur fisik bahan pangan (misalnya, kristalisasi gula dalam pengawet, pemisahan emulsi). Dalam hal ini, jenis kerusakan yang paling penting dalam bahan pangan adalah pembusukan akibat *mikroorganisme*, karena dapat memengaruhi kualitas dan keamanan pangan (Berk, 2018).

Kontaminasi bahan pangan, khususnya daging segar maupun produk daging disebabkan oleh kemampuan *mikroorganisme* patogen yang mudah beradaptasi dengan lingkungan yang tidak menguntungkan (da Costa et al. 2019). Misalkan, *Listeria monocytogenes* yang dapat bertahan hingga pengolahan sosis kering meskipun pada kondisi pH rendah, garam, dan nitrit, serta dapat menyebabkan penyakit bawaan pangan (Fontana et al., 2015). Selain itu, Wagner et al. (2020); Wickramasinghe et al. (2019) melaporkan bahwa di lingkungan produksi dan pengolahan pangan bakteri pembusuk maupun patogen bawaan pangan seperti; *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *enterohemorrhagic Eschericia coli*, *Campylobacter jejuni* dan *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas* sp. terdeteksi.

Untuk mencegah atau menghambat baik mikroorganisme pembusuk maupun patogen dapat dilakukan dengan berbagai cara, di antaranya adalah dengan menurunkan aktivitas air (A_w), menurunkan pH, penambahan bahan pengawet alami atau sintetik, penggunaan suhu rendah maupun dengan pembekuan (Singh & Shalini, 2016). Pada bab ini, akan dibahas pengawetan bahan pangan dengan menggunakan suhu rendah dan pembekuan.

8.2 Prinsip Pengawetan dengan Suhu Rendah dan Pembekuan

Pada prinsipnya bahwa pendinginan atau pembekuan bertujuan untuk mengawetkan bahan pangan atau produk pangan termasuk daging-dagingan maupun produk daging. Dengan adanya penurunan suhu pada bahan pangan maka dapat mengurangi atau menghambat proses pembusukan secara mikrobiologi dan biokimia (Smith, 2011). Hal ini dapat menurunkan laju pertumbuhan *mikroorganisme* dan juga menghilangkan air cair yang

kemudian menjadi tidak tersedia untuk mendukung pertumbuhan mikroba (Smith, 2011). Penyimpanan bahan pangan maupun produk pangan dapat dilakukan pada suhu dingin dapat dilakukan pada suhu 5-10°C (Farahita dan Kurniawati, 2012). Sedangkan, penyimpanan bahan pangan atau produk pangan dengan pembekuan yaitu antara -18 dan -30°C. Secara umum suhu penyimpanan yang lebih rendah memberikan umur simpan yang lebih lama. Misalnya, daging memiliki masa simpan 6-9 bulan jika disimpan pada suhu -12°C dan umur simpan dapat lebih panjang lagi jika disimpan pada suhu -24°C dengan umur simpan 15-24 bulan. Sebaliknya, pendinginan ditentukan oleh kisaran suhu penyimpanan antara -1 dan 8°C dan digunakan untuk daging, ikan, produk susu, dan hidangan resep dingin sebelum dikonsumsi. Penyimpanan pada suhu dingin atau suhu beku tidak berpengaruh pada kandungan nutrisi atau sifat organoleptiknya. Sebaliknya kualitas bahan baku awal tidak dapat ditingkatkan dengan pembekuan dan hanya bahan baku berkualitas tinggi yang harus dipilih untuk pembekuan. Dengan demikian, kualitas dan kandungan nutrisi bahan pangan pada titik konsumsi bergantung pada kualitas bahan baku awal, lama penyimpanan dan kondisi penyimpanan, serta tingkat dan sifat proses pembekuan.

8.3 Pengawetan dengan Suhu Rendah

Daging merupakan bahan pangan yang kaya akan nutrisi, termasuk protein, vitamin, zat besi, dan mineral lainnya, dan memiliki aktivitas air yang tinggi sehingga sangat mudah rusak. Salah satu metode yang digunakan dalam memperpanjang umur simpan daging maupun produk daging adalah dengan menggunakan suhu rendah dan pembekuan (Wickramasinghe et al., 2019).

Pendinginan dapat digambarkan sebagai penyimpanan produk pangan pada suhu di atas titik beku dan di bawah suhu 15°C (Effendi, 2014). Ini banyak digunakan untuk pengawetan jangka pendek dan memperpanjang umur simpan dengan sedikit kerusakan pada sifat sensorik dan nutrisi. Ini memperlambat pertumbuhan mikroorganisme dan memperlambat reaksi kimia seperti pencoklatan atau oksidasi oksidatif yang dikatalisis enzim, perubahan kimia yang menyebabkan degradasi warna, kehilangan kelembaban, aktivitas metabolisme pasca panen dan pasca pemotongan dari jaringan tanaman dan hewan (Tavman et al., 2019).

Dalam pengawetan dengan menggunakan teknik pendinginan sangat memengaruhi mutu dari produk itu sendiri. Pendinginan cepat untuk daging sapi, daging babi, dan karkas domba dengan suhu <10°C segera setelah kematian sangat penting untuk pengawetan kualitas daging serta keamanan mikrobiologis (Xiong, 2017).

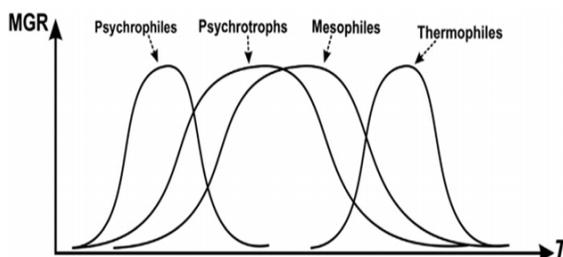
Pendinginan bertujuan untuk memastikan umur simpan produk lebih panjang dengan perubahan sensorik dan nutrisi yang lebih rendah. Dalam proses pendinginan, bahan pangan didinginkan dan disimpan pada suhu dibawah 15°C, menjaga air dalam keadaan cair (Augusto et al., 2018).

Pengurangan laju penurunan mutu sebagian besar dapat dikaitkan dengan konsep Q10, yang mendefinisikan variasi laju reaksi atau laju penurunan mutu bahan pangan dengan mengubah suhu pada 10°C. Hal ini menggambarkan pengurangan eksponensial dalam reaksi dengan penurunan suhu. Model Q10 ini dapat untuk menduga masa kadaluwarsa produk pangan tertentu yang disimpan pada berbagai suhu Q10 disebut juga dengan istilah faktor percepatan reaksi. Model ini dipakai untuk menduga berapa besar perubahan laju reaksi atau laju penurunan mutu produk pangan (Widowati, 2016). Untuk sebagian besar reaksi yang terlibat dengan bahan pangan, nilai Q10 adalah antara 2 dan 5 yaitu, dengan mengurangi suhu sebesar 10°C, pengurangan 2 dan 5 kali diamati dalam laju reaksi. Konsep ini menjelaskan umur simpan yang lebih lama dari produk berpendingin:

$$Q_{10} = \frac{\text{laju penurunan mutu pada suhu } T + 10}{\text{laju penurunan mutu pada suhu } T}$$

Namun, perlu diketahui bahwa perilaku reaksi enzimatik dan mikroba lebih kompleks dan tidak dapat dijelaskan hanya dengan konsep Q10.

Pertumbuhan mikroorganisme tergantung pada suhunya, ada mikroorganisme yang bersifat psikrofilik, psikotrofik, mesofilik, dan termofilik (Gambar 8.1 dan Tabel 8.1).



Gambar 8.1: Pertumbuhan mikroorganisme berdasarkan suhu (Augusto et al. (2018))

Mikroorganisme yang tergolong psikrofilik di antaranya adalah *Vibrio*, *Aeromonas*, *Alcaligenes*, *Pseudomonas*, dan *Flavobacterium*. Sedangkan kategori khamir yang termasuk psikrofil adalah *Kandida gelida*, *C. nivalis*, *Leucosporidium scottii*, dan *Cryptococcus vishniacii*. Sedangkan mikroorganisme yang tergolong psikrotrofik adalah *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas fluorescens*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus*, *L. monocytogenes*, *Y. enterocolitica*, dan *Aeromonas hydrophila*. Sementara, mikroorganisme yang tergolong mesofilik adalah spesies *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Salmonella* spp., *E. coli*, *S. aureus*, dan *Vibrio parahaemolyticus*. Selanjutnya, yang terakhir adalah mikroorganisme yang tergolong termofilik misalnya adalah *Clostridium* dan *Bacillus* (Meiyasa, 2021).

Tabel 8.1: Rata-rata suhu pertumbuhan mikroorganisme pada bahan pangan (Augusto et al., 2018)

Jenis Mikroorganisme	Suhu Minimum (°C)	Suhu Optimal (°C)
Psikrofilik	0-5	12-18
Psikotrof	0-5	20-30
Mesofilik	5-10	30-40
Termofilik	30-40	55-65

8.4 Pengawetan dengan Pembekuan

Pembekuan merupakan salah satu metode tua dalam mengawetkan bahan pangan termasuk daging dan produk daging dengan cara suhu diturunkan sampai berada di bawah titik beku (Asiah et al., 2020).

Pembekuan termasuk salah satu cara terbaik untuk memperpanjang umur simpan bahan pangan meskipun beberapa teknik pengawetan baru semakin populer dan penting. Pembekuan adalah metode konvensional dan hanya diterapkan dengan keuntungan utama adalah kemampuannya untuk mencapai stabilitas tanpa kehilangan kualitas awal (Tavman et al., 2019).

Selama proses pembekuan terjadi perpindahan panas sensibel (panas untuk mengubah suhu) dan perpindahan panas laten (panas untuk mengubah wujud zat). Suhu pembekuan bahan pangan umumnya terjadi dibawah -2°C . Selama pembekuan, sebagian dari air berubah wujud dari fase cair ke fase padat dan membentuk kristal es. Kristalisasi ini menyebabkan mobilitas air terbatas sehingga aktivitas air pun menurun. Kondisi tersebut akan menyebabkan penghambatan pertumbuhan mikroba, serta reaksi-reaksi kimia dan biokimia yang memengaruhi mutu dan keawetan produk pangan. Dengan demikian produk beku dapat memiliki umur simpan yang lebih lama (Augusto et al., 2018).

8.5 Hasil Penelitian Terkait Mutu Daging dan Produk Daging yang Disimpan pada Suhu Berbeda

Hal ini didukung oleh hasil penelitian yang dilaporkan oleh Ismail et al. (2016) bahwa penyimpanan pada suhu yang berbeda berpengaruh terhadap mutu produk. Misalkan produk bakso daging sapi segar maupun yang disimpan pada suhu dingin dan beku memiliki mutu yang berbeda yang terlihat pada parameter pH, air bebas, aktivitas air, TPC, dan *Escherichia coli*. Selanjutnya, Sinlae et al. (2015) mengkaji tentang asam amino esensial dan non esensial daging sapi Bali dan Wagyu pada penyimpanan suhu dingin 4°C . Hasil penelitian mengindikasikan bahwa baik asam amino esensial maupun asam

amino non esensial mengalami penurunan dengan meningkatnya lama penyimpanan (hari ke- 0, 3, 7, dan 14) untuk daging sapi Bali dan Wagyu. Hal ini juga terlihat pada kadar protein, di mana kadar protein mengalami penurunan dengan suhu penyimpanan 4°C dan lama penyimpanan 5 hari (hari ke- 0, 1, 2, 3, 4, dan 5). Selain itu, Sarassati dan Agustina (2015) juga melaporkan bahwa kadar protein daging sapi Wagyu dan daging sapi Bali yang disimpan pada suhu -19°C mengalami penurunan selama penyimpanan hari ke- 0, 5, 10, 15, 20, dan 25 seperti yang terlihat pada.

Tabel 8.2: Kualitas fisik dan mikrobiologis bakso daging sapi yang disimpan pada suhu berbeda (Ismail *et al.* 2016)

Parameter	Perlakuan		
	Segar	Refri	Freezer
pH	5,70	5,72	5,83
Air bebas (%)	35,87	23,33	28,03
Aktivitas Air	0,870	0,897	0,905
TPC (<i>Total Plate Count</i>)	5,44	5,86	5,30
<i>Escherichia coli</i>	0	0	1,26

Tabel 8.3: Karakteristik asam amino esensial dan non esensial daging sapi Bali dan Wagyu pada penyimpanan suhu dingin 4°C (Sinlae *et al.* 2015)

Asam amino	Sapi bali				Sapi wagyu			
	Lama Penyimpanan (Hari)				Lama Penyimpanan (Hari)			
	0	3	7	14	0	3	7	14
Asam amino esensial								
Histidin	6,57	6,00	4,68	1,06	5,67	5,67	4,67	1,10
Threonin	2,17	1,76	1,57	1,57	2,31	2,31	1,57	1,09
Arginin	2,57	1,95	1,61	1,26	2,67	2,67	2,50	1,25
Metionin	3,24	1,52	1,17	0,76	3,67	3,67	2,35	1,50
Valin	3,08	1,23	1,09	0,63	1,22	1,22	0,69	0,40
Phenilalanin	2,72	2,38	1,69	0,89	4,15	4,15	2,21	2,09
Isoleusin	2,88	2,09	1,37	1,08	2,92	2,92	1,19	1,02
Leusin	1,81	1,54	1,50	0,75	3,66	3,66	1,70	1,58
Lisin	3,57	3,53	2,44	1,90	3,91	3,91	3,52	3,40
Asam amino non esensial								
Asam Aspartat	4,01	2,88	2,84	2,13	4,74	4,74	2,39	2,33

Asam Glutamat	9,68	5,70	5,35	2,98	5,84	5,84	5,54	3,55
Serin	9,91	1,82	1,18	1,07	11,16	11,16	1,58	1,11
Glisin	0,73	0,73	0,38	0,34	0,81	0,81	0,57	0,25
Alanin	2,10	1,41	1,26	0,87	1,70	1,70	1,50	0,55
Tirosin	3,42	2,41	1,38	1,00	4,68	4,68	2,02	1,53

Tabel 8.4: Kadar Protein Daging Wagyu dan Daging Sapi Bali dengan Lama Penyimpanan 5 Hari pada Penyimpanan Suhu Beku (4C) (Andini dan Swacita, 2014)

Lama Simpan	Kadar Protein (%)	
	Daging Wagyu	Daging Sapi Bali
0	17,18	18,38
1	16,90	18,29
2	16,64	18,19
3	16,39	18,05
4	16,22	17,91
5	15,72	17,75

Tabel 8.5: Kadar Protein Daging Wagyu dan Daging Sapi Bali dengan Lama Penyimpanan 25 Hari pada Penyimpanan Suhu Beku (-19C) (Sarassati dan Agustina 2015)

Lama Simpan	Kadar Protein (%)	
	Daging Wagyu	Daging Sapi Bali
0	19,04	21,58
5	18,97	21,43
10	18,73	21,15
15	18,40	20,48
20	18,10	20,03
25	17,39	19,63

Bab 9

Penerapan Pengawetan dengan Aditif Kimia

9.1 Pendahuluan

Pengawetan makanan (food preservative) merupakan proses perlakuan dan penanganan makanan untuk menghentikan atau memperlambat pembusukan dan mencegah penyakit bawaan pada makanan. Perlakuan dan penanganan yang dilakukan harus tetap mempertahankan nilai gizi, tekstur dan rasa. Pengawetan bahan makanan selalu menjadi kebutuhan karena beberapa alasan seperti: 1) daya tahan makanan yang terbatas; 2) banyak bahan makanan yang hanya tersedia selama musim panen yang singkat; 3) distribusi dari produsen ke konsumen yang memerlukan waktu; 4) perubahan kebiasaan masyarakat dalam membeli produk yang tahan lama. Diluar hal tersebut, penambahan pengawet pada produk hasil ternak ditujukan untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme dalam makanan seperti pada daging dan dapat memperpanjang umur simpannya.

9.2 Pengawetan dengan Aditif Kimia

Bahan-bahan pengawet kimia adalah salah satu bahan kimia yang ditambahkan sebagai akibat dari perlakuan prapengolahan, pengolahan atau proses penyimpanan.

Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam penambahan bahan kimia sebagai pengawet:

1. Tidak menurunkan nilai gizi, tekstur dan rasa bahan pangan
2. Tidak memicu pertumbuhan mikroba yang dapat menimbulkan keracunan pada bahan pangan
3. Tidak menyebabkan pembusukan yang berlebihan
4. Tidak digunakan untuk menyembunyikan pangan yang berkualitas rendah dan sudah mengalami kerusakan berlebihan
5. Aman dalam jumlah yang diperlukan. Penambahan bahan pengawet kimia harus sesuai ketentuan Badan POM yang diizinkan. Badan POM memiliki panduan mengenai bahan pengawet yang aman digunakan, baik digunakan secara tunggal atau melalui pencampuran dua bahan kimia dan jumlah maksimal yang bisa ditambahkan.

Penggunaan pengawet harus tepat sesuai dengan jenis dan dosisnya. Komposisi bahan pangan, konsentrasi bahan pengawet yang dipakai dan tipe mikroba yang akan dihambat berpengaruh terhadap efisiensi bahan pengawet yang digunakan. Penggunaan suatu bahan pengawet akan berbeda efisiensinya satu dengan yang lain karena sifat hasil ternak yang berbeda-beda, sehingga mikroba yang akan dihambat pertumbuhannya juga berbeda. Konsentrasi bahan pengawet yang ditambahkan berfungsi untuk menghambat dan bukan untuk mematikan mikroba pencemar. Oleh karena itu, penanganan dan pengolahan secara higienis merupakan cara untuk mempertahankan populasi mikroba dari produk hasil ternak yang akan diawetkan. Penambahan bahan pengawet akan kurang efektif jika dicampurkan ke dalam produk hasil ternak yang telah terkontaminasi secara berlebihan atau membusuk. Penambahan bahan pengawet akan efektif jika diberikan pada jumlah tertentu untuk mengawetkan produk hasil ternak dengan muatan mikroba yang normal untuk jangka waktu tertentu.

Bahan pengawet kimia mempunyai peran dalam menjamin stabilitas mikroorganisme pada hasil ternak, sehingga harus diperhatikan jenis organisme yang akan dihambat dan penggunaan kombinasi bahan pengawet sesuai ambang batas yang telah ditentukan.

Bahan pengawet kimia dibagi menjadi dua yaitu; zat pengawet organik dan zat pengawet anorganik.

1. Zat pengawet organik lebih banyak digunakan daripada yang anorganik karena pembuatannya lebih mudah. Bahan organik yang digunakan bisa dalam bentuk asam ataupun garamnya. Zat kimia yang sering digunakan sebagai bahan pengawet adalah asam laktat, asam propionat, asam sorbat, asam askorbat, asam benzoat, asam asetat dan epoksida.
2. Zat pengawet anorganik yang biasa digunakan adalah sulfat, fosfat, nitrat dan nitrit.

Bahan pengawet akan menghambat atau menghentikan mikroba dengan memecah senyawa berbahaya menjadi tidak berbahaya dan non-toksik. Bahan pengawet akan mempengaruhi dan menyeleksi jenis mikroba yang dapat hidup pada kondisi tersebut. Besarnya penghambatan dipengaruhi oleh jenis bahan pengawet dan konsentrasi bahan pengawet yang dipakai (Suprayitno, 2017).

9.3 Aditif Kimia sebagai Agen Antimikrobia

Pengawet antimikrobia adalah zat yang digunakan untuk memperpanjang umur simpan daging dengan mengurangi proliferasi mikroba selama penyembelihan, transportasi, pengolahan dan penyimpanan. Agen antimikrobia dapat menghambat pertumbuhan mikroba yang tidak diinginkan (jamur, bakteri, ragi). Mekanisme agen antimikrobia yaitu dengan menciptakan lingkungan yang tidak menguntungkan bagi mikroba untuk tumbuh dengan mengurangi kadar air dan meningkatkan keasaman. Pertumbuhan bakteri pembusukan daging dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti 1) spesies bakteri pada hasil ternak; 2) ketersediaan nutrisi; 3) pH; 4) suhu; 5) kelembaban dan

gas atmosfer. Senyawa antimikrobia yang ditambahkan selama pemrosesan tidak boleh digunakan untuk menutupi produk yang sudah rusak atau mengganti kondisi pemrosesan yang sudah buruk. Senyawa antimikroba yang umum digunakan adalah sulfida, nitrit dan asam organik.

9.3.1 Natrium Klorida

Natrium Klorida sudah banyak digunakan dalam pengawetan hasil ternak pada konsentrasi yang cukup tinggi. NaCl dapat menghambat pertumbuhan mikroba dengan meningkatkan tekanan osmotik serta menurunkan aktivitas air di lingkungan mikro. Beberapa bakteri dapat dihambat dengan konsentrasi serendah 2%. Konsentrasi NaCl yang cukup tinggi yaitu 20% dapat menghambat banyak pembusukan hasil ternak yang disebabkan oleh yeast seperti *Pichia membranaefacien*, *Kloeckera apiculata*, *Debaryomyces hansenii*, *Kluyveromyces marxianus*, *Pichia anomala* dan *Saccharomyces cerevisiae*. Namun, ada beberapa mikroba yang dapat bertahan pada konsentrasi NaCl yang cukup tinggi seperti *Bacillus* dan *Micrococci*. Kombinasi natrium klorida dengan agen antimikroba yang lain dapat meningkatkan efek penghambatan mikroba. Casey dan Condon, (2002) menemukan bahwa NaCl dapat mengurangi efek penghambatan pH asam pertumbuhan *Escherichia coli*. Kombinasi NaCl dan natrium laktat lebih efektif daripada laktat saja dalam menunda timbulnya pembusukan daging dan pengaruhnya terhadap stabilita warna dan lemak. Penggunaan natrium klorida dalam kombinasi dengan natrium laktat mengurangi pertumbuhan mikroba, mempertahankan kualitas kimia dan mampu memperpanjang umur daging selama penyimpanan.

9.3.2 Nitrat dan Nitrit

Nitrat dan nitrit umumnya digunakan dalam proses curing daging untuk memperoleh warna yang baik dan mencegah pertumbuhan mikroba. Nitrit yang digunakan dalam industri pengawetan daging selalu dalam bentuk garam seperti natrium nitrit atau kalium nitrit. Nitrit dapat membuat warna daging merah stabil dan mengurangi ketengikan pada rasa daging yang diawetkan. Nitrit dan nitrat sudah lama dikenal sebagai agen antimikroba yang mencegah pertumbuhan toksin pada *Clostridium botulinum*, *Staphylococcus aureus* dan *Yersinia enterocolitica* yang akan tumbuh pada lingkungan anaerobik (Sindelar dan Houser, 2009).

Nitrit mempengaruhi pertumbuhan *mikroorganisme* dalam makanan melalui beberapa reaksi antara lain: (a) bereaksi dengan gugus alfa-amino dari asam amino pada pH rendah, (b) memblokir kelompok sulfhidril yang mengganggu dengan nutrisi belerang pada organisme, (c) bereaksi dengan senyawa yang mengandung besi yang membatasi penggunaan besi oleh bakteri, dan (d) mengganggu permeabilitas membran yang membatasi transportasi melintasi sel. Produksi toksin oleh *Clostridium botulinum* dicegah pada 200 g nitrit/kg daging. *Clostridium botulinum* pembentukan toksin dalam emulsi tipe *frankfurter* ayam tertunda lima kali lipat ketika 156 g nitrit/g daging dan 0,2% asam sorbat digabungkan.

9.3.3 Sulfit

Sebagai agen antimikroba, natrium sulfit sangat efisien terhadap bacilli Gram-negatif aerobik, jamur dan ragi dalam daging. Sulfit menunjukkan efek penghambatan yang signifikan pada Gram-negatif mikroba tpada sosis daging. Sulfit dapat mengendalikan *Enterobacteriaceae* termasuk *Salmonella patogen*. Aktivitas antimikroba adalah hasil dari asam sulfat tak terdisosiasi yang masuk ke dalam sel dan bereaksi dengan gugus tiol protein, enzim, dan kofaktor. Sel yeast akan diserang oleh sulfit karena sulfit bereaksi dengan seluler *Adenosin Trifosfat* (ATP) dan memblokir hubungan sistin disulfida. Sulfit digunakan dalam bentuk gas SO_2 , garam Na atau K-sulfit, bisulfit dan etabisulfit.

9.3.4 Asam Laktat

Asam laktat telah menunjukkan sebagai agen antimikroba dalam melawan banyak mikroba patogen seperti: *Clostridium botulinum* karena kemampuannya untuk mengurangi tingkat pH, memberikan penghambatan umpan balik dan mengganggu transfer proton melintasi membran sel. Garam sam laktat digunakan dalam industri daging sebagai agen antimikroba.

Pertumbuhan strain *Listeria* tertunda dan *Salmonella* jumlahnya menurun selama penyimpanan aerobik pada 5-10 °C hingga 60 hari ketika natrium laktat (2,5%) dan natrium diasetat (0,2%) ditambahkan ke makanan daging. Penggunaan bakteri asam laktat sebagai *inokulum* merupakan salah satu pendekatan yang baru dikembangkan untuk pengawetan makanan (Matamoros et al., 2009).

9.3.5 Asam Askorbat

Asam askorbat (vitamin C), natrium askorbat dan D-isoaskorbat (eritorbat) telah digunakan sebagai pengawet daging. Sifat antioksidannya dapat mengoksidasi spesies oksigen reaktif yang menghasilkan air. Asam askorbat telah terbukti meningkatkan aktivitas antimikroba dari sulfit dan nitrit. Asam askorbat digunakan untuk mengurangi bahaya penggunaan garam nitrit dan nitrat. Penambahan 500 mg sodium erythorbate/kg daging dan 200 mg sodium nitrit/kg daging telah mencegah pertumbuhan spora *Bacillus cereus* dalam sosis yang disimpan pada suhu 20°C selama 48 jam. Penambahan asam askorbat kedalam daging sebagai antioksidan, tetapi tidak menambah nilai vitamin karena vitamin c akan rusak saat pemanasan (Jay, Loessner and Golden, 2008).

9.3.6 Asam Benzoat

Asam benzoat dan natrium benzoat digunakan sebagai pengawet dalam industri daging. Molekul asam benzoat yang tidak terdisosiasi bertanggung jawab atas aktivitas antibakterinya. Seman et al., (2008) menguji efek natrium benzoat (0,08-0,25%) terhadap pertumbuhan *Listeria monocytogenes* dalam produk daging siap saji selama penyimpanan 18 minggu pada 4°C dan menemukan bahwa pada kadar air rendah, konsentrasi natrium benzoat 0,1% efektif dalam menghambat *Listeria monocytogenes*. Peraturan Menteri Kesehatan (permenkes) No 722/Menkes/PER/IX/88, di mana nilai maksimal dari Natrium Benzoat yang diperbolehkan adalah 1000 mg/kg.

9.3.7 Asam Sorbat

Asam sorbat (2, 4-heksadienoat) dan garamnya banyak digunakan di seluruh dunia sebagai pengawet daging untuk menghambat bakteri dan jamur. Asam sorbat memiliki mekanisme penghambatan melalui penurunan pH internal. Mekanisme asam sorbat dalam mencegah pertumbuhan mikroba dengan mencegah kerja enzim dehidrogenase terhadap asam lemak. Asam sorbat efektif bekerja pada pH diatas 6,5. Konsentrasi 0,3% sorbat dalam makanan cukup untuk menghambat mikroba. 5% kalium sorbat memiliki efek penghambatan yang signifikan pada pertumbuhan *Listeria monocytogenes* pada kaki unggas yang disimpan pada suhu 4°C selama 7 hari (Smid and Gorris, 2020).

Penggunaan asam sorbat bersama dengan daram dapur akan meningkatkan efektivitasnya. Dosis yang digunakan adalah 0,1 asam sorbat dan 8% NaCl. Batas penggunaan asam sorbat berbeda-beda untuk masing-masing jenis produk hasil ternak. Batasan maksimum berada pada kisaran 200-3000 mg/kg dihitung sebagai asam sorbat (Maa'idah, 2019).

9.3.8 Laktoferin

Laktoferin adalah protein antimikroba alami termasuk dalam famili tranferrin yang dapat diisolasi dari berbagai sekresi eksokrin dan jaringan manusia dan hewan lainnya. Laktoferin merupakan antimikroba spektrum luas yang aktif terhadap bakteri, jamur, virus dan protozoa. Al-Nabulsi and Holley, (2007) melaporkan bahwa pengurangan signifikan *Escherichia coli* selama pembuatan sosis setelah penambahan laktoferin. Laktoferin terdapat pada susu dan kolostrum berupa protein yang mengikat besi (Afrianti, 2008).

9.3.9 Asam Asetat

Asam asetat atau cuka dapat digunakan dalam pengawetan daging hasil ternak. Penambahan asam asetat dapat mencegah tumbuhnya bakteri patogen dan aman dikonsumsi. Dari hasil penelitian, larutan yang mengandung asam asetat 4% dapat mengurangi jumlah bakteri penyebab pembusukan serta bakteri patogen seperti *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, dan *Salmonella* sp. Bahkan penggunaan larutan asam asetat 4% tidak menyebabkan cita rasa daging ayam berubah. Penggunaan asam asetat sebagai pengawet dapat dilakukan dengan cara pencelupan atau dengan mencuci daging, sehingga kualitas daging terjaga dan aman untuk dikonsumsi. Beberapa peneliti menyatakan, penggunaan asam asetat untuk makanan dalam jangka waktu lama tidak membahayakan kesehatan karena dapat dimetabolisir oleh tubuh kemudian dikeluarkan dari tubuh.

9.4 Aditif Kimia sebagai Agen Antioksidan

Penyimpanan beku tidak dapat mencegah pembusukan oksidatif dan pembusukan mikroba/enzimatik. Pemahaman tentang oksidasi lipid dan penghambatannya diperlukan untuk mencegah ketengikan, rasa tidak enak dan perubahan warna pada daging. Agen antioksidan dapat menghambat oksidasi atmosfer. Terutama digunakan untuk produk yang mengandung asam lemak tak jenuh, minyak, dan lipid (Ullah et al., 2022)

Mekanisme agen antioksidan yaitu oksidasi lemak tak jenuh menghasilkan radikal bebas yang dapat memulai reaksi berantai. Dalam reaksi ini, aldehida dan keton diproduksi yang menghasilkan rasa tengik pada makanan. Antioksidan mengakhiri reaksi berantai ini dengan menghilangkan intermediet radikal bebas dan menghambat reaksi oksidasi lainnya.

Antioksidan dan agen kelat dapat menghambat oksidasi lipid dengan menghilangkan katalis radikal bebas (molekul oksigen dan logam transisi), Oksidasi lipid sering ditentukan dengan menggunakan indeks *Thiobarbituric Acid Reactive Substances* (TBARS). Antioksidan dapat diklasifikasikan sebagai antioksidan primer atau jangka panjang dan antioksidan sekunder atau pengolahan. Antioksidan primer meliputi senyawa fenolik dan aril amina sekunder sedangkan antioksidan sekunder meliputi fosfat dan tioester. Antioksidan primer berperan sebagai pemulung radikal atau donor hidrogen atau pemutus reaksi berantai sedangkan antioksidan sekunder berperan sebagai pengurai peroksida (André et al., 2010). Di antara aditif penghambat oksidasi lipid yang banyak digunakan dalam daging adalah: antioksidan fenolik (antioksidan primer) dan fosfat (antioksidan sekunder).

9.4.1 Senyawa Polifenol

Polifenol adalah metabolit sekunder tanaman dengan banyak manfaat kesehatannya. Polifenol telah menarik banyak perhatian minat sebagai agen pengawet alternatif yang berpotensi membantu stabilitas oksidatif (Guil-Guerrero et al., 2016). Turunan fenol seperti *Butylated Hydroxyanisole* (BHA), *Butylated Hydroxytoluene* (BHT), *butylhydroquinone* tersier (TBHQ) dan *Propyl Gallates* (PG) disebut sebagai antioksidan fenolik sintetik. Penggunaannya ekstensif dengan maksud untuk menunda, memperlambat atau

mencegah efek negatif peroksidasi lipid dengan menangkap radikal peroksil pembawa rantai atau mengurangi pembentukan radikal primer lipid (pemutus rantai) dan radikal sekunder (antioksidan preventif).

Kelompok senyawa polifenol memainkan peran penting dalam mekanisme pertahanan dan perlindungan tumbuhan. Senyawa polifenol memiliki potensi penggunaan sebagai biopreservatif dalam industri makanan dan telah dipelajari secara ekstensif untuk peningkatan umur simpan produk yang mudah rusak. Penggunaan senyawa fenolik dari sumber alami merupakan pendekatan yang menarik, karena memungkinkan produksi makanan tanpa aditif sintetis (Martillanes et al., 2017).

Penelitian tentang polifenol telah menunjukkan bahwa polifenol dapat berdampak positif terhadap oksidasi lipid, stabilitas warna, dan aktivitas antioksidan dalam produk daging (Perumalla d Hettiarachchy, 2011). Nowak et al., (2016) menunjukkan potensi ekstrak ceri dan daun blackcurrant sebagai antioksidan alami yang efektif dan agen antimikroba dalam produk daging kemasan vakum. Keberhasilan antioksidan dikarenakan adanya jumlah gugus hidroksil fenolik yang tersedia untuk penangkal radikal bebas.

9.4.2 Fosfat

Berbagai fungsi fosfat untuk meningkatkan produk daging, unggas dan makanan laut. Fungsi garam fosfat bervariasi menurut jenis garam fosfat atau kombinasinya. Fungsi penting fosfat meliputi: (a) mengoptimalkan kapasitas pengikatan air dari protein otot dengan mempengaruhi pH, (b) berinteraksi dengan serat otot untuk meningkatkan emulsifikasi lemak, (c) menjaga stabilitas sistem protein-lemak-air, (d) mengkelat kation divalen dan memperlambat ketengikan yang meningkatkan umur simpan dan (e) mengikat besi ke dalam sistem dan mengurangi oksidasi (ICLPP, 2006).

Fosfat anorganik telah digunakan di banyak produk otot dan sosis utuh pada tingkat 0,05% (Dave and Ghaly, 2011). Polifosfat pada 0,1% (b/v) dengan adanya kalsium klorida sepenuhnya menghambat aktivitas m-calpain. Fosfat memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan mikroba karena dapat mengikat ion logam berat.

9.5 Aditif Kimia Sebagai Agen Antienzimatis

Agen enzimatik digunakan untuk mencegah proses pematangan alami dan kerusakan oksidatif makanan dengan menghambat bakteri, parasit, jamur. Mekanisme sebagai agen antienzimatis adalah memblokir proses enzimatik dalam makanan yang terus dimetabolisme setelah panen (Amit et al., 2017). Enzim lipolitik bertanggung jawab atas kerusakan lemak atau lipolisis (oksidasi), sedangkan enzim amilolitik bertanggung jawab atas perubahan glikogen menjadi asam laktat. Perubahan ini terjadi selama tahap awal penyimpanan. Deteriorasi protein adalah hasil dari enzim proteolitik yang mengubah protein menjadi asam amino dan kemudian menjadi nitrogen amino, atau nitrogen nonprotein yang menyebabkan produk nitrogen terlarut dari daging meningkat.

Garam dan asam telah digunakan sebagai pengawet untuk menghambat aktivitas enzim autolitik tersebut dan mencegah atau memperlambat degradasi dan pembusukan

Bab 10

Pengawetan Hasil Ternak dengan Cara Fermentasi

10.1 Pendahuluan

Produk hasil ternak seperti daging, susu, dan telur merupakan produk yang umum dikonsumsi oleh manusia karena bernilai gizi yang tinggi, meskipun begitu, produk tersebut bersifat *perishable* atau mudah rusak jika tidak ditangani dengan baik. Salah satu cara untuk memperlambat kerusakan atau pembusukan pada produk hasil ternak adalah melalui proses fermentasi. Proses fermentasi mampu memperpanjang daya simpan suatu produk. Secara umum, fermentasi adalah proses produksi energi dalam sel pada keadaan anaerob. Fermentasi dalam bahan pangan adalah proses perubahan karbohidrat menjadi alkohol dan karbondioksida atau asam amino organik menggunakan bakteri, ragi, fungi atau kombinasi dari ketiganya di bawah kondisi anaerob (Sobari, 2018). Dwiari (2008) mengartikan fermentasi sebagai suatu pengolahan pangan dengan menggunakan jasa mikroorganisme untuk menghasilkan sifat-sifat produk sesuai yang diharapkan. Fermentasi berasal dari bahasa latin *fervere* yang artinya mendidihkan, berbeda dengan istilah mendidihkan air, mendidihkan dalam istilah ilmu kimia berarti terbentuknya gas-gas dari suatu cairan kimia. Berbagai jenis makanan dan minuman yang difermentasi baik secara tradisional ataupun modern melibatkan bakteri asam

laktat. Kondisi asam yang diciptakan oleh bakteri asam laktatlah yang berperan membuat makanan dan minuman lebih awet karena bakteri kontaminan tidak tahan pada kondisi asam. Tentunya pengawetan melalui fermentasi harus ditunjang oleh kondisi daging, susu dan telur yang terjaga kualitasnya mulai dari kandang sampai tempat pengolahan.

Disamping memperpanjang daya simpan, proses fermentasi juga meningkatkan nilai gizi dan pencernaan dibandingkan dengan produk dengan kondisi segar. Melalui proses metabolisme, bakteri asam laktat memecah substrat dengan molekul kompleks menjadi molekul yang lebih sederhana sehingga lebih mudah dicerna. Teknologi fermentasi menggunakan mikroorganisme tertentu memberikan efek positif bagi kesehatan manusia dan daya tahan terhadap penyakit yang menyerang tubuh. Untuk itu, produk fermentasi juga dikenal sebagai pangan fungsional, di mana selain nilai gizi, didapat pula manfaat kesehatan yang diperoleh ketika dikonsumsi.

10.2 Prinsip Pengawetan dengan Cara Fermentasi

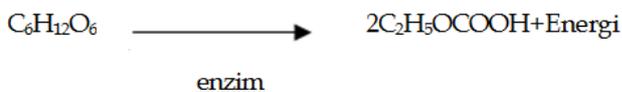
Fermentasi merupakan proses perubahan karbohidrat menjadi asam laktat dan atau alkohol. Lamanya proses fermentasi tergantung dari bahan yang akan difermentasi. Bahan yang akan difermentasi mengandung substrat yang akan dipecah oleh mikroorganisme fermentatif. Substrat diperlukan dalam proses fermentasi sebagai sumber energi. Substrat yang banyak digunakan mikroorganisme untuk tumbuh adalah gula berupa glukosa. Dengan adanya oksigen maka mikroorganisme dapat mencerna glukosa menghasilkan air, karbondioksida dan sejumlah besar energi. Beberapa contoh hasil fermentasi yaitu asam laktat, etanol, hidrogen, aseton dan asam butirat. Ragi dikenal sebagai bahan yang umum digunakan dalam fermentasi untuk menghasilkan etanol.

Fermentasi terbagi menjadi dua jenis yaitu aerobik dan anaerobik. Aerobik merupakan fermentasi yang pada prosesnya memerlukan oksigen, sedangkan anaerobik tidak memerlukan oksigen. Hasil fermentasi tergantung pada jenis substrat, mikroorganisme, dan kondisi lingkungan yang memengaruhi metabolisme dan pertumbuhan mikroorganisme tersebut. Fermentasi anaerobik adalah fermentasi yang pada prosesnya tidak memerlukan oksigen.

Beberapa mikroorganisme dapat mencerna bahan energinya tanpa adanya oksigen. Hanya sebagian bahan energi yang dipecah, yang dihasilkan adalah sebagian dari energi, karbondioksida, air, asam laktat, asetat, volatil, ester dan etanol. Mikroorganisme yang bersifat fermentatif dapat mengubah karbohidrat dan turunannya menjadi alkohol, asam dan karbondioksida.

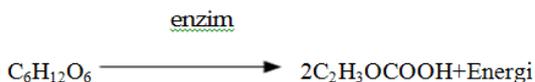
Reaksi dalam fermentasi berbeda-beda tergantung pada jenis gula yang digunakan dan produk yang dihasilkan. Secara singkat, glukosa dengan senyawa kimia $C_6H_{12}O_6$ yang merupakan gula paling sederhana, melalui fermentasi akan menghasilkan etanol dengan senyawa kimia C_2H_5OH . Reaksi fermentasi ini dilakukan oleh ragi. Alkohol yang dihasilkan dengan adanya oksigen akan mengalami fermentasi lebih lanjut oleh bakteri pembentuk asam, misalnya *Acetobacter aceti*, menjadi asam asetat. Jalur biokimia yang terjadi, sebenarnya bervariasi tergantung jenis gula yang terlibat, tetapi umumnya melibatkan jalur glikolisis, yang merupakan bagian dari tahap awal respirasi aerobik pada sebagian besar organisme. Jalur akhir akan bervariasi tergantung produk akhir yang dihasilkan. Selain gula, protein dapat dipecah oleh mikrob proteolitik yang dapat memecah protein dan komponen nitrogen lainnya, sedangkan mikrob lipolitik akan menghidrolisa lemak, fosfolipid dan turunannya (Effendi, 2009).

Menurut Effendi (2009), fermentasi dibedakan menjadi fermentasi asam laktat dan fermentasi alkohol. Fermentasi asam laktat yaitu fermentasi di mana hasil akhirnya asam laktat, dengan persamaan reaksi kimia sebagai berikut:

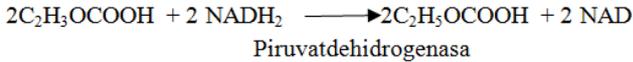


Prosesnya :

1. Glukosa $\xrightarrow{\text{enzim}}$ asam piruvat (proses Glikolisis)



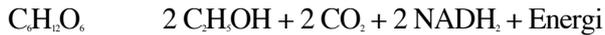
2. Dehidrogenasi asam piruvat akan terbentuk asam laktat



Energi yang terbentuk dari glikolisis hingga menghasilkan asam laktat :

$$8 \text{ ATP} - 2 \text{ NADH}_2 = 8 - 2(3 \text{ ATP}) = 2 \text{ ATP}$$

Pada fermentasi alkohol, asam piruvat diubah menjadi asam asetat + CO₂, selanjutnya asam asetat diubah menjadi alkohol. Berikut reaksi pada fermentasi alkohol :



10.3 Faktor yang Memengaruhi Proses Fermentasi

10.3.1 Suhu

Suhu sangat memengaruhi proses fermentasi karena berperan pada aktivitas *mikroorganisme fermentatif* yang ada pada produk. Pada suhu yang tidak sesuai, tugas mikroorganisme memecah substrat akan terhambat, untuk itu penting untuk diketahui suhu minimum, optimum dan maksimum bagi pertumbuhan mikroorganisme yang digunakan. Berdasarkan suhu, mikroorganisme dibagi menjadi beberapa kelompok yang dapat dilihat pada Tabel 10.1 Di bawah suhu minimum mikroorganisme tidak dapat tumbuh, begitu pula di atas suhu maksimum mikroorganisme tidak dapat bertahan, sedangkan pada suhu optimum mikroorganisme dapat tumbuh bahkan berada pada kondisi terbaiknya.

Tabel 10.1: Kelompok mikroorganisme berdasarkan suhu (Buckle et al., 1987)

Kelompok	Suhu pertumbuhan (°C)		
	Minimum	Optimum	Maksimum
Psikrofilik	-15	10	10
Psikrotrofilik	-5	25	35
Mesofilik	15-10	30-37	45
Termofilik	40	45-5	60-80
Termotrofilik	15	42-46	50

10.3.2 Nutrisi

Sebagaimana makhluk hidup, *mikroorganisme* membutuhkan suplai makanan agar dapat beraktivitas. Kandungan gizi yang terkandung pada suatu substrat sangat menentukan metabolisme yang terjadi. Substrat yang digunakan juga tergantung pada jenis mikroorganisme yang digunakan. Tentunya antara bakteri, khamir dan kapang membutuhkan nutrien yang berbeda. Menurut Effendi (2009), unsur-unsur dasar seperti karbon dan energi digunakan untuk pertumbuhan yang berhubungan dengan bahan pangan diperoleh dari jenis gula karbohidrat sederhana seperti glukosa. Kebutuhan nitrogen diperoleh dari asam amino dan protein. Selain itu, terdapat unsur lainnya seperti oksigen, hidrogen, fosfor, magnesium dan sulfur. Senyawa kompleks lainnya seperti lemak, protein dan polisakarida harus dipecah terlebih dahulu menjadi senyawa yang lebih sederhana sebelum masuk dalam sel.

10.3.3 Oksigen

Dalam proses fermentasi, keberadaan oksigen menentukan produk yang dihasilkan. Berdasarkan kebutuhan oksigen untuk pertumbuhannya, mikroorganisme dibedakan menjadi aerobik, *anaerobik*, *anaerobik fakultatif*, dan *mikrofilik*. *Mikroorganisme* dengan sifat *anaerobik* membutuhkan oksigen untuk pertumbuhannya, sebaliknya mikroorganisme dengan sifat *anaerobik*, terutama *anaerobik obligat* hanya dapat tumbuh jika tidak ada oksigen. *Mikroorganisme* bersifat *anaerobik fakultatif* akan menggunakan oksigen jika tersedia, namun dapat tumbuh juga pada kondisi tanpa oksigen. *Mikroorganisme mikrofilik* lebih nyaman pada kondisi dengan kadar oksigen rendah (Effendi, 2009; Greenwood et al., 2012).

10.3.4 Aktivitas air (Aw) dan pH

Aktivitas air adalah jumlah air bebas yang terkandung dalam suatu bahan pangan yang dapat digunakan oleh *mikroorganisme* untuk pertumbuhannya. Nilai aktivitas air menggambarkan kebutuhan bakteri akan air. Air bebas pada bahan pangan dibutuhkan oleh pertumbuhan mikroba terutama untuk transpor nutrisi, media untuk reaksi enzimatik dan sintesis komponen seluler (Rahayu and Nurwitri, 2012). Berdasarkan aktivitas airnya, nilai Aw minimum untuk pertumbuhan bakteri sebesar 0.90, khamir dan kapang 0.80, bakteri halofilik 0.75, kapang serofilik 0.65 dan khamir osmofilik 0.60 (Jay, 2005; Effendi, 2009). Menurut Effendi (2009) lingkungan hidup untuk khamir dan bakteri

asam laktat berada pada kisaran pH 3.0-6.0 tergantung pada jenis dan strainnya. Nilai pH di bawah 2.0 dan di atas 10.0 umumnya bersifat merusak.

10.4 Produk Fermentasi Hasil Ternak

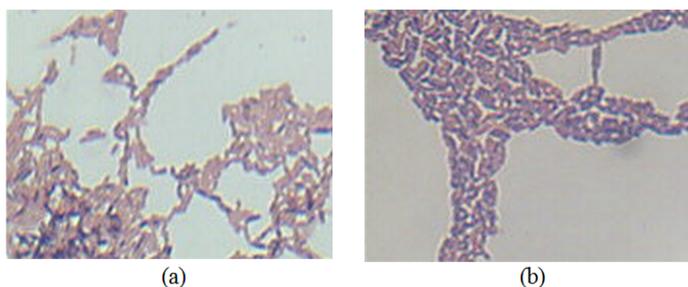
10.4.1 Yogurt

Yogurt dapat dikatakan sebagai produk fermentasi yang paling dikenal di antara produk fermentasi lainnya. Yogurt terbuat dari susu yang ditambahkan bakteri sehingga terjadi proses fermentasi. Fermentasi susu ini merupakan cara pengawetan, di mana pada kondisi segar, susu tidak dapat bertahan lama, sedangkan setelah difermentasi, yogurt bisa memiliki masa simpan bahkan sampai 15-21 hari pada suhu dingin (4°C).

Yogurt dapat dibuat dari susu apa saja. Yogurt mempunyai nilai gizi yang lebih tinggi daripada susu segar sebagai bahan dasar dalam pembuatan yogurt, terutama karena meningkatnya total padatan sehingga kandungan zat-zat gizi lainnya juga meningkat. Fermentasi gula susu atau laktosa menghasilkan asam laktat, yang berperan menghasilkan tekstur kental dan aroma yang khas. Badan Standardisasi Nasional mendefinisikan yogurt sebagai produk yang diperoleh dari fermentasi susu dan atau susu rekonstitusi dengan menggunakan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* dan atau bakteri asam laktat lain yang sesuai, dengan/atau tanpa penambahan bahan pangan lain dan bahan tambahan pangan yang diizinkan. Penggunaan kombinasi starter yogurt seperti *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* dan *Lactobacillus acidophilus* akan mempercepat proses fermentasi dan menghasilkan total asam yang lebih banyak. Kultur bakteri asam laktat yang sering digunakan dan tersedia secara komersial berasal dari golongan *Streptococcus*, *Lactobacillus* dan golongan *Micrococcus* (Jay et al., 2005).

Starter yogurt lazimnya terdiri dari minimal dua jenis bakteri, yaitu *S. thermophilus* dan *L. bulgaricus* (Gambar 10.1) yang keduanya secara simultan memberikan pengaruh terhadap masing-masing pertumbuhan bakteri (Walstra et al., 2006). Aktivitas proteolitik dari *L. bulgaricus* menghasilkan asam amino seperti valin, histidin dan glisin yang dapat merangsang pertumbuhan dan produksi asam dari bakteri *S. thermophilus*. Sebaliknya aktivitas bakteri *S. thermophilus* akan menurunkan pH dan menghasilkan asam format yang

dapat menstimulasi aktivitas *L. Bulgaricus*. Proses fermentasi berawal dari *S. thermophilus* yang memulai fermentasi gula menjadi asam laktat. Seiring dengan meningkatnya kadar keasaman, *S. thermophilus* mengalami pertumbuhan yang lambat sehingga *L. bulgaricus* dapat tumbuh (Winarno and Fernandez, 2007). Bakteri *S. thermophilus* memiliki pH optimum 6,8 dan tahan pada keasaman 0,85-0,89%, sedangkan *L. bulgaricus* optimum pada pH 6 dan dapat memproduksi asam laktat sampai 1,2-1,5%, selanjutnya pada kondisi yang lebih asam, *L. acidophilus* tumbuh dengan subur pada pH 4-5 atau lebih rendah. *Lactobacillus achidophilus* tumbuh lambat dibanding starter yoghurt lainnya seperti *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* (Bergey et al, 1974)



Gambar 10.1: *Lactobacillus delbrueckii* subsp *bulgaricus* RRAM-01 (a) dan *Streptococcus salivarius* subsp *thermophilus* RRAM-01 (b) koleksi Fakultas Peternakan IPB University (Dokumentasi pribadi)

Proses fermentasi mengubah komposisi kimia susu meliputi laktosa, protein, urea, lemak dan vitamin. Perubahan tersebut dapat dilihat pada Tabel 10.2

Tabel 10.2: Perubahan komposisi susu setelah difermentasi (Yukuchi et al., 1992 dalam Nakazawa and Hosono, 1992)

Sebelum fermentasi	Setelah fermentasi	
	Berkurang	Bertambah
Laktosa	Laktosa	Asam organik (suksinat, fumarat, benzoat, dll), asam laktat galaktosa, glukosa polisakarida
Protein	Protein	Peptida, asam amino bebas
Urea	Urea	Ammonia
Lemak	Lemak	Volatif dan asam lemak bebas rantai panjang

Vitamin	B ₁₂ , C, Biotin, cholin, asam organik (piruvat, dll)	Vitamin (asam folat, niasin, B ₆), asam nukleat (CMP, AMP, UMP, GMP, NAD), senyawa flavor (asetaldehida, setoin, diasetil), Enzim (β -galaktosida, proteinase, peptidase, laktat dehidrogenase), komponen sel bakteri (asam nukleat, lipid, karbohidrat, protein dll)
---------	--	--

Keuntungan dan manfaat dari yogurt di antaranya:

1. Yogurt dapat menghasilkan zat-zat gizi yang diperlukan oleh hati sehingga berguna untuk mencegah penyakit kanker
2. Mikroorganisme pada yogurt memelihara kesehatan saluran pencernaan
3. Yogurt cocok untuk diet rendah kalori karena kandungan lemaknya lebih rendah daripada susu segar
4. Yogurt dapat membantu proses penyembuhan lambung dan usus yang luka
5. Yogurt dapat membantu menurunkan kadar kolesterol dalam darah
6. Yogurt dapat membantu dalam perawatan penyakit diabetes

Prosedur Pembuatan Yogurt

1. sterilisasi peralatan yang akan digunakan dalam pembuatan yogurt
2. susu dipanaskan sampai mencapai suhu 90oC sambil diaduk-aduk dan dipertahankan suhunya selama 10-15 menit, kemudian didinginkan sampai suhu 43-45°C. Selanjutnya dilakukan inokulasi dengan starter yaitu kultur kerja *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* sebanyak 3-5% dengan perbandingan 1:1 sedikit demi sedikit secara aseptis sambil diaduk agar homogen.
3. campuran dimasukkan ke dalam wadah steril kemudian ditutup rapat dan diinkubasi pada suhu 43°C selama 4 jam atau pada suhu kamar

selama 18-24 jam. Inkubasi selesai jika tekstur yang sudah menggumpal. Setelah selesai inkubasi, yogurt segera didinginkan dalam *refrigerator* pada suhu 4-10°C agar fermentasi tidak terus berlanjut.

4. pengamatan dilakukan dengan melihat pH, umumnya pH yogurt berkisar antara 4.0-4.5, kandungan asam laktat 0.5-2.0%, dan populasi bakteri asam laktat minimal 10⁷ koloni/gram.
5. yogurt bisa langsung dikonsumsi tanpa tambahan perasa atau disebut dengan plain yogurt, bisa juga dikonsumsi dengan tambahan gula, madu dan sirup buah.

Bibit atau kultur starter tersedia secara komersial dalam kondisi viabilitas tinggi, baik dalam kondisi cair maupun kering. Penanganan kultur starter yang tepat, menggunakan susu yang bermutu dan teknik produksi yang tepat sesuai dengan prinsip fermentasi menghasilkan produk susu fermentasi yang stabil.

Berikut prosedur pembuatan bibit yogurt:

1. sterilisasi peralatan yang akan digunakan dalam pembuatan bibit yogurt
2. susu skim bubuk sebanyak 5-10% dimasukkan ke dalam susu segar. Campuran tersebut kemudian dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer, labu erlenmeyer dimasukkan ke dalam panci besar yang telah berisi air (double jacket) dan dipanaskan sampai suhu 90°C selama 15 menit. Setelah pemanasan selesai, dilakukan pendinginan sampai suhu mencapai kurang lebih 43°C
3. masukkan bibit sebanyak 10% sambil diaduk sedikit demi sedikit ke dalam campuran susu yang telah mencapai suhu 43°C, kemudian tutup dengan aluminium foil steril dan diinkubasi pada suhu 43°C selama 4 jam atau pada suhu kamar selama 18-24 jam sampai terbentuk gumpalan padat
4. setelah inkubasi selesai, simpan bibit dalam refrigerator dan dikeluarkan hanya pada saat digunakan.

10.4.2 Susu fermentasi Probiotik

Susu fermentasi probiotik diproduksi dengan melibatkan bakteri probiotik. Probiotik adalah mikroorganisme hidup yang mampu bertahan pada kondisi asam lambung dan konsentrasi garam empedu yang tinggi di dalam usus halus, yang bila diberikan dalam jumlah yang cukup akan memberikan manfaat kesehatan pada inangnya (FAO, 2002; Du Toit et al., 2013; Ruiz et al., 2013). Kriteria yang telah disampaikan oleh FAO dan beberapa peneliti untuk bakteri probiotik di antaranya:

1. toleran terhadap pH lambung dan garam empedu sehingga mampu bertahan melewati lambung dan usus halus (Tuomola et al., 2001; Sunny and Knoop, 2008).
2. memiliki daya adhesi dan kolonisasi pada usus (Collado et al., 2007)
3. memiliki viabilitas tinggi sehingga mampu bertahan selama proses pengolahan dan penyimpanan (FAO, 2002; Sunny and Knoop, 2008).

Beberapa bakteri probiotik di antaranya *Bifidobacterium* sp. *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* dan *Lactobacillus* GG. Kedua bakteri yogurt yaitu *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* tidak memenuhi kriteria sebagai probiotik karena tidak bisa mencapai usus dalam keadaan hidup, namun kedua bakteri tersebut mampu membantu pemanfaatan laktosa sehingga lebih mudah dicerna bagi orang yang mengalami *lactose intolerant* (Surono, 2016). Prosedur pembuatan susu fermentasi probiotik pada prinsipnya sama dengan yogurt biasa, namun perlu diperhatikan suhu optimal dari probiotik yang digunakan.

Susu fermentasi probiotik atau terkadang disebut juga yogurt probiotik saat ini semakin mendapat perhatian tinggi para peneliti. Banyak peneliti yang melihat manfaat kesehatan dari mengkonsumsi yogurt probiotik. Yogurt susu sapi probiotik dengan penambahan ekstrak rosella dan kayu manis telah diteliti memiliki aktivitas antidiabetes (Wihansah et al., 2018; Wihansah et al., 2022). Selain itu, yogurt susu kambing dengan penggunaan probiotik *Lactobacillus acidophilus* IIA-2B4 juga telah diteliti dan diketahui memiliki aktivitas antioksidan, antimikroba dan antihipertensi (Arief et al., 2016; Hanifah et al., 2016; Suharto et al., 2016)

10.4.3 Yakult

Yakult sangat dikenal di pasaran masyarakat Indonesia. Produk olahan susu ini berasal dari Jepang. Minoru Shirota dari Universitas Kyoto berhasil mengisolasi bakteri *Lactobacillus casei strain Shirota* yang kemudian dikembangkan menjadi produk susu fermentasi yang kini dikenal dengan nama yakult (Akuzawa dan Surono, 2002). Berbeda dengan yogurt, yang menggunakan minimal dua jenis bakteri, yakult hanya menggunakan kultur starter tunggal yaitu *Lactobacillus casei Shirota strain*, suatu bakteri asam laktat yang tetap hidup dalam saluran pencernaan. Dengan adanya probiotik tersebut, konsumsi yakult dapat bermanfaat bagi kesehatan khususnya membantu memelihara kesehatan usus. Proses fermentasi yakult dilakukan selama 7 hari pada suhu 37oC secara aseptis. Yakult (Gambar 10.2) memiliki karakteristik cair, dengan penambahan gula 14%. Pada proses pembuatannya, susu dipanaskan bersama dengan gula pada suhu yang sangat tinggi yakni 140oC selama 3-4 atau dikenal dengan Ultra High Temperature (UHT), akibatnya warnanya menjadi agak coklat akibat terjadinya reaksi maillard (Surono, 2004).



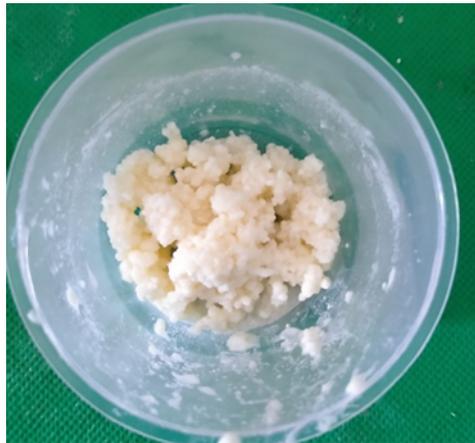
Gambar 10.2: Yakult (Wikipedia)

10.4.4 Kefir

Kefir merupakan produk susu fermentasi yang secara tradisional diproduksi dan dikonsumsi sejak ribuan tahun yang lalu di Eropa Timur sampai ke Mongolia. Kefir dipercaya berasal dari daerah dari Pegunungan Kaukasus (Turki). Kefir terbuat dari susu yang difermentasi menggunakan bakteri asam laktat seperti *Lactobacillus lactis*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus*,

dan Khamir/Yeast seperti *Saccharomyces*, *Candida* dan *Klyuveromyces* (Jaya, 2019).

Pada proses pembuatan kefir, laktosa susu dipecah menjadi produk yang lebih sederhana (glukosa dan galaktosa) akibat adanya aktivitas bakteri asam laktat dan khamir yang terkandung dalam grain kefir. Bakteri asam laktat dan khamir berkerja secara sinergi, di mana asam laktat yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat akan menahan pertumbuhan sam laktat lebih lanjut, saat itu, khamir akan bekerja. H₂O₂ yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat akan dihilangkan oleh katalase yang dihasilkan oleh khamir (Surono, 2004). Grain kefir mengandung sejumlah 30-50 spesies bakteri dan khamir, dan didominasi oleh bakteri asam laktat *homofermentatif*. Grain kefir (Gambar 10.3) berwarna putih kekuningan, memiliki diameter 1-6 mm, namun saat dicuci diameternya menjadi 0,5-3,5 mm. Bentuknya berlekuk-lekuk tidak beraturan menyerupai kembang kol, memiliki kadar air 85-90%, karbohidrat 57%, protein 33%, lemak 4% dan abu 6%. Kandungan utama dari grain kefir adalah kefiran, suatu polisakarida kapsular dihasilkan oleh *Lactobacillus kefiranofaciens*, suatu polisakarida bercabang yang terdiri atas glukosa dan galaktosa dalam jumlah yang sama (Surono, 2004).



Gambar 10.3: Grain Kefir (Dokumentasi Pribadi)

Metabolit utama hasil fermentasi kefir berupa asam laktat, disamping itu, dihasilkan pula sejumlah CO₂ dan etanol/alkohol dari aktivitas khamir (Pogacic et al., 2013). Senyawa etanol yang dihasilkan sebesar 0,01-0,25%, sedangkan senyawa CO₂ yang terkandung dalam kefir sangat rendah, yaitu 0,85-1,05 g/L.

Kemasan yang digunakan pada kefir sebaiknya bersifat kuat dari tekanan dalam botol seperti kaca atau fleksibel terhadap volume gas (Jaya, 2019).

Kefir memiliki karakteristik cita rasa dan aroma yang segar, serta sensasi soda (sparkling) yang membedakannya dengan yogurt. Karakteristik fisik, kimia dan mikrobiologisnya dapat dipengaruhi oleh ukuran grain kefir, waktu dan suhu pemeraman dan proses ripening (Farnworth, 2005). Banyak orang mengira kefir dan yogurt sama saja, padahal secara teoritis sifat biokimia dan sensori keduanya berbeda. Yogurt memiliki tekstur yang lebih lembut daripada kefir, namun kefir memiliki rasa yang lebih asam daripada yogurt. Lebih jelasnya, perbedaan antara kefir dan yogurt dapat dilihat pada Tabel 10.3

Tabel 10.3: Perbedaan antara kefir dan yogurt : (Culture for Health, 2003)

Karakteristik	Yogurt	Kefir
Tipe inkubasi	Inkubasi jenis mesofilik dan termofilik (mikroorganisme tumbuh optimum pada suhu ruang dan membutuhkan suhu tertentu untuk inkubasi)	Inkubasi jenis mesofilik (mikroorganisme tumbuh pada suhu ruang saja)
Suhu inkubasi	Suhu bisa berkisar 40-42°C karena menggunakan mikroorganisme mesofilik dan termofilik	Suhu berkisar 22-25°C karena menggunakan mikroorganisme mesofilik
Jenis bakteri	Menggunakan 2-5 bakteri asam laktat	Memiliki bakteri asam laktat lebih banyak dibandingkan yogurt
Jenis khamir	Tidak menggunakan khamir	Menggunakan khamir
Tekstur dan flavor	Memiliki tekstur yang lembut, lembut dan kental dengan flavor dan aroma creamy	Aroma dan flavor lebih segar seperti alkohol dengan tekstur lebih encer
Starter	Starter yogurt memiliki	Grain kefir dapat digunakan

	umur pemakaian 3-5 kali. Setelah itu harus menggunakan starter yogurt yang baru	kembali sampai kapanpun selama media susu yang digunakan mempunyai kualitas yang baik
--	---	---

Susu sebagai bahan baku pembuatan kefir dapat berasal dari susu sapi, susu domba, susu kerbau, susu unta, susu kuda. Susu yang akan digunakan harus dipanaskan terlebih dahulu, baik sterilisasi maupun pasteurisasi untuk mencegah kontaminasi.

Berikut prosedur pembuatan kefir :

1. sterilisasi peralatan yang akan digunakan dalam pembuatan kefir
2. panaskan susu sampai mencapai suhu 90°C sambil diaduk-aduk dan dipertahankan suhunya selama 10-15 menit, kemudian dinginkan sampai suhu 22-25°C
3. masukkan susu ke dalam wadah yang sudah steril, sisakan 1/3 bagian ruang wadah untuk mencegah meluapnya produk saat proses fermentasi
4. inokulasi grain kefir sebanyak 2-10% (umumnya 5%) ke dalam susu, lalu lakukan pengadukan diikuti dengan inkubasi pada suhu 22-25°C selama 18-24 jam
5. lakukan pengadukan kembali pada waktu setengah dari lama fermentasi (jika fermentasi selama 24 jam, maka pengadukan dilakukan pada jam ke-12), kemudian tutup kembali dan lanjutkan fermentasi
6. setelah 24 jam, lakukan pengadukan kembali dilanjutkan dengan penyaringan grain kefir
7. grain kefir yang sudah dipisahkan dimasukkan ke dalam susu steril kemudian disimpan pada suhu dingin untuk selanjutnya dapat digunakan kembali
8. susu kefir yang sudah diinkubasi dilanjutkan fermentasi dengan suhu dan waktu yang sama dengan fermentasi awal atau dikenal dengan proses ripening. Ripening adalah proses pematangan yang bertujuan untuk menurunkan pH susu kefir agar berada pada pH optimal 3,6-3,8

9. kefir yang sudah jadi bisa langsung dikonsumsi atau disimpan pada suhu 4-5°C sampai dikonsumsi

10.4.5 Sosis Fermentasi

Sosis Fermentasi atau dikenal dengan nama Salami di Eropa adalah produk pangan yang terdiri atas campuran daging dan lemak, garam NaCl, bahan-bahan curing dan bumbu yang dimasukkan ke dalam selongsong, kemudian difermentasi dan dikeringkan (Leroy et al., 2002). Bahan baku daging yang biasa digunakan adalah daging babi, daging sapi atau campuran keduanya, namun dapat digunakan daging dari ternak lain. Indonesia juga mempunyai produk daging fermentasi yang dikenal dengan nama Urutan yang berasal dari Bali menggunakan bahan baku daging babi.

Prinsip pengawetan sosis fermentasi adalah menghambat atau menekan pertumbuhan mikroba pembusuk/patogen dengan cara meningkatkan konsentrasi asam laktat dan penurunan pH melalui fermentasi nutrisi oleh aktivitas bakteri asam laktat. Konsentrasi asam laktat selama proses fermentasi meningkat. Nilai pH sosis fermentasi dengan penambahan starter kultur berkisar antara 4,0-4,5. Sosis fermentasi merupakan produk pangan fungsional karena mengandung peptida bioaktif dari rangkaian polipeptida atau protein daging, selain itu sosis fermentasi juga merupakan sumber probiotik (Kumar et al., 2017; Agüero et al., 2020). Jenis mikroorganisme yang dapat digunakan pada pembuatan sosis fermentasi di antaranya *Lactobacillus pentosus*, *Pediococcus pentosaceus*, *Staphylococcus xylosus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus curvatus*, *Pediococcus acidilactici*, *Staphylococcus carnosus*, *Penicillium*, *Debaryomyces* (CNR Hansen, 2009). Probiotik yang berasal dari Indonesia telah diisolasi dari daging Sapi Peranakan *Ongole* di antaranya *Lactobacillus plantarum* IIA-2C12 dan *Lactobacillus acidophilus* IIA-2B4 oleh Arief et al., (2015), probiotik tersebut digunakan dalam pembuatan sosis fermentasi daging domba (Arief et al., 2014; Sulaiman et al., 2016) dan daging sapi (Arief et al., 2017; Sumarmono and Setyawardani, 2020)



Gambar 10.4: Sosis Fermentasi (Dokumentasi pribadi)

Prosedur pembuatan sosis fermentasi yaitu dengan menyiapkan daging sebanyak 80% dan lemak sebanyak 20%. Seperempat bagian dari daging digiling menggunakan grinder, dan sisanya diiris kemudian dimasukkan ke dalam freezer. Selanjutnya dimasukkan starter kultur sebanyak 2-5%, garam nitrit 2%, gula 2%, dan bumbu-bumbu seperti bawang putih, garam, pala dan jahe. Adonan yang telah terbentuk dimasukkan ke dalam selongsong sosis berdiameter 4,5 cm. Proses conditioning dilakukan pada suhu kamar selama 24 jam, dilanjutkan dengan proses fermentasi pada suhu kamar selama 6 hari yang diselingi dengan proses pengasapan selama 2 jam setiap harinya pada suhu kamar (Arief, 2000). Berdasarkan penelitian Sulaiman et al., (2016), penyimpanan sosis fermentasi pada suhu dingin selama 21 hari memiliki kualitas yang masih baik.

10.4.6 Telur Fermentasi

Telur adalah produk peternakan yang paling sering dikonsumsi sehari-hari. Dengan harga yang terjangkau luas, produk yang berasal dari unggas ini kaya akan protein, lemak, vitamin dan mineral. Berbeda dengan produk peternakan lain, pengolahan telur belum banyak dilakukan. Sementara ini pengawetan telur banyak dilakukan melalui pembuatan telur asin, namun nyatanya selain itu terdapat teknologi pengawetan telur lainnya yaitu telur fermentasi. Fermentasi telur dilakukan dengan penambahan susu sapi sebagai tambahan sumber gula karena kandungan gula pada telur rendah yaitu 0.3%. Gula diperlukan dalam proses fermentasi sebagai sumber energi untuk aktivitas mikroorganisme. Fermentasi telur biasanya dilakukan pada putih telur (albumen) dan telur utuh (whole egg). Fermentasi telur menghasilkan perubahan pada telur terutama bagian protein. Fermentasi telur dilakukan menggunakan bakteri asam laktat yaitu *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus acidophilus* dengan lama

fermentasi 6-24 jam (Milawati et al., 2020). Penelitian Maulana (2013) menunjukkan adanya peningkatan aktivitas antioksidan pada telur fermentasi, namun penambahan susu di atas 2% dapat mengurangi warna telur.

Daftar Pustaka

- Adamson, M. W. (2004) 'Food in medieval times', p. 256.
- Afrianti, L. H. (2008) 'Teknologi pengawetan pangan'. Alfabeta.
- Afrianti, M., Dwiloka, B. and Setiani, E. B. (2013) 'TOTAL BAKTERI, PH, DAN KADAR AIR DAGING AYAM BROILER SETELAH DIRENDAM DENGAN EKSTRAK DAUN SENDUDUK (*Melastoma malabathricum* L.) SELAMA MASA SIMPAN', *Jurnal Pangan dan Gizi*, 04(1), p. 8.
- Agüero, de L. et al. (2020) 'Technological Characterisation of Probiotic Lactic Acid Bacteria as Starter Cultures for Dry Fermented Sausages', *Foods*, 9(5).
- Aguilera, J. M. and Stanley, D. W. (1999) *Microstructural principles of food processing and engineering*. Gaithersburg : Aspen Publishers,.
- Akuzawa, R. and IS, S. (2002) 'Fermented Milks Asia', in *Encyclopedia of Dairy Sciences*. UK: Elsevier Science Ltd.
- Al-Nabulsi, A. A. and Holley, R. A. (2007) 'Effects on *Escherichia coli* O157: H7 and meat starter cultures of bovine lactoferrin in broth and microencapsulated lactoferrin in dry sausage batters', *International journal of food microbiology*. Elsevier, 113(1), pp. 84–91.
- Amit, S. K. et al. (2017) 'A review on mechanisms and commercial aspects of food preservation and processing', *Agriculture & Food Security*. BioMed Central, 6(1), pp. 1–22.
- André, C. et al. (2010) 'Analytical strategies to evaluate antioxidants in food: a review', *Trends in food science & technology*. Elsevier, 21(5), pp. 229–246.

- Anggraeni, N. and Handayani, H. T. (2022) 'Penerimaan konsumen dan nilai gizi cendol ikan lele (*Clarias batrachus*) dengan penambahan serbuk kopi', *Agromix*, 13, pp. 1–8.
- Anggraeni, N. O. (2020) 'Pemanfaatan Belut (*Monopterus albus*) pada Pembuatan Cendol Kaya Protein', *Jurnal Agercolere*, 2(2), pp. 47–52. doi: 10.37195/jac.v2i2.118.
- Anggraeni, N., Hakim, L. and Fadhilah, W, F. (2020) 'Peningkatan Kesadaran Masyarakat untuk Gemar Makan Ikan: Pelatihan Pembuatan Es Dawet Belut Manis', *Magistrorum et Scholarium: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(1), pp. 130–139. doi: 10.24246/jms.v1i12020p130-139.
- Anggraeni, N., Sastro Darmanto, Y. and Riyadi, P. H. (2016) 'Pemanfaatan Nanokalsium Tulang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada Beras Analog dari Berbagai Macam Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* L.)', *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 5(4), pp. 114–122. doi: 10.17728/jatp.187.
- Arief, I. isnafia et al. (2016) 'Antihypertensive potency of goat milk yoghurt supplemented by probiotic and roselle extract.', *Int. J. Sci.: Basic Appl. Res.*, 30, pp. 207–214.
- Arief, I.I. (2000) 'Pengaruh aplikasi kultur kering dengan beberapa kombinasi mikroba terhadap kualitas fisiko-kimia dan mikrobiologi sosis fermentasi'. Tesis. IPB: Bogor.
- Arief, I.I. et al. (2014) 'Physicochemical and Microbiological Properties of Fermented Lamb Sausages Using Probiotic *Lactobacillus plantarum* IIA-2C12 as Starter Culture', *Procedia Environmental Sciences*, 20, pp. 352–356. doi:10.1016/j.proenv.2014.03.044.
- Arief, I.I. et al. (2015) 'Identification and Probiotic Characteristics of Lactic Acid Bacteria Isolated from Indonesian Local Beef', *Asian Journal of Animal Sciences*, 9(1), pp. 25–36.
- Arief, I.I. et al. (2017) 'Application of purified bacteriocin from *Lactobacillus plantarum* IIA-1A5 as a bio-preservative of beef sausage', *Pakistan Journal of Nutrition*, 16(6), pp. 444–450. doi:10.3923/pjn.2017.444.450.
- Arini, L. D. D. (2017) 'Faktor-Faktor Penyebab dan Karakteristik Makanan Kadaluaarsa yang Berdampak Buruk pada Kesehatan Masyarakat', *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Industri Pangan UNISRI*, 2(1), pp. 15–24.

- Ariwibowo, S. T. (2007). Pengendalian Kualitas Susu Murni, Studi Kasus pada Koperasi Susu "Warga Mulya" Yogyakarta. Yogyakarta: Prodi Pendidikan Akutansi, Universitas Sanata Dharma.
- Asiah, N., Cempaka, L., Ramadhan, K., & Matatula, S. H. (2020). Prinsip Dasar Penyimpanan Pangan Pada Suhu Rendah.
- Aspiani, M. and Rustiawan, A. (2020) 'Hubungan Pengetahuan, Sikap Penjamah Makanan dan Fasilitas Sanitasi terhadap Keamanan Pangan di Rumah Makan Kawasan Wisata Kuliner Pantai Depok Kabupaten Bantul 2019', University Research Colloquium, pp. 1–8.
- Augusto, P. E., Soares, B. M., & Castanha, N. (2018). Conventional technologies of food preservation. In Innovative technologies for food preservation (pp. 3-23). Academic Press.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan (2019) 'Pedoman Cara Produksi yang Baik untuk Pangan Steril Komersial yang Diolah dan Dikemas secara Aseptik', Badan Pengawas Obat dan Makanan, 53, pp. 1689–1699.
- Bahtiar, Abustam, E. and Kiramang, K. (2017) 'Pengaruh Konsentrasi Asap Cair Dan Lama Penyimpanan Terhadap Daya Ikat Air Dan Daya Putus Daging', Universitas Islam Negeri Alaudin, 1(3), pp. 191–200.
- Bergey, D., Buchanan, R.E. and Gibbons, N. (1974) Bergey's Manual of Determinative Bacteriology. 8th edn. Baltimore: Williams & Wilkins Co.
- Berk, Z. (2018). Food process engineering and technology. Academic press.
- Billen, G., Le Noë, J. and Garnier, J. (2018) 'Two contrasted future scenarios for the French agro-food system', Science of the Total Environment, 637–638, pp. 695–705. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.05.043.
- BPOM (2019) 'Peraturan Badan Pengawas Obat Dan Makanan tentang Bahan Tambahan Pangan', Badan pengawas obat dan makanan republik indonesia, pp. 1–10.
- BPOM. 2019. Laporan Tahunan Tahun Anggaran 2019. Jakarta. Direktorat Pengawasan Pangan Risiko Rendah dan Sedang.
- Buckle, K. et al. (1987) Ilmu Pangan. Penerjemah Hari Purnomo dan Adiono. Jakarta: UI Press.
- Cartwright, L. dan Latifah D. (2010). "Hazard analysis critical control point (HACCP) sebagai model kendali dan penjaminan mutu produksi pangan.

- Studi Pada Perkuliahan Pastry Di Sekolah Tinggi Pariwisata Bandung”. INVOTEC, Volume 6 (2). Hal. 509 – 519.
- Casey, P. G. and Condon, S. (2002) ‘Sodium chloride decreases the bacteriocidal effect of acid pH on *Escherichia coli* O157: H45’, *International journal of food microbiology*. Elsevier, 76(3), pp. 199–206.
- Christine (2016) *Pengawasan Mutu Dan Keamanan Pangan*, Unsrat Press.
- Collado, M.C. et al. (2007) ‘Potential probiotic characters of *Lactobacillus* and *Enterococcus* strains isolated from traditional dadih fermented milk against pathogen intestinal colonization’, *Journal of Food Protection*, 70(3), pp. 700–705. doi:10.4315/0362-028X-70.3.700.
- Da Costa, R. J., Voloski, F. L. S., Mondadori, R. G., Duval, E. H., & Fiorentini, Â. M. (2019). Preservation of Meat Products with Bacteriocins Produced by Lactic Acid Bacteria Isolated from Meat. *Journal of Food Quality*, 2019, 1–12. doi:10.1155/2019/4726510
- Danezis, G. P. et al. (2016) ‘Food authentication: Techniques, trends & emerging approaches’, *TrAC - Trends in Analytical Chemistry*, 85, pp. 123–132. doi: 10.1016/j.trac.2016.02.026.
- Daulay S. (2009). *Hazard Analysis Critical Control Point*. Widyaiswara Madya Pusklat Industri.
- Dave, D. and Ghaly, A. E. (2011) ‘Meat spoilage mechanisms and preservation techniques: a critical review’, *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 6(4), pp. 486–510.
- Deming, W. E. (1986). *Out of Crisis*. Cambridge: Massachusetts of Technology.
- Du Toit, E. et al. (2013) ‘Assessment of the effect of stress-tolerance acquisition on some basic characteristics of specific probiotics’, *International Journal of Food Microbiology*, 165(1), pp. 51–56. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2013.04.022.
- Dwiari, S.R. (2008) *Teknologi Pangan*. Jakarta: Pusat Pembukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Dwiloka, B. S. (2004). *Diktat Kuliah Pengawasan Mutu Hasil Ternak*. Semarang: Jurusan Produksi Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas diponegoro.

- Edith, I. N. and Ochubiojo, E. M. (2012) 'Food Quality Control: History, Present and Future', Scientific, Health and Social Aspects of the Food Industry. doi: 10.5772/33151.
- Effendi, S. (2009). Teknologi pengolahan dan pengawetan pangan. Alfabeta, Bandung.
- Fadhilla, R. (no date) 'Mutu & Kriteria Kerusakan Pangan'.
- FAO (2002) Guidelines for The Evaluation of Probiotics in Food. Washington DC.
- Farahita, Y., & Kurniawati, N. (2012). Karakteristik Kimia Caviar Nilem Dalam Perendaman Campuran Larutan Asam Asetat Dengan Larutan Garam Selama Penyimpanan Suhu Dingin (5-10°C). Jurnal Perikanan Kelautan, 3(4).
- Farnworth (2005) 'Kefir- A Complex Probiotic Food', Food Science and Technology Bulletin: Functional Food, 2(1), pp. 1–17.
- Fontana, C., Cocconcelli, P. S., Vignolo, G., & Saavedra, L. (2015). Occurrence of antilisterial structural bacteriocins genes in meat borne lactic acid bacteria. Food Control, 47, 53-59.
- Greenwood, D. et al. (2012) Medical Microbiology. Eighteenth. Churchill Livingstone Elsevier.
- Guil-Guerrero, J. L. et al. (2016) 'Plant Foods By-Products as Sources of Health-Promoting Agents for Animal Production: A Review Focusing on the Tropics', Agronomy Journal. Wiley Online Library, 108(5), pp. 1759–1774.
- Hanifah, R., Arief, I.I. and Budiman, C. (2016) 'Antimicrobial activity of goat milk yoghurt with addition of a probiotic Lactobacillus acidophilus IIA - 2B4 and roselle (Hibiscus sabdariffa L) extract', International Food Research Journal, 23(6), pp. 2638–2645.
- Hansen, C. (2009) Fermented Sausages with CNR Hansen Starter Cultures. Hoersholm-Denmark: CHR-Hansen A/S.
- Hariyadi, P. (2018) 'Keamanan Pangan : Prasyarat Dasar Pangan', Majalah Keamanan Pangan, (December 2017), pp. 10–13.

- Haryanti, D. Y. and Suryaningsih, Y. (2021) 'Food Safety Knowledge of Food Sanitation Hygiene Practices in the Era of Pandemic COVID-19', *The Indonesian Journal of Health Science*, 13(1), pp. 25–34. doi: 10.32528/ijhs.v13i1.5292.
- Hayati, R., Marliah, A. and Rosita, F. (2012) 'Rita Hayati et al. (2012) *J. Floratek* 7: 66 - 75', pp. 66–75.
- Hermanu, B. (2016) 'Implementasi Izin Edar Produk PIRT melalui Model Pengembangan Sistem Keamanan Pangan Terpadu', *Prosiding Seminar Nasional Multidisiplin Ilmu Unisbank ke-2 "Kajian Multi Disiplin Ilmu dalam Pengembangan IPTEKS untuk Mewujudkan Pembangunan Nasional Semesta Berencana (PNSB) sebagai Upaya Meningkatkan Daya Saing Global*, 1945(1), pp. 424–435. Available at: file:///C:/Users/User/Downloads/4225-Article Text-2762-1-10-20160812.pdf.
- Ishikawa, K. (1985). *What is Total Quality Control*. New Jersey: Prentice-Hill Inc.
- Ismail, M., Kautsar, R., Sembada, P., Aslimah, S., & Arief, I. I. (2016). Kualitas fisik dan mikrobiologis bakso daging sapi pada penyimpanan suhu yang berbeda. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, 4(3), 372-374.
- Jansen, A. (2012) 'Universitas indonesia pengaruh atribut mutu produk terhadap minat beli ulang keripik maichih'.
- Jay, J. M., Loessner, M. J. and Golden, D. A. (2008) *Modern food microbiology*. Springer Science & Business Media.
- Jay, J.M. (2005) *Modern Food Microbiology*. 6th Edition. Maryland: Aspen Publishers. Inc.
- Jaya, F. (2019) *Ilmu, Teknologi, dan Manfaat Kefir*. Malang: UB Press.
- Jouve, J.L. (1994). "HACCP as Applied in European Economic Community". *Food Control*. Volume 5 (3).
- Junais, I., Brasit, N. and Latief, R. (2018) 'Kajian Strategi Pengawasan Dan Pengendalian Mutu Produk Ebi Furay PT. Bogatama Marinusa', *Journal of Fisheries Resources Utilization Management and Technology Universitas Diponegoro*, 2(5), pp. 15–20.

- Koeswardhani, M. (2008) 'Dasar-dasar Teknologi Pengolahan Pangan', Bahan Ajar, pp. 1–60.
- Kuhn, D., Ziem, R., Scheibel, T., Buhl, B., Vettorello, G., Pacheco, L. A., ... & Hoehne, L. (2019). Antibiofilm activity of the essential oil of *Campomanesia aurea* O. Berg against microorganisms causing food borne diseases. *LWT*, 108, 247-252.
- Kumar, P. et al. (2017) 'Quality, functionality, and shelf life of fermented meat and meat products', A review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 57(13), pp. 2844–2856.
- Leroy, F., Degeest, B. and Vuyst, L. De (2002) 'A novel area of predictive modelling : describing the functionality of beneficial microorganisms in foods', *Int J of Food Microb*, 73, pp. 251–259.
- Lestari, T. R. P. (2020) 'Keamanan Pangan Sebagai Salah Satu Upaya Perlindungan Hak Masyarakat Sebagai Konsumen', *Aspirasi: Jurnal Masalah-masalah Sosial*, 11(1), pp. 57–72. doi: 10.46807/aspirasi.v11i1.1523.
- Maa'idah, U. N. (2019) 'Uji Mutu Jenang Ketan Dengan Pengawet Natrium Benzoat Dan Teknik Pengolahan Terhadap Ketahanan Produk Selama Dua Puluh Lima Hari', *MEDFARM: Jurnal Farmasi dan Kesehatan*, 8(1), pp. 1–7.
- Mamuaja, C. F. (2016) *Pengawasan Mutu Dan Keamanan Pangan*, Unstrat Press.
- Manalu, H. S. P. and Suudi, A. (2017) 'Kajian Implementasi Pembinaan Pangan Jajanan Anak Sekolah (PJAS) untuk Meningkatkan Keamanan Pangan: Peran Dinas Pendidikan dan Dinas Kesehatan Kota', *Media Penelitian dan Pengembangan Kesehatan*, 26(4), pp. 249–256. doi: 10.22435/mpk.v26i4.5734.249-256.
- Martillanes, S. et al. (2017) 'Application of phenolic compounds for food preservation: Food additive and active packaging', *Phenolic compounds–Biological activity*. London, UK: IntechOpen, pp. 39–58.
- Matamoros, S. et al. (2009) 'Selection and evaluation of seafood-borne psychrotrophic lactic acid bacteria as inhibitors of pathogenic and spoilage bacteria', *Food Microbiology*. Elsevier, 26(6), pp. 638–644.

- Maulana (2013) 'Physicochemical quality of fermented egg whites through the addition of different levels of milk', Hasanudin University [Preprint].
- Meiyasa, F. (2021). Mikrobiologi Hasil Perikanan. Syiah Kuala University Press.
- Milawati, R. et al. (2020) 'Assessment of organoleptic quality in fermented chicken egg whites at different times', IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 492(1). doi:10.1088/1755-1315/492/1/012038.
- Milk Kefir (2003) Culture for Health. Available at: https://www.brewhoundsupplies.com/uploads/4/0/3/9/40392591/kefir_recipe_ebook.pdf.
- Muhandri, T., dan Darwin K. (2012). Sistem Jaminan Mutu Industri Pangan. Edisi ke 2, Cetakan Pertama. Bogor: IPB Press.
- Muhtadi, T. R. (1989) Teknologi Proses Pengolahan Pangan. Departemen Pendidikan dan kebudayaan, direktorat Jenderal Pendidikan tinggi, Pusat Antar Universitas Pangan dan gizi, Institut Pertanian Bogor.
- Nakazawa, Y. and Hosono, A. (1992) Function of Fermented Milk: Challenges for The Health Sciences. Elsevier Applied Science.
- Nasution, M. N. (2005). Manajemen Mutu Terpadu (Total Quality Management). Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Nowak, A. et al. (2016) 'Polyphenolic extracts of cherry (*Prunus cerasus* L.) and blackcurrant (*Ribes nigrum* L.) leaves as natural preservatives in meat products', Food microbiology. Elsevier, 59, pp. 142–149.
- Odeyemi, O. A., Alegebeye, O. O., Strateva, M., & Stratev, D. (2020). Understanding spoilage microbial community and spoilage mechanisms in foods of animal origin. Comprehensive reviews in food science and food safety, 19(2), 311-331.
- Pandit, I. G. S. (2012) Biokimia Hasil Perairan, Warmadewa University Press. Available at: <http://repository.warmadewa.ac.id/id/eprint/1043/>.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia (2002) 'Nomor 68 Tahun 2002 Ketahanan Pangan'.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2004 Tentang Keamanan, Mutu dan Gizi Pangan. Jakarta.

- Permenkes RI No. 329 Tahun 1976 (1966) 'Tahun 1974 tentang Susunan Organisasi Departemen _ MEMUTUSKAN: PERATURAN DAN HANMAKANNAN.', p. 11.
- Perumalla, A. V. S. and Hettiarachchy, N. S. (2011) 'Green tea and grape seed extracts—Potential applications in food safety and quality', *Food Research International*. Elsevier, 44(4), pp. 827–839.
- Petro-Turza, M. et al. (2004) 'History of Food Quality Standards', *Food Quality Standards*, 1(1), pp. 1–6.
- Pogacic, T. et al. (2013) 'Microbiota of kefir grains', *Mljekarstvo*, 63(1), pp. 3–14.
- Prache, S. et al. (2022) 'Review: Quality of animal-source foods', *Animal*, 16, p. 100376. doi: 10.1016/J.ANIMAL.2021.100376.
- PRESIDEN (1999) 'Peraturan Pemerintah Nomor 69 Tahun 1999 Tentang Label dan Iklan Pangan', Pemerintah Republik Indonesia. Available at: <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/54404>.
- Pudjirahaju, A. (2018) 'Perkembangan dan Pengendalian Produk Pangan di Indonesia', in *Pengawasan Mutu Pangan*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, p. 22.
- Purwanto, A. et al. (2021) 'Peningkatan Keamanan Pangan Melalui Pelatihan ISO 22000:2018 Sistem Manajemen Keamanan Pangan Pada Industri Kemasan Makanan di Tangerang', *Journal of Community Service and Engagement (JOCOSAE)*, 01(02), pp. 13–20. Available at: <https://jocosae.org/index.php/jocosae/article/view/10>.
- Rahayu, W.P. and Nurwitri, C.C. (2012) *Mikrobiologi Pangan*. Bogor: IPB Press.
- Riady, E. (2020) 'Yuk Kenali Perbedaan Fisik Daging Ayam Tiren dan yang Segar'. Available at: <https://news.detik.com/berita-jawa-timur/d-4855255/yuk-kenali-perbedaan-fisik-daging-ayam-tiren-dan-yang-segar>.
- Ricci, A., Martelli, F., Razzano, R., Cassi, D., Lazzi, C., Neviani, E., & Bernini, V. (2020). Service temperature preservation approach for food safety: microbiological evaluation of ready meals. *Food Control*, 115, 107297.

- Roe, R. (1956) 'The Food and Drugs Act; past, present, and future - PubMed', *Antibioti Chemother*, 6(2), pp. 81–83. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24543905/> (Accessed: 24 May 2022).
- Ruiz, L., Margolles, A. and Sánchez, B. (2013) 'Bile resistance mechanisms in *Lactobacillus* and *Bifidobacterium*', *Frontiers in Microbiology*, 4(DEC), pp. 1–8. doi:10.3389/fmicb.2013.00396.
- Sa'diyah, A., Latumahina, F.S., Sutrisno, A., Birahy, D.C, Yusal, M.S., Khairina, A., Raningsih, N.M, Jumiarn, D., Awwanah, M., Meylani, V., Purwanti, E.W., Sari, N.IP., Meiyasa, F. (2021). *Dasar-Dasar Mikrobiologi dan Penerapannya*. Penerbit Widina.
- Salsabila, L. H. (2019) 'Analisis penerapan sistem Hazard Analysis And Critical Control Point (HACCP) pada produk kecap manis PT. X', *Repository.Uinjkt.Ac.Id*.
- Sarassati, T., & Agustina, K. K. (2015). Kualitas Daging Sapi Wagyu dan Daging Sapi Bali yang Disimpan pada Suhu-19 oc. *Indonesia Medicus Veterinus*, 4(3), 178-185.
- Seman, D. L. et al. (2008) 'Inhibition of *Listeria monocytogenes* growth in cured ready-to-eat meat products by use of sodium benzoate and sodium diacetate', *Journal of food protection. International Association for Food Protection*, 71(7), pp. 1386–1392.
- Sindelar, J. J. and Houser, T. A. (2009) 'Alternative curing systems', in *Ingredients in Meat Products*. Springer, pp. 379–405.
- Singh, S., & Shalini, R. (2016). Effect of hurdle technology in food preservation: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(4), 641-649.
- Sinlae, R. N., Suwiti, N. K., & Suardana, I. W. (2015). Karakteristik protein dan asam amino daging sapi bali dan wagyu pada penyimpanan suhu dingin 4oC. *Buletin Veteriner Udayana*, 7(2), 146-156.
- Smid, E. J. and Gorris, L. G. M. (2020) 'Natural antimicrobials for food preservation', in *Handbook of food preservation*. CRC Press, pp. 283–298.
- Smith, P. G. (2011). *An introduction to food process engineering*. In *Introduction to Food Process Engineering* (pp. 1-3). Springer, Boston, MA.

- SNI 01-4852-1998. Sistem Analisa Bahaya dan Pengendalian Titik Kritis (HACCP) Serta Pedoman Penerapannya. Badan Standarisasi Nasional.
- Sobari, E. (2018) *Teknologi Pengolahan Pangan; Prinsip dan Praktik*. Yogyakarta: ANDI Publisher.
- Soejana, F. A. (2020). Pengendalian Mutu Proses Produksi Gula di PT. Perkebunan Nusantara X. *Jurnal Teknotan*, 55-60.
- Suharto, E.L.S., Arief, I.I. and Taufik, E. (2016) 'Quality and Antioxidant Activity of Yogurt Supplemented with Roselle during Cold Storage', 39(August), pp. 82–89. doi:10.5398/medpet.2016.39.2.82.
- Sulaiman, N.B., Arief, I.I. and Budiman, C. (2016) 'Characteristic of lamb sausages fermented by Indonesian meat-derived probiotic, *Lactobacillus plantarum* IIA-2C12 and *Lactobacillus acidophilus* IIA-2B4', *Media Peternakan*, 39(2), pp. 104–111. doi:10.5398/medpet.2016.39.2.104.
- Sumarmono, J. and Setyawandani, T. (2020) 'Proses Fermentasi Pada Pengolahan Daging dan Aplikasinya untuk Menghasilkan Produk Makanan Fungsional di Indonesia', *Prosiding Webinar Nasional 2020*, (May), pp. p264-273.
- Sunny, R.E. and Knoop, D. (2008) 'Evaluation of The Response of *Lactobacillus Rahmnosus* VTT E-97800 to Sucrose-induced osmotic Stress', *Food Microbiol*, 25, pp. 183–189.
- Suprayitno, E. (2017) *Dasar pengawetan*. Universitas Brawijaya Press.
- Surono, I.S. (2004) *Probiotik Susu Fermentasi dan Kesehatan*. Jakarta: YAPMMI.
- Surono, I.S. (2016) *Probiotik, Mikrobiome dan Pangan Fungsional*. Yogyakarta: Deepublish.
- Susiwi, S. (2013) 'Kerusakan pangan', *Jurnal Universitas Pendidikan Indonesia*, (Ki 531), pp. 1–8.
- Tavman, S., Otles, S., Glaue, S., & Gogus, N. (2019). *Food preservation technologies*. In *Saving food* (pp. 117-140). Academic Press.
- Thaheer, H. (2005). *Sistem Manajemen HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points)*. Jakarta : PT. Bumi Aksara.

- Tuomola, E. et al. (2001) 'Quality Assurance Criteria for Probiotic Bacteria', *Am J Clin Nutr*, 73, pp. 393–398.
- Ullah, H. et al. (2022) 'Natural Polyphenols for the Preservation of Meat and Dairy Products', *Molecules*. MDPI, 27(6), p. 1906.
- Ulya, F. N. (2019). Ramadhan, BPOM Sita Produk Pangan Tak Layak Edar Senilai Rp. 3,4 Miliar. *Kompas.com*. Retrieved from <https://money.kompas.com/read/2019/05/20/140035226/ramadhan-bpomsita-produk-pangan-tak-layak-edar-senilai-rp34-miliar> [diakses 21 April 2022].
- Undang-undang Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan
- US FDA Food and Drug Administration Food Code (2017). <https://www.fda.gov/media/110822/download>, Accessed date: 7 Maret 2022.
- Varzakas, T. and Constantina, T. (2016) *Handbook of Frozen Food Processing and Packaging*, Second Edition. Available at: <https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=sxzOBQAAQBAJ&pgis=1>.
- Wahyuni, H. C. and Sumarmi, W. (2018) 'Pengukuran Risiko Keamanan Pangan Pada Sistem Rantai Pasok Ikan Segar', *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, 13(1), p. 37. doi: 10.14710/jati.13.1.37-44.
- Walstra, P., Woulters, J.T.M. and Geurts, T.J. (2006) *Dairy Science and technology*. Boca Raton: CRC Press Taylor & Francis Group. doi:10.1017/9781108772297.018.
- Wickramasinghe, N. N., Ravensdale, J., Coorey, R., Chandry, S. P., & Dykes, G. A. (2019). The Predominance of Psychrotrophic Pseudomonads on Aerobically Stored Chilled Red Meat. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18(5), 1622–1635. doi:10.1111/1541-4337.12483.
- Widowati, C. S. (2016). *Penentuan Umur Simpan Smoothies Black Mulberry (Morus nigra L.) Dalam Kemasan Botol Kaca Dengan Metode Aslt Pendekatan Arrhenius* (Doctoral dissertation, Fakultas Teknik Unpas).
- Wihansah, R., Arief, I. and Batubara, I. (2018) 'Anti-diabetic Potency and Characteristics of Probiotic Goat-Milk Yogurt Supplemented with Roselle Extract during Cold Storage', 41(3), pp. 191–199.

- Wihansah, R.R.S. et al. (2022) 'Assesment of the Antidiabetic Activity and Characteristics of Cow ' s Milk Yogurt Enhanced with Herbs Extracts Assesment of the Antidiabetic Activity and Characteristics of Cow ' s Milk Yogurt Enhanced with Herbs Extracts', in International Conference on Sustainable Animal Resource and Environment, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing. doi:10.1088/1755-1315/1020/1/012024.
- Winarno, F. and Fernandez, I. (2007) Susu dan Produk Fermentasinya. Bogor: M-Brio Press.
- Xiong, Y. L. (2017). The storage and preservation of meat: I—Thermal technologies. In Lawrie' s meat science (pp. 205-230). Woodhead publishing.
- Zurriyati, Y. (2011) 'Palatabilitas Bakso dan Sosis Sapi Asal Daging Segar, Daging Beku dan Produk Komersial', Jurnal Peternakan, 8(2), pp. 49–57.

Biodata Penulis



Muhammad Asril lahir di Aceh Utara, pada 14 Februari 1990. Ia tercatat sebagai lulusan Sarjana Biologi Universitas Sumatera Utara dan Magister Mikrobiologi Institut Pertanian Bogor. Saat ini penulis bekerja sebagai Dosen Biologi-Divisi Mikrobiologi di Institut Teknologi Sumatera (ITERA), Lampung dengan alamat koresponden m.asril@bi.itera.ac.id. Selain itu, Sejak tahun 2020, penulis juga sedang menempuh pendidikan Doktor di Program Studi Mikrobiologi, IPB University. Ia aktif melakukan penelitian terkait biokontrol penyakit tanaman, bakteri pelarut fosfat dan bakteri Plant growth promoting bacteria (PGPB). Selain itu, penulis juga fokus pada pengembangan formulasi biofertilizer dari bakteri asal limbah cair tahu yang diberi nama "Proteolizer – Chili Booster" yang telah memenangkan penghargaan Juara 1 Apresiasi Anugerah Inovasi IPTEK 2020 Provinsi Lampung, Kategori Peneliti. Buku ini merupakan buku ketujuh yang ditulis oleh penulis, setelah sebelumnya menulis buku Penyakit Tanaman & Pengendaliannya, Teknologi Produksi Benih, Inovasi Produk Pertanian, Mikrobiologi Dasar, Pengantar Perlindungan Tanaman dan Keanekaragaman Hayati.



kering.

Ismawati lahir di Sumenep, pada 3 Februari 1989. Menempuh pendidikan S1 di Universitas Tribhuwana Tungadewi Malang dan Pendidikan S2 di tempuh di Univeritas Gadjah Mada. Sejak tahun 2017 kembali Sumenep dan memulai pengabdian di kota kecil tempat kelahirannya, tepatnya pada Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Wiraraja sebagai staff pengajar serta aktif melakukan riset dan pengabdian kepada masyarakat khususnya di wilayah pesisir dan lahan



Ratih Yuniastri adalah dosen Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Wiraraja. Tercatat sebagai lulusan S1 Kimia Intitut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dan S2 Pendidikan Sains (Kimia) Universitas Negeri Surabaya. Topik Riset saat ini yaitu pengolahan produk berbahan dasar komoditi lokal sebagai pangan fungsional. Saat ini sedang menjabat sebagai koordinator bidang audit dan akreditasi Pusat Jaminan Mutu Universitas Wiraraja tahun 2019-2022 dan menjadi anggota PATPI sejak tahun 2019.



Rika Diananing Putri, adalah dosen Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Wiraraja. Lulus Master Manajemen Agribisnis di Universitas Pembangunan Nasional (UPN) "Veteran" JATIM Surabaya. Topik Riset yaitu pengolahan produk berbahan dasar Mengkudu menjadi permen (hardcandy dan softcandy) sebagai pangan fungsional. Saat ini menjadi anggota sekaligus pengurus PATPI Cabang Surabaya bidang pengembangan Pendidikan



Salfiana lahir di Buttue, pada 28 Mei 1991. Beliau tercatat sebagai lulusan Universitas Hasanuddin Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan. Wanita yang kerap disapa Epi ini adalah anak dari pasangan Husain (ayah) dan Hasna (ibu). Salfiana merupakan Tenaga Pengajar Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Sains dan Teknologi di Universitas Muhammadiyah Sidenreng Rappang, sejak Universitas ini didirikan pada 18 Februari 2019.



Novia Anggraeni lahir di Semarang, pada 10 Juli 1994 sebagai anak pertama dari empat bersaudara dari pasangan Bambang Irawan dan Suyanti. Wanita yang kerap disapa Opik ini telah menyelesaikan pendidikan sarjana di Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro pada tahun 2015. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan di Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, dan mendapatkan gelar Master pada tahun 2019. Saat ini, penulis menjadi salah Satu dosen di Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Sains dan Teknologi,

Universitas Nasional Karangturi Semarang.



Gusti Setiavani lahir di Blitar, pada 19 September 1980. Ia menyelesaikan pendidikan Strata 1 di Universitas Bengkulu, Strata 2 di Universitas Andalas, dan Strata-3 di Institut Pertanian Bogor. Wanita yang kerap disapa Gusti ini adalah anak dari pasangan A Tamrin (ayah) dan Alm. Nurul Huda (ibu). Istri dari Dhani Handoko. Gusti saat ini merupakan dosen di salah satu Pendidikan Kedinasan

di yang diselenggarakan oleh Kementerian Pertanian. Gusti telah banyak mengikuti pelatihan mengenai HACCP baik yang dilaksanakan di dalam maupun luar negeri.



Firat Meiyasa, S.P., M.Si Penulis dilahirkan pada tanggal 24 Mei 1990 di Ritabel – Kabupaten Kepulauan Tanimbar, Provinsi Maluku. Pada tahun 2012, ia menyelesaikan studi S1 di Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Pattimura Ambon. Selanjutnya, di tahun 2014 ia melanjutkan studi S2 di Program Studi Ilmu Pangan, IPB University dan lulus pada tahun 2017. Sejak tahun 2017 hingga kini aktif sebagai dosen tetap di Program

Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Kristen Wira Wacana Sumba. Mata kuliah yang diampu adalah Mikrobiologi Dasar, Mikrobiologi Hasil Perikanan, Teknologi Fermentasi Hasil Perikanan, dan Biokimia Hasil Perikanan. Topik Penelitian yang ditekuninya adalah Potensi Bakteri Asam Laktat sebagai Antimikroba, Komponen Fitokimia dan Antioksidan dari Makroalga. Penulis juga telah mempublikasikan hasil penelitian baik pada jurnal nasional terakreditasi maupun jurnal internasional bereputasi, begitupun dengan buku ajar, buku referensi maupun book chapter. Selain itu, penulis juga aktif sebagai reviewer pada beberapa jurnal nasional terakreditasi dan jurnal internasional ber-issn.



lokal.

Martina Widhi Hapsari lahir di Surakarta, 13 April 1994. Studi Sarjana di Jurusan Kimia, Universitas Diponegoro. Lulusan Magister Ilmu dan Teknologi Pangan, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Bidang keilmuan yang sesuai adalah Kimia Pangan. Saat ini mengajar sebagai Dosen Teknologi Pangan di Universitas Nasional Karangturi Semarang. Penelitian yang dilakukan berfokus pada pangan fungsional, enzim, edible film dan inovasi pengolahan pangan



Rifa Rafi'atu Sya'bani Wihansah lahir di Ciamis, Jawa Barat, 29 Januari 1994. Rifa merupakan anak kedua dari pasangan Samsudin (Ayah) dan Haliah (Ibu). Menempuh pendidikan Sarjana Peternakan di Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran dan lulus pada tahun 2016. Program Pendidikan Magister diselesaikan pada tahun 2018 di Program Studi Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan, Institut Pertanian Bogor. Bidang ilmu yang ditekuni adalah teknologi hasil ternak dengan riset berfokus pada produk fermentasi hasil ternak. Sejak tahun 2019 ia menjadi dosen di Politeknik Pembangunan Pertanian Bogor.

Saat ini ia menjadi Kepala Laboratorium Pengolahan Hasil Ternak, di Jurusan Peternakan. Beberapa hasil penelitian telah dipublikasikan di jurnal internasional maupun nasional, ia juga aktif menghadiri berbagai seminar, baik nasional maupun internasional.

PENGAWASAN MUTU DAN TEKNOLOGI HASIL TERNAK

Buku ini ditulis secara bersinergi yang bertujuan untuk mempermudah mahasiswa dan praktisi yang ingin mempelajari tentang sejarah pengawasan mutu, bagaimana mutu bahan pangan yang baik, dengan memperhatikan kerusakan dan penurunan mutu pangan. Mutu pangan dapat dikendalikan dan diawasi dengan berbagai program pengendalian mutu dan keamanan pangan.

Secara lengkap buku ini membahas:

Bab 1 Pengertian dan Sejarah Pengawasan Mutu

Bab 2 Mutu Bahan Pangan

Bab 3 Kerusakan dan Penurunan Mutu Pangan

Bab 4 Pengawasan Mutu Pangan

Bab 5 Pengendalian Mutu

Bab 6 Program Pengendalian Mutu dan Keamanan Pangan

Bab 7 Hazard Analysis Critical Control Point

Bab 8 Pengawetan dengan Suhu Rendah dan Pembekuan

Bab 9 Penerapan Pengawetan dengan Aditif Kimia

Bab 10 Pengawetan Hasil Ternak dengan Cara Fermentasi



YAYASAN KITA MENULIS
press@kitamenulis.id
www.kitamenulis.id

ISBN 978-623-342-512-4

